

**PRARANCANGAN PABRIK KIMIA ALUMINIUM SULFAT DARI
BAUKSIT DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 56.000
TON/TAHUN**

PRANCANGAN PABRIK

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



Oleh:

Nama : **Nadifah Syachbana Sakariel**

Nama : **Lidya Afifa Tambunan**

NIM : **18521185**

NIM : **18521188**

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

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PRANCANGAN PABRIK

**PRA RANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT DAN
ASAM SULFAT KAPASITAS 56.000 TON/TAHUN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nadifah Syachbana Sakariel

Nama : Lidya Afifa Tambunan

NIM : 18521185

NIM : 18521188

Yogyakarta, 21 Januari 2023

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

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

Penyusun I,

Penyusun II,



Nadifah Svachbana Sakariel

18521185



Lidva Afifa Tambunan

18521188

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRARANCANGAN PABRIK KIMIA ALUMINIUM SULFAT DARI
BAUKSIT DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 56.000
TON/TAHUN**

PRARANCANGAN PABRIK
ISLAM
Oleh:
Nama : **Nadifah Syachbana Sakariel** Nama : **Lidya Afifa Tambunan**
NIM : **18521185** NIM : **18521188**

Yogyakarta, 21 Januari 2022

Pembimbing 1,



Pembimbing 2,



Khamdan Chayari, Dr., S.T., M.Sc.

NIK.102510102

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

NIK.155211305

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRARANCANGAN PABRIK KIMIA ALUMINIUM SULFAT DARI
BAUKSIT DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 56.000
TON/TAHUN

Oleh:

Nama : Nadifah Syachbana Sakariel

NIM : 18521185

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

Yogyakarta, 06 Februari 2023

Tim Penguji,

Khamdan Cahyari, Dr., S.T., M.Sc.

Ketua

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

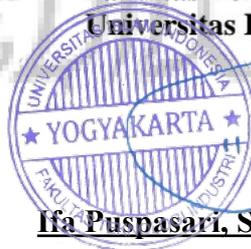
Anggota I

Ariany Zulkania, Dr., S.T., M.Eng.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIK.155210506

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufikserta hidayah-Nya sehingga pada kesempatan kali ini penulis dapat menyusun dan menyelesaikan naskah tugas akhir dengan judul “*Prarancangan Pabrik Kimia Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat dengan Kapasitas 56.000 Ton/Tahun*”.

Naskah tugas akhir ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah prarancangan pabrik (TA) serta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dengan selesainya naskah tugas akhir ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang Maha Esa, karena dengan izinnya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan laporan penelitian ini dengan baik.
2. Kepada Ibu Elies Kustyah dan Bapak Herry Roza selaku orang tua dari Nadifah Syachbana Sakariel dan Ibu Suparwiyati dan Bapak Syamsul Bahri Tambunan selaku orang tua dari Lidya Afifa Tambunan yang selalu memberikan dukungan dan doanya.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof.,Dr., Ir., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Khamdan Chayari, Dr., S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir 1.
6. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir 2.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
8. Rekan-rekan yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan

tepat waktu.

Penulis menyadari bahwa naskah tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan serta masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Penulis berharap semoga naskah tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu Teknik Kimia kedepannya. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 21 Januari 2023

Penulis

الجامعة الإسلامية
الابستد الاندو

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PRANCANGAN PABRIK	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik	1
1.3. Tinjauan Pustaka	6
BAB II	14
PERANCANGAN PRODUK	14
2.1. Spesifikasi Produk	14
2.2. Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung	15
2.3. Pengendalian Kualitas	17
BAB III	19
PERANCANGAN PROSES	19
3.1. Diagram Alir Proses dan Material	19
3.2. Uraian Proses	21
3.3. Spesifikasi Alat	22
3.4. Neraca Massa Total	38
3.5. Neraca Panas	41
BAB IV	43
PERANCANGAN PABRIK	43
4.1. Lokasi Pabrik	43
4.2. Tata Letak Pabrik (Plant Layout)	46
4.3. Tata Letak Mesin / Alat Proses (<i>Machines Layout</i>)	49
4.4. Organisasi Perusahaan	51
BAB V	64
UTILITAS	64

5.1.	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	64
5.2.	Unit Pembangkit Steam	71
5.3.	Unit Pembangkit Listrik.....	71
5.4.	Unit Penyedia Udara Tekan	72
5.5.	Unit Penyedia Bahan Bakar	73
5.6.	Unit Pengolahan Limbah	73
BAB VI		75
EVALUASI EKONOMI.....		75
6.1.	Penaksiran Harga Perlatan	75
6.2.	Dasar Perhitungan	77
6.3.	Perhitungan Biaya	78
6.4.	Analisa Kelayakan	79
6.5.	Hasil Perhitungan	81
6.6.	Analisa Keuntungan.....	84
6.7.	Hasil Kelayakan Ekonomi	85
BAB VII.....		86
KESIMPULAN DAN SARAN.....		86
7.1.	Kesimpulan	86
7.2.	Saran	87
DAFTAR PUSTAKA		88

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Produsen Aluminium Sulfat.....	2
Tabel 1.2 Pabrik Bauksit di Indonesia	3
Tabel 1.3 Pabrik Asam Sulfat di Indonesia	3
Tabel 1.4 Kebutuhan Impor Aluminium Sulfat di Indonesia.....	4
Tabel 1.5 Kebutuhan Ekspor Aluminium Sulfat di indonesia	5
Tabel 1.6 Perbandingan Proses Pembuatan Aluminium Sulfat	9
Tabel 2.1 Identifikasi Hazard Aluminium Sulfat.....	13
Tabel 2.2 Identifikasi Hazard Asam Sulfat	14
Table 2.3 Identifikasi Hazard Bauksit.....	15
Table 3.1 Spesifikasi Pompa.....	29
Table 3.2 Spesifikasi Heater	34
Table 3.3 Spesifikasi Cooler	35
Tabel 3.4 Neraca Massa Total.....	35
Tabel 3.5 Neraca Massa Mixer	36
Tabel 3.6 Neraca Massa Agitator.....	36
Tabel 3.7 Neraca Massa Reaktor	36
Tabel 3.8 Neraca Massa <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>	37
Tabel 3.9 Neraca Massa <i>Crytallizer</i>	37
Tabel 3.10 Neraca Massa <i>Centrifuge</i>	37
Tabel 3.11 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i>	37
Table 3.12 Neraca Panas Mixer	38
Table 3.13 Neraca Panas Agitator.....	38
Table 3.14 Neraca Panas Reaktor	38
Table 3.15 Neraca Panas Crystallizer	38
Table 3.16 Neraca Panas Centrifuge.....	39
Table 4.1 Luas Lokasi Pabrik.....	45
Tabel 4. 1 Jadwal Pembagian Kerja Karyawan Shift.....	56
Tabel 4. 2 Gaji Karyawan	58
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Pendingin.....	68
Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Proses	69

Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Steam.....	69
Tabel 5. 4 Kebutuhan Air Sanitasi	69
Tabel 6.1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i>	76
Tabel 6.2 <i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	81
Tabel 6. 3 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	81
Tabel 6. 4 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	81
Tabel 6. 5 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	81
Tabel 6. 6 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	82
Tabel 6. 7 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	82
Tabel 6. 8 <i>Manufacturing Cost (MC)</i>	82
Tabel 6. 9 <i>Working Capital (WC)</i>	82
Tabel 6. 10 <i>General Expenses (GE)</i>	82
Tabel 6. 11 <i>Total Production Cost (TPC)</i>	83
Tabel 6. 12 <i>Total Fixed Cost (Fa)</i>	83
Tabel 6. 13 <i>Total Variable Cost (Va)</i>	83
Tabel 6. 14 <i>Total Regulated Cost (Ra)</i>	83
Tabel 6. 15 Hasil Kelayakan Ekonomi	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik hubungan antara impor aluminium sulfat pada tahun ke-n....	4
Gambar 1.2 Grafik hubungan antara ekspor aluminium sulfat pada tahun ke-n ..	5
Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif	18
Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif	19
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik Aluminium Sulfat	43
Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik	44
Gambar 4.3 Tata Letak Mesin.....	47
Gambar 4. 2 Struktur Organisasi.....	50
Gambar 5.1 Unit Pengolah Air.....	70
Gambar 6.1 <i>Chemical Engineering Cost Index</i>	77
Gambar 6.2 Grafik SDP dan BEP	84

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara berkembang yang memiliki tingkat pertumbuhan industri yang cukup tinggi. Pada masa teknologi saat ini menimbulkan pesatnya perkembangan industri kimia di dunia. Tetapi, sedikitnya pabrik kimia di Indonesia, mengakibatkan kenaikan bahan-bahan kimia yang di impor di Indonesia. Berdasarkan data kebutuhan aluminium sulfat di Indonesia yang telah diperhitungkan maka kapasitas pabrik Aluminium Sulfat yang dirancang adalah 56.000 ton/tahun. Pabrik ini beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam setahun. Pabrik ini direncanakan berdiri di wilayah Tembilahan, kabupaten Indragili Hilir, Riau. Proses pembuatan Aluminium Sulfat dilakukan dengan proses basah dalam REAKTOR Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Pada reactor ini reaksi berlangsung pada fase padat – cair, irreversible, ekonomis, pada suhu 110°C dan tekanan 1 atm, sehingga untuk menjaga suhu reaksi digunakan jaket pendingin.

Pabrik ini membutuhkan air untuk proses utilitas sebesar 1.127.944 kg/jam dan 658,79 kW tenaga listrik yang disediakan oleh PLN serta memerlukan generator sebagai cadangan. Analisa kelayakan pendirian pabrik menggunakan analisis ekonomi dengan modal total investasi yang terdiri dari Penanaman Modal Tetap dan Modal Kerja. Total Biaya produksi Rp 2.373.215.332.454 dan Penjualan Tahunan Rp 364.000.000.000 sehingga didapatkan keuntungan sebelum pajak -710,45% dan keuntungan sesudah pajak sebesar -568,36%. *Pay Out Time* (POT) setelah pajak sebesar -0,18 tahun, *Discounted Cash Flow* (DCF) -91,4%, *Break Event Point* (BEP) -6,08% sedangkan *Shut Down Point* (SDP) -4,59%. Berdasarkan analisis ekonomi tersebut pabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: Asam Sulfat, Aluminium Sulfat, Bauksit

ABSTRACT

Indonesia is a developing country that has a fairly high industrial growth rate. At this time of technology led to the rapid development of the chemical industry in the world. However, there are only a few chemical factories in Indonesia, resulting in an increase in imported chemicals in Indonesia. Based on the calculated need for aluminum sulfate in Indonesia, the designed factory capacity is 56,000 tons/year. The process of making Aluminum Sulfate is carried out by a wet process in a Stirred Tank Flow REACTOR (RATB). In this reactor the reaction takes place in the solid-liquid phase, irreversible, economical, at a temperature of 110°C and a pressure of 1 atm, so a cooling jacket is used to maintain the reaction temperature.

This plant requires water for the utility process of 1,127,944 kg/hour and 658.79 kW of electricity provided by PLN and requires a generator as a backup. Analysis of the feasibility of establishing a factory using economic analysis with total investment capital consisting of Fixed Investment and Working Capital. Total production cost of IDR 2,513,573,605,182 and annual sales of IDR 2,632,000,000,000 resulting in a profit before tax of 41.88% and a profit after tax of 33.50%. Pay Out Time (POT) after tax is 2.98 years, Discounted Cash Flow (DCF) is 5.5%, Break Event Point (BEP) is 50.99% while Shut Down Point (SDP) is 39.29%. Based on the economic analysis, this factory is feasible to be established.

Keywords: Sulfuric Acid, Aluminum Sulfate, Bauxite

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era dewasa ini Indonesia memberikan pengaruh pertumbuhan dalam bidang industri kimia. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, sektor industri pun turut mengalami pertumbuhan salah satunya industri kimia.

Indonesia merupakan negara berkembang yang memiliki tingkat pertumbuhan industri yang cukup tinggi. Pada masa teknologi saat ini menimbulkan pesatnya perkembangan industri kimia di dunia. Tetapi, sedikitnya pabrik kimia di Indonesia, mengakibatkan kenaikan bahan-bahan kimia yang di impor di Indonesia. Diantaranya adalah bahan kimia berupa aluminium sulfat.

Aluminium sulfat [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$] atau disebut dengan tawas adalah bahan kimia yang diperlukan sangat baik dalam industri pengolahan air. Selama ini kebutuhan aluminium sulfat diimpor dari luar negeri. Yang menggunakan industri aluminium sulfat yaitu industri kertas, industri batik, dan kilang pengolahan air limbah. Aluminium sulfat bisa disebut juga dengan alum. Alum memiliki sifat larut dalam air dan tidak larut dalam alkohol.

Bauksit berasal dari batuan yang memiliki kadar aluminium (Al) nisbi tinggi, kadar besi (Fe) rendah dan hanya sedikit mengandung kuasa (SiO_2). Bauksit adalah endapan biji alumina yang dimanfaatkan sebagai bahan galian industri dari bahan dasar yang memproduksi logam aluminium.

1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Kapasitas produksi yaitu sebuah hasil maksimum yang dapat menghasilkan dalam satuan waktu tertentu (kusuma,2009). Dalam penentuan ini kapasitas pabrik dari aluminium sulfat memiliki beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, diantaranya adalah kapasitas pabrik yang

telah berdiri, ketersediaan bahan baku dan kebutuhan produk.

1.2.1. Kapasitas Pabrik Aluminium sulfat yang Telah Berdiri

Penentuan dari kapasitas pabrik aluminium sulfat harus dipertimbangkan oleh pabrik-pabrik yang telah berdiri. Hal tersebut digunakan sebagai rentang kapasitas pabrik yang dapat didirikan karena pabrik yang menguntungkan yang akan tetap berdiri.

Tabel 1. 1 Produsen Aluminium Sulfat

Produsen	Kapasitas (ton/tahun)	Negara
Sanghai Yixin Chemical Co.,Ltd	1.000.000	Cina
Hongkong Vilia Chemical.Ltd	12.000	Hongkong
Yucheng Jinhe Industry Co.,Ltd	134.000	Malaysia
Total Link Corporation	200.000	Bangladesh

(sumber: Alibaba,2014)

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pendirian dari pabrik aluminium sulfat akan beroperasi dengan baik dan menguntungkan pada rentang kapasitas yang lebar diantaranya ton/tahun.

1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku

Pertimbangan lain pada menentukan kapasitas dari pabrik aluminium sulfat merupakan ketersediaan dari bahan baku. Yang mana dipastikan pabrik dibangun mendapatkan *supply* bahan baku secara terus menerus. Bahan baku yang mendapatkan mungkin dipenuhi dari dalam negeri. Impor dapat digunakan jika produksi didalam negeri tidak bisa memenuhi kebutuhan, dengan mempertimbangkan dampak dari ekonomisnya.

Pembuatan bahan baku dari aluminium sulfat adalah bauksit dan asam sulfat. Bauksit tidak perlu diimpor dikarenakan di Indonesia memiliki pabrik tersebut dan begitu juga untuk asam sulfat. Untuk mengetahui

ketersediaan bahan baku di Indonesia dapat dilihat melalui data produsen dari Bauksit dan Asam Sulfat yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 1.2 Pabrik Bauksit di Indonesia

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Antam (Persero) Tbk	180.970.000
PT. Bintan Alumina Indonesi (BAI)	1.000.000
PT. Indonesia Chemical Alumina (PT.ICA)	1.700.000

(sumber: cnbcindonesia.com,2021)

Tabel 1.3 Pabrik Asam Sulfat di Indonesia

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Petrokimia, Gresik	1.170.00
PT. Smelting, Gresik	920.000
PT. Petro Jordan Abadi, Gresik	600.000
PT. Indonesia Acids Industry, Cilegon	82.500
PT. Mahkota Indonesia, Jakarta	74.000

1.2.3. Kebutuhan Produk di Indonesia

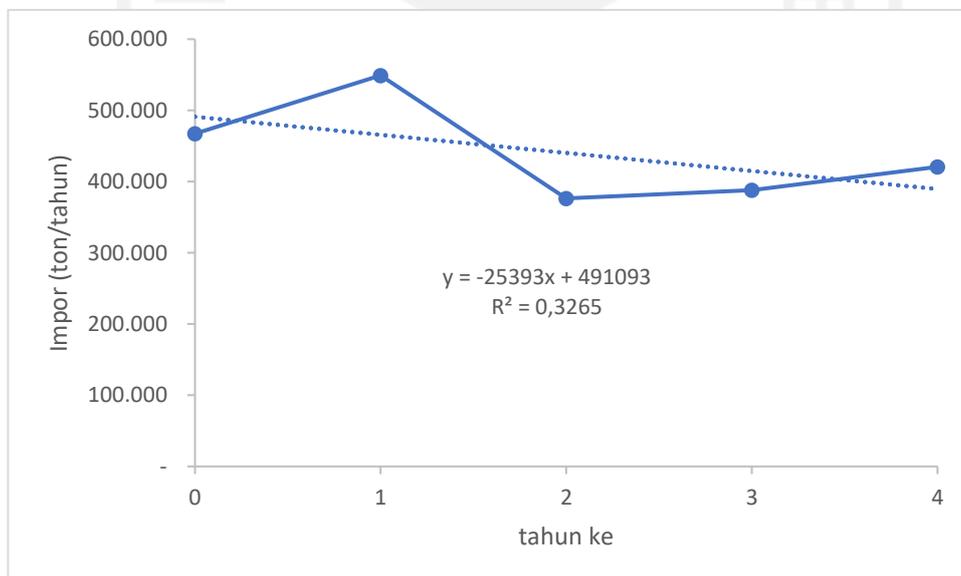
Untuk mengetahui proyeksi kebutuhan dari aluminium sulfat di Indonesia dapat dilihat melalui data impor dan ekspor yang didapatkan dari UN Comtrade. Dapat dilihat data impor dan ekspor aluminium sulfat sebagai berikut:

Tabel 1.4 Kebutuhan Impor Aluminium Sulfat di Indonesia

No.	Tahun	Impor (ton/tahun)
1.	2017	467.176,48
2.	2018	549.111,93
3.	2019	376.446,72
4.	2020	388.069,97
5.	2021	420.733,84

(sumber: UN Comtrade,2020)

Dari tabel 1.4 tersebut dapat dilihat bahwa persamaan grafiknya dengan metode regresi linier hubungan antara kebutuhan impor aluminium sulfat pada tahun ke-n.



Gambar 1.1 Grafik hubungan antara impor aluminium sulfat pada tahun ke-n

Dari Gambar 1.1 grafik hubungan antar kebutuhan impor aluminium sulfat pada tahun ke-n diperoleh persamaan $y = -25393x + 5E +07$. Pada pabrik yang direncanakan akan dibangun pada tahun 2027 (tahun ke -10)

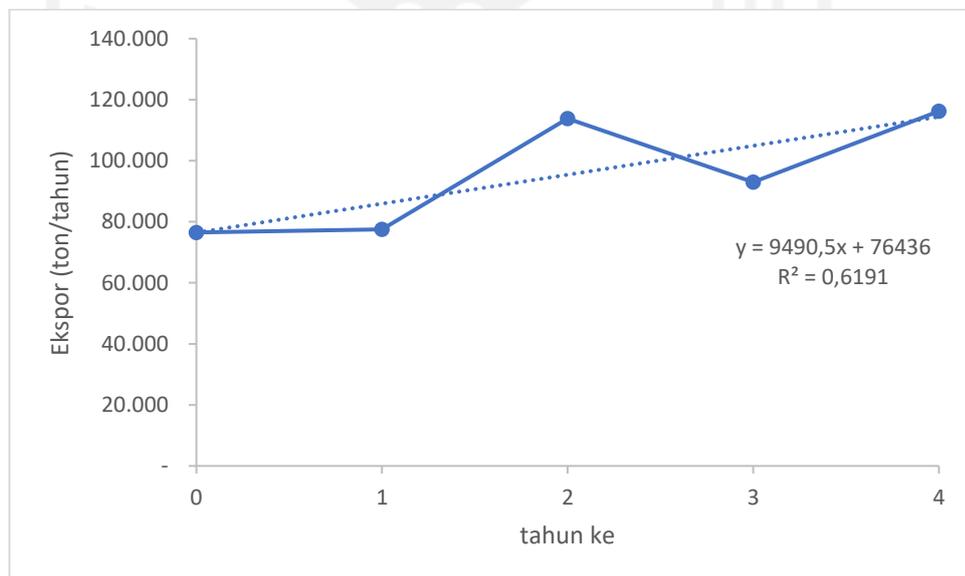
maka menggunakan persamaan tersebut, dapat diperkirakan bahwa kebutuhan impor aluminium sulfat sebesar 237.163 ton/tahun

Tabel 1.5 Kebutuhan Ekspor Aluminium Sulfat di Indonesia

Tahun	Tahun ke	Ekspor (Ton/ Tahun)
2017	0	76.502
2018	1	77.545
2019	2	113.816
2020	3	92.994
2021	4	116.230

(sumber: UN Comtrade,2020)

Dari tabel 1.4 tersebut dapat dilihat bahwa persamaan grafiknya dengan metode regresi linier hubungan antara kebutuhan ekspor aluminium sulfat pada tahun ke-n.



Gambar 1.2 Grafik hubungan antara ekspor aluminium sulfat pada tahun ke-n

Dari Gambar 1.2 grafik hubungan antar kebutuhan impor aluminium sulfat pada tahun ke-n diperoleh persamaan $y = 9490,5x + 2E + 07$. Pada pabrik yang direncanakan akan dibangun pada tahun 2027 (tahun ke -10) maka menggunakan persamaan tersebut, dapat diperkirakan bahwa kebutuhan impor aluminium sulfat sebesar 171.341 ton/tahun

Berdasarkan data kebutuhan aluminium sulfat di Indonesia yang telah diperhitungkan maka kapasitas pabrik yang diperoleh sebesar 111.556 ton/tahun. Dari hasil tersebut dipilih 50% sehingga kapasitas pabrik yang akan dirancang adalah 56.000 ton/tahun dengan pertimbangan belum ada pabrik aluminium sulfat di Indonesia serta memperhatikan jumlah produksi dari pabrik yang sudah didirikan diluar negeri dengan rentan kapasitas 12.000 – 1.000.000 ton/tahun, diharapkan pabrik yang akan didirikan dapat memenuhi kebutuhan aluminium sulfat di Indonesia dan mengurangi impor dari luar negeri. Selain itu, kelebihan dari kapasitas produksi aluminium sulfat ini akan dijadikan sebagai komoditas ekspor ke luar negeri sehingga dapat meningkatkan perekonomian di Indonesia.

1.3. Tinjauan Pustaka

1.3.1. Aluminium Sulfat

Kata alum dari aluminium sulfat ini berasal dari bahas latin yaitu Alumen. Selain Itu, juga memiliki nama lain seperti cake alum, filter alum, papermaker's alum dan alunogenik. Senyawa ini di susun dari ikatan sulfat ganda aluminium dan kalium. Ikatan dari sulfat dan kalium bisa digantikan oleh ammonium bahkan tanpa adanya ikatan ganda atau bisa di sebut juga dengan ikatan aluminium dengan sulfat saja.

Aluminium sulfat jarang sekali di jumpai dalam bentuk anhidrat. Bentuk yang sering ditemukan yaitu dalam bentuk hexa deca hidrat dan octa deca hidrat. Sedangkan pada mineral alaminya memiliki rumus empiris yang sama dengan hepta deca hidrat. Aluminium sulfat banyak ditemukan di pasaran dalam bentuk teknis dan komersial (dengan batas kadar untuk besinya 0,05 untuk teknis dan 0,5 untuk kadar komersial). (Nurcahyo., 2014)

1.3.2. Bauksit

Bauksit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) mempunyai system kristal octahedral, yang terdiri dari 35 – 65% Al_2O_3 , 2 – 10% SiO_2 , 2 – 20 % Fe_2O_3 , 1 – 3 TiO_2 dan 10 – 30 H_2O . sebagai bijih alumina, bauksit juga mengandung sedikitnya 35% Al_2O_3 , 5% SiO_2 , 6% Fe_2O_3 , dan 3% TiO_2 . Bauksit juga terbuat dari batuan yang memiliki kadar aluminium tinggi, kadar besi rendah dan kadar kuarsa bebas. Pada saat batuan mengalami pelapukan kimiawi unsur kimia silika (Si) terlarut dan terlepas dari ikatan kristal begitu juga Sebagian unsur besi. Secara komersial bauksit akan terjadi dalam tiga bentuk, yaitu :

1. *Pissolitic* atau *oolitic* yang disebut juga “kamel” yang mempunyai ukuran diameter dari sentimeter, sebagai *amorfous trihydrate*.
2. *Sponge ore* (Arkansas), *prou*, ialah sisa dari batuan asal dengan komposisi utama mineral gipsit.
3. *Amorphous* atai bijih lempung. (Ramadhan., 2014).

1.3.3. Asam Sulfat

Asam sulfat (H_2O) adalah asam mineral anorganik yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat juga mempunyai banyak kegunaan dan merupakan salah satu produk utama industri kimia. Asam sulfat yang tidak diencerkan tidak bisa ditemukan secara alami di bumi di karenakan memiliki sifat yang higroskopis. Asam sulfat 98% umumnya disebut juga sebagai asam sulfat pekat. Terdapat berbagai jenis konsentrasi asam sulfat yang digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk kegunaan laboratorium, asam baterai, asam bilik atau asam pupuk, asam menara, asam pekat. Mutu teknis H_2SO_4 tidaklah murni dan seringkali berwarna. Mutu murni asam sulfat digunakan untuk membuat obat – obatan dan zat warna. (Arita., 2015)

1.3.4. Jenis – jenis Proses

Untuk pembuatan aluminium sulfat terdapat dua jenis proses yaitu :

1. Proses Kering

Penyimpanan bahan baku boksit dari silo diangkut dengan conveyor dan dilarutkan di dalam suatu tangki yang dilapisi timah hitam yang digunakan untuk memperoleh konsentrasi larutan. Kemudian larutan NaOH 10% dimasukkan ke dalamnya, lalu dipanaskan dengan agitasi. PH campuran 7-10 dengan cara diencerkannya dengan air. $Al_2(OH)_3$ yang dibentuk kemudian diendapkan menggunakan alat yang disebut dengan tangki pengendapan. Terbentuknya endapan kemudian disaring dengan drum yang berputar pada penyaring hampa dan beberapa dikembalikan sebagai pembawa yang bertujuan untuk mempercepat proses pengendapan. pada suatu tangki Aluminium Hidroksida yang sudah tersaring lalu disuspensikan ke dalam sejumlah air dan kemudian dilarutkan kembali dalam NaOH dengan cara memanaskan larutan CO_2 dilewatkan terhadap larutan ini untuk mengatur PH 7-10. Maka akan terbentuknya endapan yang berupa gel. Hasil endapan yang didapatkan berbentuk Alumina gel kemudian disaring dan dicuci menggunakan alat penggerak pengering berputar, gel yang dikeringkan pada suhu 400-800°C. Selanjutnya didinginkan menggunakan alay pendingin berputar, kemudian dimasukkan ke dalam alat mesin penghancur sehingga didapatkan produk yang diinginkan. (Mc.Ketta,1997)

Pada proses yang digunakan maka Aluminium Sulfat dibuat dengan cara memanaskan bahan yang mengandung Al_2O_3 dengan asam sulfat pada suhu 170°C pada tekanan 1 atm.dengan konsentrasi H_2SO_4 60% rasio asam sulfat dan kaolin 3 :1, dengan nilai konversi 73,23%. Bahan yang umum digunakan pada proses ini adalah kaolin. (I.B.Agra,1975)

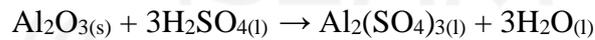
2. Proses Basah

Pada proses ini Aluminium Sulfat di buat dengan cara melarutkan bahan yang mengandung Al_2O_3 dengan Asam Sulfat dalam suatu reaktor pada suhu 105-110°C dan tekanan 1 atm. Bahan yang umum

digunakan dalam proses ini adalah bauksit.

Bauksit dari silo penyimpanan bahan baku diangkut dengan Screw Conveyor dan diumpankan ke dalam reaktor. Sementara Asam Sulfat H₂SO₄ yang berasal dari tangki penyimpanan dialirkan dengan pompa yang diencerkan dengan air di dalam mixer dan di umpankan ke dalam reaktor. Di dalam reaktor terjadi reaksi selama 5 jam atau 300 menit.

Reaksi adalah sebagai berikut:



Produk yang keluar dari reaktor di masukkan ke dalam crystallizer untuk di kristalkan sehingga terbentuk Al₂(SO₄)₃ yang masih basah. Kemudian di keringkan dengan alat pengering setelah melewati screw conveyor dan akhirnya disimpan ke dalam silo penyimpanan setelah melewati alat pengangkutan dan elevator.

Tabel 1.6 Perbandingan Proses Pembuatan Aluminium Sulfat

Kriteria	Proses Kering	Proses Basah
Kondisi operasi	T = 170 ^o C P = 1 atm Yield = 73,23% Konversi = 73,23%	T = 105-110 ^o C P = 1 atm Yield = 85% Konversi = 85%
Bahan baku	Aluminium sulfat sulit di dapatkan. Harga cenderung lebih mahal.	Bauksit mudah di dapatkan. Harga cenderung lebih murah.

Limbah yang dihasilkan	Limbah yang dihasilkan dapat membahayakan Kesehatan paru – paru karena limbah berbentuk serbuk debu yang berukuran sangat halus.	Dapat dimasukkan ke dalam unit pengolahan limbah sehingga tidak membahayakan.
------------------------	--	---

Berdasarkan table diatas, maka yang dipilih ialah proses basah untuk memproduksi aluminium sulfat dengan bahan baku bauksit dan asam sulfat dengan menggunakan pertimbangan sebagai berikut :

A. Kelebihan proses basah :

- Limbah dapat dimasukkan kedalam unit pengolahan limbah sehingga tidak membahayakan
- Alat yang digunakan pada proses basah lebih sedikit sehingga menghemat uang modal.

B. Kekurangan proses kering :

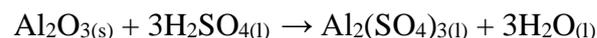
- Limbah yang dihasilkan berupa debu yang terbentuk serbuk yang sangat halus, dapat membahayakan paru-paru manusia.
- Alat yang digunakan pada proses kering terlalu banyak, sehingga akan banyak mengeluarkan uang modal.

1.3.5. Tinjauan Kinetika dan Termodinamika

1. Tinjauan Kinetika

Reaksi Al_2O_3 dan H_2SO_4 adalah reaksi padatan yang memiliki ukuran kecil (serbuk) dengan cairan. Reaksi pembentukan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dari Al_2O_3 dan H_2SO_4 merupakan reaksi orde 1.

Reaksi :



Nilai dari konstanta kesetimbangan reaksi (K) dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$K = Ae^{(-Ea/RT)}$$

Dimana nilai :

$$A = 3,00E+07$$

$$E_a = 60.835,4 \text{ j/mol}$$

$$R = 8,314 \text{ j/Kmol}$$

$$T = 383 \text{ K}$$

Maka :

$$k = 3,00E + 07 \exp^{\left(\frac{60.835,4 \text{ J/mol}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \cdot \text{K} \times 383 \text{ K}}\right)}$$

$$k = 0,151 \text{ m}^3/\text{kmol jam.}$$

Dilihat dari kinetika reaksinya, laju pembentukan Aluminium Sulfat dari bauksit dan asam sulfat semakin kecil dengan meningkatnya suhu. Dapat dijelaskan dengan menggunakan persamaan arrhenius sebagai berikut:

$$k = Ae^{(-E_a/RT)}$$

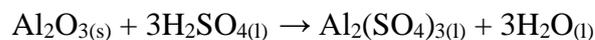
Dimana k adalah konstanta laju reaksi, A merupakan faktor frekuensi tumbukan dengan satuan L/mol.s, E_a yaitu energi aktivasi dengan satuan J/mol, R merupakan konstanta gas dengan nilai J/mol.K dan T ialah suhu dengan satuan °K.

Dari persamaan diatas, nilai A, E_a , R ialah tetap. Maka dari itu, nilai k hanya dipengaruhi oleh suhu dan laju reaksi yang menurun dengan meningkatnya suhu. Dari perhitungan reaktor diperoleh harga kecepatan reaksi pembentukan *Aluminium sulphate* adalah $0,151 \text{ m}^3/\text{kmol jam}$.

2. Termodinamika

Dalam hal ini tinjauan termodinamika untuk menentukan kondisi operasi reaksi, apakah reaksi ini akan berjalan secara eksotermis atau secara endotermis, maka diperlukan pembuktian dengan menggunakan perhitungana panas pembentukan standar pada tekanan 1 atm dan suhu 298 K.

Reaksi pembentukan aluminium sulfat dari bauksit dan asam sulfat adalah sebagai berikut :



ΔH_f 298 yang didapatkan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\Delta H_{f\ 298}\ \text{Al}_2\text{O}_3 &= -1675,70\ \text{kJoule/mol} \\
\Delta H_{f\ 298}\ \text{H}_2\text{SO}_4 &= -735,13\ \text{kJoule/mol} \\
\Delta H_{f\ 298}\ \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 &= -3442\ \text{kJoule/mol} \\
\Delta H_{f\ 298}\ \text{H}_2\text{O} &= -241,80\ \text{kJoule/mol} \\
\Delta H_{\text{reaksi}} &= \Delta H_{f\ 298}\ \text{produk} - \Delta H_{f\ 298}\ \text{reaktan} \\
&= -286,31\ \text{kJoule/mol}
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh hasil negatif (-), sehingga dapat disimpulkan bahwa reaksi tersebut mempunyai sifat eksoterm atau dapat menghasilkan panas.

Selanjutnya, kondisi operasi dari reaksi pembentukan aluminum ditinjau dari harga kesetimbangan dari persamaan energi Gibbs, yaitu sebagai berikut :

$$\ln K = \frac{-\Delta G}{RT}$$

Keterangan :

K : konstanta kesetimbangan reaksi

G : energi bebas Gibbs (Kjoule/mol)

R : konstanta gas, 8,314 (kJoule/mol)

T : temperatur (K)

ΔG°_{298} yang didapatkan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\Delta G^{\circ}_{298}\ \text{Al}_2\text{O}_3 &= -1582,30\ \text{kJoule/mol} \\
\Delta G^{\circ}_{298}\ \text{H}_2\text{SO}_4 &= -653,47\ \text{kJoule/mol} \\
\Delta G^{\circ}_{298}\ \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 &= -3204,57\ \text{kJoule/mol} \\
\Delta G^{\circ}_{298}\ \text{H}_2\text{O} &= -228,60\ \text{kJoule/mol} \\
\Delta G^{\circ}_{298}\ \text{reaksi} &= \Delta G^{\circ}_{298}\ \text{produk} - \Delta G^{\circ}_{298}\ \text{reaktan} \\
&= -347,66\ \text{kJoule/mol} \\
&= -347.660\ \text{joule/mol}
\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh hasil sebesar -347.660 joule/mol, maka reaksi ini berlangsung secara spontan karena hasil yang diperoleh dari perhitungan ΔG° reaksi < 0 .

$$\begin{aligned} \ln K &= \frac{-\Delta G}{RT} \\ \ln K &= \frac{-(-347660)}{8,314 \times 298} \\ &= 140,322 \\ &= 8,738 \times 10^{60} \end{aligned}$$



BAB II
PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Produk

2.2.1. Aluminium Sulfat

Rumus Kimia	: $Al_2(SO_4)_3$
Berat molekul	: 342,14 g/mol
Kenampakan	: Padatan kristalin putih higroskopis
Warna	: putih
Titik leleh	: 770°C
Titik didih	: 120°C
Titik mengkristal	: 16°C
<i>Specific gravity</i>	: 1,69 gr/mL
Kelarutan dalam air	: 86,9 gram/100 mL (0°C)
Sifat-sifat kimia	: larut dalam air, tidak larut dalam alkohol

(sumber: MSDS No. 015)

Tabel 2.1 Identifikasi Hazard Aluminium Sulfat

Identifikasi Hazard Bahan Kimia dalam Proses			
Komponen	Hazard	Ket	Pengelolaan
Aluminium sulfat	Mudah Meledak		Menyebabkan kerusakan mata yang serius. Pakai sarung tangan pelindung/pelindung mata/ pelindung wajah. Bila terkena mata bilas dengan air selama beberapa menit. Lepaskan lensa kontak jika memakainya dan dapatkan nasehat/perhatian medis
	Mudah terbakar		
	Beracun		
	Korosif		
	Iritasi	✓	
	Oksidasi		
	Radioaktif		

2.2. Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

2.2.1. Asam Sulfat

Rumus Kimia	: H ₂ SO ₄
Berat molekul	: 98,08 g/mol
Kenampakan	: cair
Warna	: tidak berwarna (cairan bening)
Titik leleh	: 10°C
Titik didih	: 337°C
<i>Specific gravity</i>	: 1,85 gr/mL
Kelarutan dalam air	: terlarut penuh (endotermis)
Sifat-sifat kimia	: dapat bereaksi dengan air, basa, asam lemah dan logam $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSO}_4^-$ $\text{C}_4\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_4\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2 + \text{FeSO}_4$

(sumber: MSDS Smart-Lab, 079)

Tabel 2.2 Identifikasi Hazard Asam Sulfat

Identifikasi Hazard Bahan Kimia dalam Proses			
Komponen	Hazard	Ket	Pengelolaan
Asam Sulfat	Mudah Meledak		Dapat korosif terhadap logam. Dapat menyebabkan iritasi dan terbakar. Berbahaya jika teroles. Hindari uap ataupun asapnya. Gunakan dalam ventilasi cukup. Hindari kontak dengan mata, kulit, baju. Cuci tangan dengan bersih setelah memegang dan simpan rapat-rapat.
	Mudah terbakar		
	Beracun	✓	
	Korosif	✓	
	Iritasi	✓	
	Oksidasi		
	Radioaktif		

2.2.2. Bauksit

Kenampakan	: batu seperti tanah
Warna	: coklat ke coklat merahan
Komposisi	: berat silica 6 – 15% berat iron oxide 0 – 12% berat titanium dioxide 2 – 5%
Titik leleh	: 2038°C
<i>Specific gravity</i>	: 2,4 – 2,6 gr/mL
Kelarutan dalam air	: tidak terlarut

(sumber: Geo Safety data sheet, 3215N)

Table 2.3 Identifikasi Hazard Bauksit

Identifikasi Hazard Bahan Kimia dalam Proses			
Komponen	Hazard	Ket	Pengelolaan
Bauksit	Mudah Meledak		Bauksit mengandung kelembaban sekitar 12% sehingga, dalam kondisi pengirimannya, tidak berdebu. Namun, jika dikeringkan, debu bauksit dianggap sebagai pengganggu. Hal ini tidak mudah diserap melalui kulit atau saluran pencernaan dan hanya buruk melalui paru-paru. Paparan debu bauksit yang berlebihan dapat menyebabkan iritasi selaput lendir pada hidung dan tenggorokan. Gunakan praktik kerja yang aman untuk menghindari kontak mata dan pembentukan debu (penghirupan).
	Mudah terbakar		
	Beracun	✓	
	Korosif		
	Iritasi	✓	
	Oksidasi		
	Radioaktif		

2.3. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik aluminium sulfat meliputi pengendalian kualitas pada bahan baku, pengendalian kualitas proses ini dan pengendalian kualitas produk.

2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pada pengendalian kualitas dari bahan baku yang di maksud untuk memahami sejauh mana kualitas bahan baku yang dipakai, apakah sudah memenuhi spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum melakukan proses produksi, maka dilakukan pengujian terhadap kualitas dari bahan baku yang memiliki tujuan agar bahan yang diperlukan dapat diproses didalam pabrik. Beberapa uji yang dilakukan diantaranya uji viskositas, densitas, kadar komposisi komponen, dan kemurnian bahan baku.

2.3.2. Pengendalian Proses

Pengendalian proses dilakukan untuk mengetahui aliran dan alat sistem kontrol pabrik Aluminium Sulfat.

2.3.2.1. Alat Sistem Kontrol

1. *Sensor*, dipergunakan untuk mengidentifikasi variabel – variabel proses. Alat yang dipakai yaitu manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, serta *thermocouple* sebagai sensor suhu.
2. *Controller* dan indikator, diantaranya yaitu *level indicator* dan *control*, *temperature indicator*, *pressure control*, dan *flow control*.
3. *Actuator*, dipergunakan untuk memanipulasi agar variabelnya sama seperti *variabel controller*. Alat yang dipakai yaitu *automatic control valve* dan *manual hand valve*

2.3.2.2. Aliran Sistem Kontrol

1. Aliran *Pneumatic* (aliran udara tekan) dipergunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
2. Aliran *electric* (aliran listrik) dipergunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.

3. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level)
dipergunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

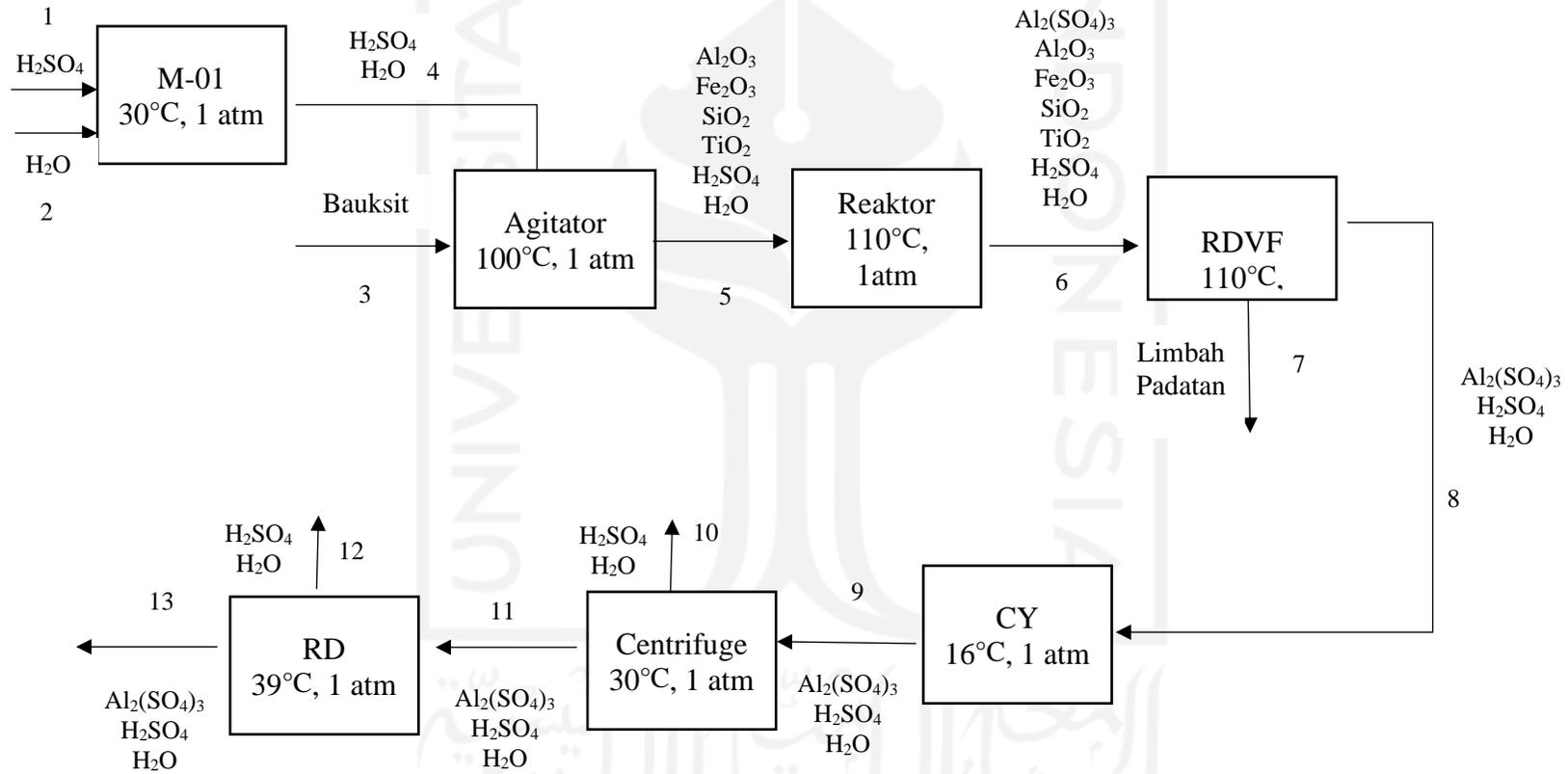
Jika terjadi sesuatu dalam proses produksi, maka dari itu terdeteksi oleh sinyal, lampu, alarm dan lain-lain untuk mengembalikan kekondisi normalnya. Hal ini dapat digunakan secara otomatis atau manual untuk menghindari masalah yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain bahan baku tidak memenuhi standar, kerusakan alat reproduksi, kesalahan operasional dan lain sebagainya.

2.3.2.3. Pengendalian Kualitas Produk

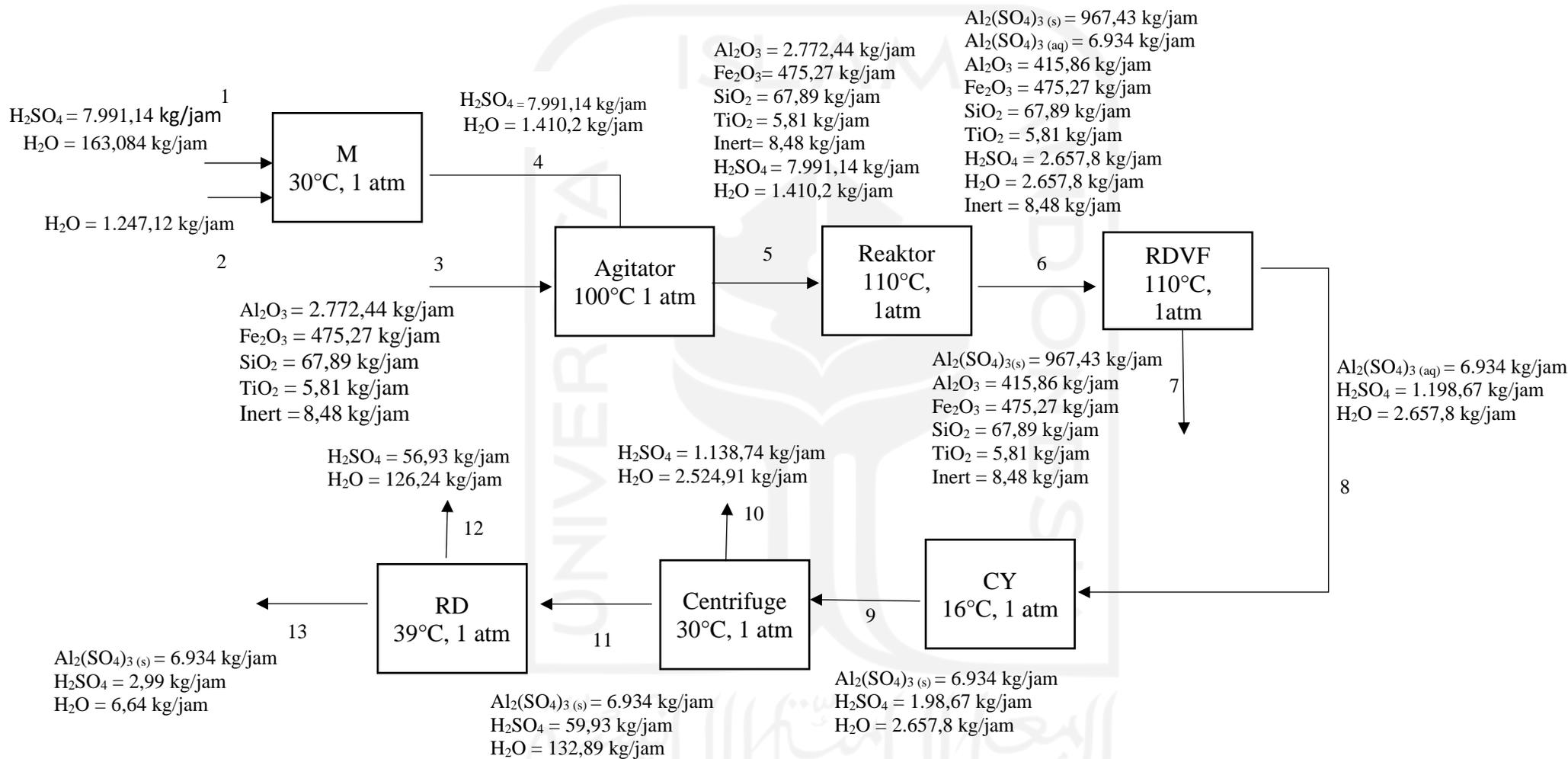
Pengendalian kualitas produk digunakan untuk memperoleh mutu produk standar maka dari itu digunakan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses dengan cara *system control* sehingga untuk mendapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Pengujian densitas, viskositas, volatilitas, kemurnian produk, dan komposisi produk dilakukan untuk menentukan produk yang mana akan diproduksi sesuai dengan standar yang ada.

**BAB III
PERANCANGAN PROSES**

3.1. Diagram Alir Proses dan Material



Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif

3.2. Uraian Proses

Bahan baku H_2SO_4 98% disimpan dalam tangki penyimpanan pada suhu $30^\circ C$ dan tekanan 1 atm. Yang di umpankan ke *Mixer* dengan bantuan pompa sedangkan H_2O dari utilitas juga di alirkan ke dalam *Mixer* dengan bantuan pompa untuk mengurangi konsentrasi menjadi 85%. Lalu, dialirkan dari *Mixer* dengan suhu $100^\circ C$ dengan tekanan 1 atm menuju *Agitator* dengan bantuan pompa. Bahan baku bauksit disimpan dalam Silo pada suhu $30^\circ C$ di alirkan dengan bantuan *Screw Conveyor* dan *Bucket Elevator* menuju ke *Agitator* pada suhu $100^\circ C$ dan tekanan 1 atm untuk dilakukan pengadukan H_2SO_4 dan bauksit untuk mengurangi ketidaksamaan komposisi. Setelah itu, di alirkan dengan pompa ke *Heat Exchanger* agar suhu naik menjadi $110^\circ C$ dan masuk ke dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk pada suhu $110^\circ C$ dan tekanan 1 atm.

Selanjutnya, di alirkan pompa menuju ke *Rotary Drum Vacuum Filter* dengan suhu $110^\circ C$ dan tekanan 1 atm yang berfungsi untuk memisahkan cake dan filtrat yang dipakai. Untuk, cake akan di alirkan ke UPL dengan bantuan *Screw Conveyor* sedangkan untuk filtrat di alirkan kedalam *Cooler* untuk menaikan suhu menjadi $16^\circ C$ dan kemudian di masukkan ke dalam *Crystallizer* $16^\circ C$ dan tekanan 1 atm yang berfungsi mengkristalkan produk Aluminium Sulfat. Lalu, Aluminium Sulfat di alir kan ke dalam *Centrifuge* $30^\circ C$ dan tekanan 1 atm dengan menggunakan pompa. Selanjutnya dilakukan proses penyaringan hasil kristalisasi di centrifuge agar terjadi pemisahan antara kristal Aluminium Sulfat dengan air dan Asam Sulfat. Kemudian, di alirkan dengan menggunakan *Screw Conveyor* menuju *Rotary Dryer* dengan suhu $39^\circ C$ dan tekanan 1 atm yang berfungsi untuk mengeringkan produk Aluminium sulfat. Produk yang sudah jadi akan dialirkan menuju silo dengan suhu $30^\circ C$ dan tekanan 1 atm yang dibantu oleh *Screw Conveyor*.

3.3. Spesifikasi Alat

3.3.1. Alat Besar

3.3.1.1. Mixer

Kode : M-01

Fungsi : Menurunkan Konsentrasi Asam Sulfat (H_2SO_4) dengan H_2O

Jenis : *Torispherical dished head*

Jumlah : 1 unit

Bahan : *Stainless Steel SA-167 Grade 3 Type 304*

Kondisi : Suhu : $30^{\circ}C$
Tekanan : 1 atm

Spesifikasi :

a. Dimensi

Diameter : 0,9367 m

Tinggi : 7,1309 m

Tinggi cairan : 0,8815 m

Volume mixer : $1,5056 m^3$

Volume head : $0,1075 m^3$

Volume shell : $1,2905 m^3$

Tebal shell : 0,0047 m

Tebal head : 0,0037m

Tinggi head : 0,2190 m

b. Pengaduk

Jenis : *Three-blade Marine Propeller*

Jumlah pengaduk : 8

Diameter Impeller : 0,3122 m

Kecepatan : 665 rpm

Daya motor : 10 HP

c. Jaket Pendingin

Diameter dalam jaket : 0,9747 m

Diameter luar jaket : 1,0255 m

Tinggi jaket : 2,2487 m

Tebal jaket	: 0,0254 m
Jumlah	: 1
Harga	: US\$ 11.900

3.3.1.2. Agitator

Kode	: AG-01
Fungsi	: Mengaduk Asam Sulfat (H_2SO_4) dan Bauksit Untuk Mengurangi Ketidaksamaan Komposisi
Jenis	: <i>Torispherical dished head</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan	: <i>Stainless Steel SA-167 Grade 3 Type 304</i>
Kondisi	: Suhu : 100°C Tekanan : 1 atm
Spesifikasi	:
a. Dimensi	
Diameter	: 1,8604 m
Tinggi	: 5,1821 m
Tinggi cairan	: 1,7570 m
Volume agitator	: 11,7940 m ³
Volume head	: 0,84,24m ³
Volume shell	: 10,1092 m ³
Tebal shell	: 0,0079 m
Tebal head	: 0,0079 m
Tinggi head	: 0,7306 m
b. Pengaduk	
Jenis	: <i>Three Blade Marine Propeller</i>
Jumlah pengaduk	: 9
Diameter Impeller	: 0,6201 m
Kecepatan	: 330 rpm
Daya motor	: 25 HP

Jumlah : 1 unit
Harga : US\$ 18.900

3.3.1.3. Reaktor

Kode : R-01
Fungsi : Mereaksikan senyawa H_2SO_4 (Asam Sulfat) dan Bauksit
Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Bahan : *Stainless Steel SA-167 Grade 3 Type 304*
Kondisi : Suhu : 110°C
Tekanan : 1 atm

Spesifikasi:

a. Dimensi :

Diameter : 4,303 m
Tinggi : 6,455 m
Tinggi cairan : 4,252 m
Tinggi shell : 6,455 m
Tinggi head : 0,856 m
Volume : 64,047 m³
Volume shell : 62,562 m³
Volume head : 1,484 m³
Tebal shell : 0,006 m
Tebal head : 0,011 m

b. Pengaduk

Diameter pengaduk : 1,520 m
Tinggi pengaduk : 0,304 m
Lebar pengaduk : 0,380 m
Jarak pengaduk : 1,519 m
Daya motor : 75 HP

a. Jaket Pendingin

Diameter dalam jaket : 4,572 m
Diameter luar jaket : 4,610 m
Tinggi jaket : 7,695 m

Tebal jaket : 0,019 m
Jumlah : 1 unit
Harga : US\$ 284.000

3.3.1.4. Rotary Drum Vacum Filter

Kode : RDVF-01
Fungsi : Menyaring padatan yang keluar dari reaktor berupa Aluminium Sulfat $Al_2(SO_4)_3$
Jenis : *Rotary Drum Vacum Filter*
Bahan : *Stainlees Steel SA-167 Grade 3 Type 304*
Kondisi : Suhu : 110°C
Tekanan : 1 atm

a. Spesifikasi:

Diameter : 3,947 m
Panjang : 7,895 m
Luas permukaan : 131,67 ft²
Kecepatan putar : 1,2 rpm
Daya motor : 1,125 HP
Jumlah : 1 unit
Harga : US\$ 348.900

3.3.1.5. Crystallizer

Kode : CR-01
Fungsi : Mengkristalkan Larutan $Al_2(SO_4)_3$ yang keluar dari *Rotary Drum Vacum Filter*
Jenis : *Swenson Walker Crystallizer*
Bahan : *Stainlees Steel SA-167 Grade 3 Type 304*
Kondisi : Suhu : 16°C
Tekanan : 1 atm

Spesifikasi

a. Dimensi:

Diameter : 0,882 m

Panjang	: 3,048 m
Tinggi	: 4,898 m
Tinggi cairan	: 1,2018 m
Tinggi shell	: 4,731 m
Tinggi head	: 0,1667 m
Volume	: 3,6411 m ³
Volume shell	: 0,9210 m ³
Volume head	: 0,0498 m ³
Tebal shell	: 0,0047 m
Tebal head	: 0,0047 m

b. Pengaduk

Jenis	: <i>Helical Conveyor</i>
Panjang pengaduk	: 3,048 m
Daya motor	: 0,20 HP
Jumlah	: 1 unit
Harga	: US\$ 135.200

3.3.1.6. Centrifuge

Kode	: CF-01
Fungsi	: Memisahkan Kristal Al ₂ (SO ₄) ₃
Tipe	: <i>Solid Bowl Centrifuge (Decanter Centrifuge)</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel SA-167 Grade 3 Type 304</i>

Kondisi	: Suhu : 88°C
	: Tekanan : 1 atm

Spesifikasi :

a. Kapasitas	: 7.127 kg/jam
b. Volume	: 7.237 m ³
c. Diameter	: 12 m
d. Panjang	: 36 m
e. Tebal dinding	: 0,0111 m
f. Diameter <i>bowl</i>	: 0,610 m
g. Panjang <i>bowl</i>	: 2,134 m

h. Kecepatan	: 4000 rpm
i. Daya motor	: 20 Hp
j. Daya conveyor	: 0,125 Hp
Jumlah	: 1 Unit
Harga	: US\$ 712.400

3.3.1.7. Rotary Dryer

Kode	: RD-01
Fungsi	: Meringkakan produk $Al_2(SO_4)_3$
Tipe	: <i>Stainless Steel SA-167 Grade 3 Type 304</i>
Kondisi	: Suhu Masuk : 30 °C
	: Suhu Keluar : 39 °C
	: Suhu Udara Panas : 102 °C
	: Tekanan : 1 atm
Spesifikasi	:
a. Kapasitas	: 7.126 kg/jam
b. Luas penampang	: 13,603 ft ²
c. Diameter	: 1,268 m
d. Panjang flight	: 37,497 m
e. Tinggi flight	: 0,126 m
f. Jumlah flight	: 9 ft
g. Kecepatan putaran	: 6,502 rpm
h. Daya motor	: 60 HP
Jumlah	: 1 unit
Harga	: US\$ 74.100

3.3.2. Alat Penyimpanan Bahan

3.3.2.1. Tangki Penyimpanan Asam Sulfat

Kode : T-01

Fungsi : Menyimpan bahan baku H₂SO₄ 98 %

Jenis : *Tangki silinder horizontal dengan atap berbentuk conical*

Jumlah : 1 unit

Bahan : Stainless stell SA 167 Grade 3 type 304

Kondisi : Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi

a. Volume : 907,780 m³

b. Diamter : 14,555 m

c. Tinggi : 7,982 m

d. Tinggi cairan : 5,122 m

e. Tebal head : 0,005 m

f. Tebal bottom : 0,00635 m

g. Tinggi roof : 2,496 m

h. Tebal roof : 0,005 m

i. Jumlah course : 3

Jumlah : 1

Harga : US\$ 40.100

3.3.2.2. Silo Penyimpanan Bauksit

Kode : S-01

Fungsi : Tempat penyimpanan bahan baku bauksit

Jenis : *Conical bin*

Bahan : *Stainless stell SA 167 grade 3 Type 304*

Kondisi : Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi

a. Volume : 151,233 m³

- b. Diameter : 4,757 m
- c. Tinggi : 713,488 m
- d. Lebar : 4,764 m
- e. Tinggi shell : 7,137 m
- f. Tebal shell : 0,0063 m
- g. Tebal head : 0,25 in

Jumlah : 1

Harga : US\$ 51.700

3.3.2.3. Silo Penyimpanan Produk $Al_2(SO_4)_3$

Kode : S-02

Fungsi : Tempat penyimpanan Produk $Al_2(SO_4)_3$

Jenis : *Conical bin*

Bahan : *Stainless stell SA 167 grade 3 Type 304*

Kondisi : Suhu : 39°C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi

- a. Volume : 1.448,42 m³
- b. Diameter : 10,104 m
- c. Tinggi : 15,156 m
- d. Lebar : 10,110 m
- e. Tinggi shell : 15,156 m
- f. Tebal shell : 0,00891 m
- g. Tebal head : 0,25 in m

Jumlah : 1

Harga : US\$ 90.100

3.3.3. Alat Transportasi Bahan

3.3.3.1. Pompa

Table 3.1 Spesifikasi Pompa

Parameter	P-01	P-02	P-03	P-04
Fungsi	Mengalirkan larutan H ₂ SO ₄ dari Tangki masuk ke Mixer	Mengalirkan H ₂ O utilitas masuk ke Mixer	Mengalirkan larutan H ₂ SO ₄ dari Mixer ke Agitator	Mengalirkan Produk Al ₂ (SO ₄) ₃ dari Agitator ke Reaktor
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Kapasitas	23,790 gpm	69,4335 gpm	43,977 gpm	179,114 gpm
Power Pompa	0,226 Hp	0,205 Hp	0,250Hp	0,367 Hp
Power Motor	0,257 Hp	0,130 Hp	0,281 Hp	0,408 Hp
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Harga (peralat)	US\$ 11.400	US\$ 11.400	US\$ 17.400	US\$ 17.400

Parameter	P-05	P-06	P-07	P-08
Fungsi	Mengalirkan Al ₂ (SO ₄) ₃ dari Reaktor ke RDVF	Mengalirkan larutan Al ₂ (SO ₄) ₃ dari RDVF ke Crystallizer	Mengalirkan larutan Al ₂ (SO ₄) ₃ dari Crystallizer ke Centrifuge	Mengalirkan larutan H ₂ O dan H ₂ SO ₄ dari Centrifuge ke upl
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Kapasitas	68,213 gpm	19,573 gpm	62,493 gpm	18,830 gpm
Power Pompa	0,071 Hp	0,010 Hp	0,076 Hp	0,009 Hp
Power Motor	0,089 Hp	0,013 Hp	0,083 Hp	0,012 Hp
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Harga (peralat)	US\$ 17.400	US\$ 13.600	US\$ 13.600	US\$ 5.800

Parameter	P-09	P-10
Fungsi	Mengalirkan Al ₂ (SO ₄) ₃ dari Centrifuge ke RD	Mengalirkan larutan H ₂ O dan H ₂ SO ₄ dari RD ke UPL
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Kapasitas	0,991 gpm	0,943 gpm
Power Pompa	0,0002 Hp	0,0002 Hp
Power Motor	0,0002 Hp	0,0003 Hp
Jumlah	1 buah	1 buah
Harga (peralat)	US\$ 17.400	US\$ 13.600

3.3.3.2.Screw Conveyor

Kode	: SC-01
Fungsi	: Mengangkut Produk Bauksit dari silo ke agitator
Jenis	: <i>Helicoid screw conveyor</i>
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon stell SA 53 grade A</i>
Kondisi	: Suhu : 30 °C Tekanan : 1 atm
Spesifikasi	
a. Kapasitas	: 37 ft ³ /jam
b. Diameter	: 63in
c. Panjang	: 10 m
d. Kecepatan putaran	: 125 rpm
e. Daya	: 0,5 Hp
Jumlah	: 1 unit
Harga	: US\$ 3.500

3.3.3.3.Screw Conveyor

Kode	: SC-02
Fungsi	: Mengeluarkan limbah padatan dari RDVF ke UPL
Jenis	: <i>Helicoid screw conveyor</i>
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon stell SA 53 grade A</i>
Kondisi	: Suhu : 110 °C Tekanan : 1 atm
Spesifikasi	
a. Kapasitas	: 37 ft ³ /jam
b. Diameter	: 3 in
c. Panjang	: 10 m
d. Kecepatan putaran	: 125 rpm
e. Daya	: 0,25 HP
Jumlah	: 1 unit
Harga	: US\$ 5.200

3.3.3.4.Screw Conveyor

Kode	: SC-03
Fungsi	: Mengangkut Al ₂ (SO ₄) ₃ Dari centrifuge ke rotary dryer
Jenis	: <i>Screw Conveyor Cooling Tower</i>
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon stell SA 53 grade A</i>
Kondisi	: Suhu : 30 °C Tekanan : 1 atm
Spesifikasi	
a. Kapasitas	: 37 ft ³ /jam
b. Diameter	: 3 in

- c. Panjang : 10 m
- d. Kecepatan putaran : 125 rpm
- e. Daya : 1 HP

Jumlah : 1 unit
 Harga : US\$ 1.900

3.3.3.5. Screw Conveyor

Kode : SC-04
 Fungsi : Mengangkut Al₂(SO₄)₃ padat dari RD menuju Silo
 Jenis : *Screw Conveyor Cooling Tower*
 Jumlah : 1 buah
 Bahan : *Carbon stell SA 53 grade A*
 Kondisi : Suhu : 39°C
 Tekanan : 1 atm

Spesifikasi

- a. Kapasitas : 9,0447 ft³/jam
- b. Diamater : 10 in
- c. Panjang : 4,572 m
- d. Kecepatan putaran : 55 rpm
- e. Daya : 0,43 HP

Jumlah : 1 unit
 Harga : US\$ 5.700

3.3.3.6. Bucket Elevator

Kode : BE-01
 Fungsi : Mengangkut produk bauksit dari Silo ke Agitator
 Tipe : *Bucket Elevator*
 Bahan : *Carbon Steel SA-53 Grade A*
 Kondisi : Suhu : 39°C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi :

a. Shaft DiameterHead	: 0,061 m
b. Tail	: 0,042 m
c. Diameter Pulley Head	: 0,520 m
d. Tail	: 0,355 m
e. Tinggi	: 15,240 m
f. Kecepatan	: 37,2461 ft/min
g. Putaran	: 6,952 rpm
h. Daya	: 0,05 HP
Jumlah	: 1 Unit
Harga	: US\$ 8.800

3.3.3.7. Bucket Elevator

Kode	: BE-02
Fungsi	: Mengangkut produk $Al_2(SO_4)_3$ Rotary Dryer ke Silo
Tipe	: <i>Bucket Elevator</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-53 Grade A</i>
Kondisi	: Suhu : 30°C
	Tekanan : 1 atm

Spesifikasi :

a. Shaft Diameter Head	: 0,062 m
b. Tail	: 0,043 m
c. Diameter Pulley Head	: 0,520 m
d. Tail	: 0,355 m
e. Tinggi	: 15,240 m
f. Kecepatan	: 35,710 ft/min
g. Putaran	: 6,665 rpm
h. Daya	: 1 HP
Jumlah	: 1 Unit
Harga	: US\$ 8.800

3.3.3.8. Blower

Kode	: B-01
Fungsi	: Mengalirkan udara ke <i>Heater</i> (H-01)
Tipe	: <i>Blower Centrifugal</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-53 Grade A</i>
Kondisi	: Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm
Daya	: 0,166 HP
Jumlah	: 1 Unit
Harga	: US\$ 17.900

3.3.3.9. Filter

Kode	: F-01
Fungsi	: Menyaring pengotor atau debu yang terbawa oleh udara segar
Tipe	: <i>Bag House Filter</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-53 Grade A</i>
Kondisi	: Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm
Spesifikasi	:
a. Diameter	: 0,203 m
b. Panjang	: 2,438 m
c. Jumlah bag	: 20 buah
d. Luas cloth	: 334,933 ft ²
Jumlah	: 1 Unit
Harga	: US\$ 6.600

3.3.3.10. Kompresor

Kode	: K-01
Fungsi	: Menghisap dan menekan udara yang akan dialirkan ke (HE-02)
Tipe	: <i>Centrifugal Compressor</i>

Bahan : *Carbon Steel SA-53 Grade A*
Kondisi : Suhu : 30°C
Tekanan : 1 atm
Daya : 0,05 HP
Jumlah : 1 Unit
Harga : US\$ 53.500

3.3.3.11. Ball Mill

Kode : BM – 01

Fungsi : Menghaluskan produk $Al_2(SO_4)_3$

Tipe : Ball Mill No. 150 Sieve

Bahan : *Carbon Steel SA-53 Grade A*

Kondisi : Suhu : 39°C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi

a. Diameter : 3,048 m

b. Panjang : 3.048 m

c. Ball charge : 56,5 ton

d. Daya : 700 HP

e. Kecepatan : 18 rpm

Jumlah : 1 unit

Harga : US\$ 116.770

3.3.4. Alat Penukar Panas

3.3.4.1.Heater

Table 3.2 Spesifikasi Heater

Parameter	HE-01	HE-02	HE-03
Fungsi	Menaikkan temperatur dari Agitator Menuju <i>Reaktor</i>	Menaikkan suhu dari <i>Crystallizer</i> ke <i>Centrifuge</i>	Menaikkan suhu udara masuk ke <i>Rotary Dryer</i> dari 30 C - 102 C
Tipe	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>
<i>Annulus</i>			
Jenis Fluida	Steel Pickling	Steel Pickling	Udara
OD	3,5 in	3,5 in	1,66 in
ID	3,068 in	3,068 in	1,38 in
<i>Inner Pipe</i>			
Jenis Fluida	Steam	Steam	Steam
OD	2,38 in	2,38 in	1,05 in
ID	2,067 in	2,067 in	0,824 in
Luas Transfer Panas	147 ft ²	43 ft ²	16,941 ft ²
Jumlah <i>Hair Pin</i>	30 buah	30 buah	6 buah
Panjang <i>Hair Pin</i>	12 ft	12 ft	20 ft
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit
Harga	US\$ 35.400	US\$ 1.800	US\$ 1.800

3.3.4.2. Cooler

Table 3.3 Spesifikasi Cooler

Parameter	CL-01
Fungsi	Menurunkan temperatur keluaran RDVF ke <i>Crystallzer</i> dari 110 °C menjadi 30°C
Tipe	<i>Double Pipe Heat Cooler</i>
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>
<i>Annulus</i>	
Jenis Fluida	<i>Light Organic</i>
OD	3,50 in
ID	3,068 in
<i>Inner</i>	
Jenis Fluida	<i>Steam</i>
OD	2,38 in
ID	3,067 in
Luas Transfer Panas	66,024 ft ²
Jumlah <i>Hair Pin</i>	2 buah
Panjang <i>Hair Pin</i>	12 ft
Jumlah	1 unit
Harga	US\$ 17.500

3.4. Neraca Massa Total

Tabel 3.4 Neraca Massa Total

NO	Komponen	INPUT			OUTPUT			
		Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 7	Arus 10	Arus 12	Arus 13
1	H ₂ SO ₄	7991,138				1138,737	56,936	2,996
2	H ₂ O	163,0845	1247,116			2524,907	126,245	6,644
3	Al ₂ O ₃			2772,436	415,865			
4	Fe ₂ O ₃			475,2747	475,275			
5	SiO ₂			67,89639	67,8964			
6	TiO ₂			5,81969	5,81969			
7	INERT			8,48012	8,48012			
8	Al ₂ (SO ₄) ₃				967,438			6934,004
Total		8154,223	1247,116	3329,907	1940,77	3663,644	183,18222	6943,645
		12731,24611			12731,24611			

3.4.1. Neraca Massa Alat

Tabel 3.5 Neraca Massa Mixer

NO	Komponen	INPUT		OUTPUT
		Arus 1	Arus 2	Arus 4
1	H ₂ SO ₄	7991,138		7991,138
2	H ₂ O	163,0845	1247,116	1410,201
Total		8154,223	1247,116	9401,339
Sub Total		9401,339399		9401,339

Tabel 3.6 Neraca Massa Agitator

NO	Komponen	INPUT		OUTPUT
		Arus 3	Arus 4	Arus 5
1	H ₂ SO ₄		7991,138	7991,138
2	H ₂ O		1410,201	1410,201
3	Al ₂ O ₃	2772,436		2772,436
4	Fe ₂ O ₃	475,2747		475,2747
5	SiO ₂	67,89639		67,89639
6	TiO ₂	5,81969		5,81969
7	INERT	8,48012		8,48012
Total		3329,907	9401,339	12731,25
Sub Total		12731,24611		12731,25

Tabel 3.7 Neraca Massa Reaktor

NO	Komponen	INPUT	OUTPUT
		Arus 5	Arus 6
1	H ₂ SO ₄	7991,138	1198,671
2	H ₂ O	1410,201	2657,797
3	Al ₂ O ₃	2772,436	415,8654
4	Fe ₂ O ₃	475,2747	475,2747
5	SiO ₂	67,89639	67,89639
6	TiO ₂	5,81969	5,81969
7	INERT	8,48012	8,48012
8	Al ₂ (SO ₄) ₃ (aq)		6934,004
9	Al ₂ (SO ₄) ₃ (s)		967,4381
Total		12731,25	12731,25
Sub Total		12731,25	12731,25

Tabel 3.8 Neraca Massa *Rotary Drum Vacum Filter*

NO	Komponen	INPUT	OUTPUT	
		Arus 6	Arus 7	Arus 8
1	H ₂ SO ₄	1198,671		1198,671
2	H ₂ O	2657,797		2657,797
3	Al ₂ O ₃	415,8654	415,8654	
4	Fe ₂ O ₃	475,2747	475,2747	
5	SiO ₂	67,89639	67,89639	
6	TiO ₂	5,81969	5,81969	
7	INERT	8,48012	8,48012	
8	Al ₂ (SO ₄) ₃ (aq)	6934,004	967,4381	
9	Al ₂ (SO ₄) ₃ (s)	967,4381		6934,004
Total		12731,25	1940,774	10790,47
Sub Total		12731,25	12731,24611	

Tabel 3.9 Neraca Massa *Crytallizer*

NO	Komponen	INPUT	OUTPUT
		Arus 8	Arus 9
1	H ₂ SO ₄	1198,671	1198,671
2	H ₂ O	2657,797	2657,797
3	Al ₂ (SO ₄) ₃ (s)		6934,004
4	Al ₂ (SO ₄) ₃ (aq)	6934,004	
Total		10790,47	10790,47
Sub Total		10790,47	10790,47

Tabel 3.10 Neraca Massa *Centrifuge*

NO	Komponen	INPUT	OUTPUT	
		Arus 9	Arus 10	Arus 11
1	H ₂ SO ₄	1198,671	1138,737	59,93354
2	H ₂ O	2657,797	2524,907	132,8899
8	Al ₂ (SO ₄) ₃ (s)	6934,004		6934,004
Total		10790,47	3663,644	7126,827
Sub Total		10790,47	10790,47172	

Tabel 3.11 Neraca Massa *Rotary Dryer*

NO	Komponen	INPUT	OUTPUT	
		Arus 11	Arus 12	Arus 13
1	H ₂ SO ₄	59,93354	56,93686	2,996677
2	H ₂ O	132,8899	126,2454	6,644493
8	Al ₂ (SO ₄) ₃ (s)	6934,004		6934,004
Total		7126,827	183,1822	6943,645
Sub Total		7126,827	7126,827311	

3.5. Neraca Panas

Table 3.12 Neraca Panas Mixer

Komponen	QInput, kJ/jam	Qoutput, kJ/jam
Q1 + Q2	86764,24419	
Q4		1327999,676
Qsolution	6168402,202	
Subtotal	6255166,446	1327999,676
Beban pendingin		4927166,771
Total	6255166,446	6255166,446

Table 3.13 Neraca Panas Agitator

Keterangan	Q _{input} (kJ/jam)	Q _{output} (kJ/jam)
Input	771104,1846	
output	-	377040,0031
Pendingin	-	394064,1816
Total	771104,1846	771104,1846

Table 3.14 Neraca Panas Reaktor

Keterangan	Q _{input} (kJ/jam)	Q _{output} (kJ/jam)
Input	1752519,1360	-
output	-	1639640,7771
Reaksi	1112628,1229	-
Pendingin	-	1225506,4818
Total	2865147,2589	2865147,2589

Table 3.15 Neraca Panas Crystallizer

Komponen	Qinput (kJ/jam)	Qoutput (kJ/jam)
FeCl ₂	87701,792	111121,930
HCl	555285,665	699623,977
H ₂ O	0,000	344009,625
Qkristalisasi	10688584,571	
Qserap		10176816,496
Total	11331572,027	11331572,027

Table 3.16 Neraca Panas Centrifuge

Komponen	input, kj/jam	output, kj/jam
AL2SO43 (s)	191156,195	191156,195
H2SO4	5556,837	5556,837
H2O	1841,100	1841,100
Sub Total	198554,131	198554,131
Beban Pemanas	0,000	
Total	198554,131	198554,131



BAB IV PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan salah satu unsur yang harus diperhatikan pemilihannya dalam perancangan pabrik untuk memproduksi sebuah produk. Terdapat beberapa faktor penting yang dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan lokasi pabrik. Faktor tersebut yaitu sumber bahan baku, area pemasaran, tersedianya transportasi, tenaga kerja, kondisi sosial dan kemungkinan pengembangan di masa yang akan datang (Wijana, 2012).

Setiap pabrik akan milih lokasi yang berdekatan dengan sumber bahan baku agar saat proses penyaluran bahan tersebut dapat memperoleh transportasi yang layak dengan harga yang rendah. Area pemasaran juga dipilih untuk lokasi pendirian pabrik industri karena memiliki tujuan agar pada saat pendistribusian produk tersebut akan lebih cepat sampai ke konsumen (Wijan,2012).

Lokasi pabrik memiliki efek yang sangat krusial dalam keuntungan proyek dan kesempatan untuk memperluas proyek ke depannya. Banyak faktor yang bisa mempengaruhi dalam menentukan lokasi pabrik yang sesuai. Untuk lokasi pabrik Aluminium sulfat dengan kapasitas 56.000 Ton/Tahun rencana akan didirikan di lokasi Tembilahan, Indragiri Hilir Regency, Riau. Lokasi tersebut dipilih berdasarkan faktor – faktor sebagai berikut.

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

1. Bahan Baku

Bahan baku untuk pembuatan aluminium sulfat adalah bauksit dan asam sulfat. Bauksit tidak perlu impor dikarenakan di Indonesia memiliki pabrik bauksit, yaitu PT. Antam (Persero) Tbk Indonesia yang berlokasi di Pekanbaru, Riau. Sedangkan untuk bahan baku asam sulfat di dapatkan dari PT. Utama Inti Hasil Kimia Industri (UTAKI) yang berlokasi di Medan,

Sumatatera Utara.

2. Area Pemasaran

Aluminium sulfat dapat digunakan sebagai bahan baku atau bahan penunjang dalam suatu industri dan Riau termasuk dalam kawasan industri. Sehingga, untuk pemasaran cukup mudah. Selain itu, Riau memiliki pelabuhan, sehingga pemasaran aluminium sulfat ke daerah-daerah lain di dalam negeri maupun di luar negeri cukup mudah.

3. Transportas

Tembilahan merupakan kawasan industri yang terletak dekat dengan Pelabuhan dan jalan raya, sehingga baik pengiriman bahan baku atau pun pengiriman produk dari produsen ke konsumen dapat dilakukan dengan lancar.

4. Tenaga Kerja

Dengan adanya pendirian pabrik aluminium sulfat, dapat menyerap tenaga kerja di Indonesia, terutama di sekitar lokasi pabrik. Selain itu, di pulau Sumatera merupakan salah satu pulau dengan jumlah penduduk yang cukup padat, sehingga dapat menyerap tenaga kerja yang belum memiliki pekerjaan, baik tenaga kerja yang terdidik dan belum terdidik. Apabila tenaga kerja belum terdidik akan di berikan *training* terlebih dahulu.

5. Utilitas

Kebutuhan utilitas di pabrik berupa air, bahan bakar dan listrik. Di lokasi Tembilahan, kebutuhan untuk utilitas dapat terpenuhi dikarenakan kedatan dengan sumber air dan listrik yang di peroleh dari PLN.

6. Letak Gografis

Lokasi yang dipilih merupakan lokasi yang cukup stabil karena memiliki iklim rata rata yang cukup baik. Seperti daerah lain di Indonesia yang beriklim tropis dengan temperatur udara berkisar

22°C - 33°C.

Dengan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa Kawasan Tembilahan layak di jadikan pabrik aluminium sulfat di Indonesia

4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan untuk pengembangan pabrik industri di masa yang akan datang. Hal ini sangat berpengaruh pada kelanjutan proses produksi dari pabrik industri tersebut. Faktor-faktornya meliputi:

1. Perluasan Area Pabrik

Daerah Tembilahan merupakan daerah yang tidak padat penduduk, sehingga untuk melakukan perluasan pabrik dapat dilakukan ke depannya.

2. Perizinan

Perizinan adalah suatu hal yang penting dalam mendirikan suatu pabrik industri, sehingga lokasi pabrik harus dipertimbangkan. Lokasi pabrik dipilih di daerah khusus kawasan industri agar mudah dalam mengajukan perizinan pendirian pabrik (Trisdianti, 2013). Hal-hal penting yang perlu diperhatikan dalam pengaturan tata letak pendirian pabrik antara lain:

- Segi keamanan kerja terpenuhi
- Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman

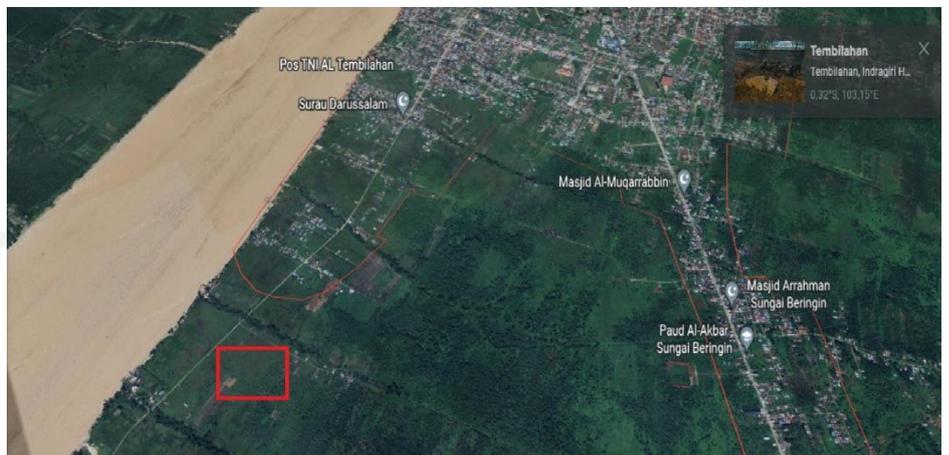
- Pemanfaatan area tanah harus dilakukan secara efisien

- Transportasi yang baik dan efisien

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga dengan fasilitas sosial seperti sarana kesehatan, pendidikan, ibadah, bank dan perumahan sehingga dapat

meningkatkan taraf hidup dan kesejahteraan masyarakat.



Gambar 4. 3 Lokasi Pabrik Aluminium Sulfat

4.2. Tata Letak Pabrik (Plant Layout)

Tata letak pabrik ini terdiri dari pengaturan letak mesin, material, personalia, fasilitas pelayanan, dan lain-lain. Dalam menentukan letak pabrik terdapat kelebihan yang akan didapatkan seperti rendahnya biaya pengendalian bahan, berkurangnya kecelakaan karyawan, terjadi keseimbangan dalam proses produksi, gangguan dari mesin berkurang dan ruang yang telah disediakan dimanfaatkan dengan baik (Wijana, 2012).

Tujuan dari tata letak pabrik ini adalah agar proses produksi bekerja secara lancar, efektif, ekonomis dan nyaman. Tata letak pabrik yang disusun dengan baik akan menghemat penggunaan lahan, mengurangi waktu tunggu, menghindari antrian, serta memperlancar distribusi bahan dan pergerakan tenaga kerja selama proses produksi sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas tenaga kerja (Wijana, 2012). Lahan yang diperlukan sebagai ruangan pada pabrik industri antara lain:

1. Ruang Perkantoran, Laboratorium dan Fasilitas Pendukung

Ruang perkantoran merupakan ruangan pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik untuk melancarkan operasi pabrik industri. Laboratorium merupakan ruang pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan di produksi serta produk yang akan

didistribusikan ke konsumen. Fasilitas pendukung untuk tenaga kerja pabrik industri terdiri dari poliklinik, kantin, aula dan masjid.

2. Ruang Proses Produksi dan Kontrol

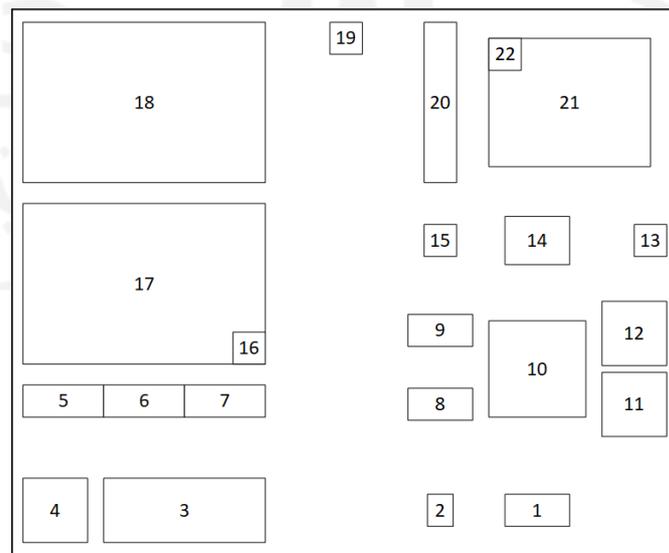
Ruang proses produksi adalah ruangan utama yang di dalamnya terdapat peralatan pengolahan produk dari pabrik, sedangkan ruang kontrol merupakan pusat pengendalian proses produksi berlangsung (Wijana, 2012).

3. Ruang Penyimpanan Produk

Produk yang dihasilkan dan telah dikemas harus diperhatikan penyimpanannya agar pada saat pendistribusian ke konsumen tidak terjadi kerusakan pada produk tersebut. Ruang penyimpanan ini harus bersih, kering, ventilasi yang cukup, tidak terkena matahari secara langsung dan terbebas dari binatang yang dapat merusak produk (Wijana, 2012).

4. Ruang Utilitas dan Pemadam Kebakaran

Ruang utilitas dan pemadam kebakaran adalah pusat penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik yang digunakan sebagai penunjang berlangsungnya proses secara normal serta pemadam kebakaran.



Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik

Keterangan:

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1. Taman | 12. Perpustakaan |
| 2. Pos keamanan | 13. Generator |
| 3. Area parkir mobil dan motor | 14. Aula |
| 4. Mess | 15. Kantin |
| 5. Bengkel | 16. Ruang kontrol |
| 6. Gudang peralatan | 17. Area proses |
| 7. Area pemadam kebakaran | 18. Area peluasan |
| 8. Poliklinik | 19. Generator |
| 9. Laboratorium | 20. Area pabrik truk |
| 10. Kantor | 21. Area utilitas |
| 11. Masjid | 22. Unit pembuangan limbah |

Table 4.1 Luas Lokasi Pabrik

Lokasi	Luas (m ²)
Area Proses	3.750
Area Utilitas	2.000
Gudang Peralatan	250
Bengkel	250
Area Parkir Mobil dan Motor	1.000
Area Parkir Truk	500
Kantor	900
Aula	300
Masjid	400
Kantin	100
Mess	400
Area Pemadam Kebakaran	250
Laboratorium	200
Poliklinik	200
Perpustakaan	400
Taman	200
Area Perluasan	3.750
Jalan	2.150
Pos Keamanan	50
Luas Tanah	17.050
Luas Bangunan	10.950
Total	28.000

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

Ada beberapa hal yang perlu di perhatikan dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik, yaitu:

- Aliran bahan baku dan produk

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

- Aliran udara

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

- Pencahayaan

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

- Lalu lintas manusia dan kendaraan

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

- Pertimbangan ekonomi

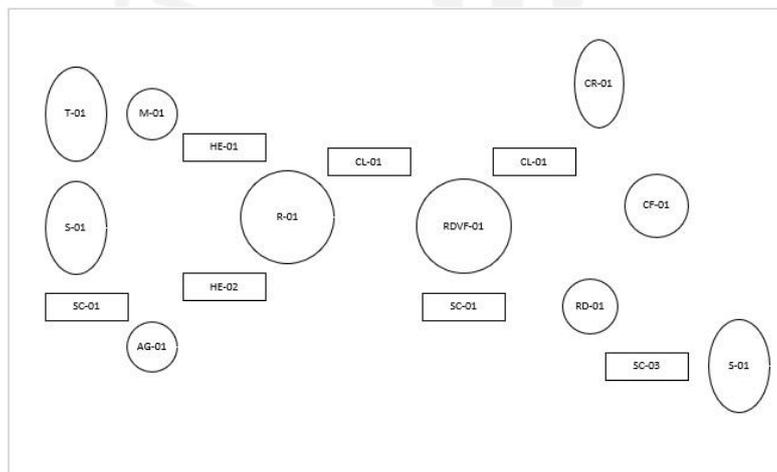
Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

- Jarak antar alat proses

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

Tata letak proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

1. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
2. Dapat mengoptimalkan penggunaan luas lantai
3. Biaya material handling menjadi rendah, sehingga menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk capital yang tidak penting
4. Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal
5. Karyawan mendapatkan kepuasan dalam bekerja



Gambar 4.3 Tata Letak Mesin

Keterangan:

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| T-01 = Tangki penyimpanan H_2SO_4 | HE = Heat Exchanger |
| S-01 = Penyimpanan Bauksit | R = Reaktor |
| S-02 = Silo Produk $Al_2(SO_4)_3$ | CL = Cooler |
| SC = Screw Conveyor | CF = Centrifuge |
| M = Mixer | RDVF = Rotary Drum Vacuum Filter |
| CR = Crystallizer | |

RD = Rotary Dryer

AG = Agitator

4.4. Organisasi Perusahaan

4.4.1. Bentuk perusahaan

Pabrik Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat dengan kapasitas 56.000 ton/tahun yang akan didirikan direncanakan mempunyai bentuk perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal keperusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan perseroan terbatas adalah didasarkan atas beberapa faktor, antara lain:

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan saham perusahaan
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pengurus perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah pemegang saham, sedangkan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staf yang diawasi oleh komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staf, dan karyawan perusahaan.
5. Efisiensi manajemen pemegang saham dapat memilih orang sebagai dekam komisaris beserta direktur yang cukup dan berpengalaman.
6. Lapangan usaha lebih luas. Suatu perusahaan perseroan terbatas dapat menarik modal yang besar dari masyarakat, sehingga dapat memperluas usaha.

4.4.2. Struktur Organisasi

Organisasi merupakan suatu wadah atau alat dimaa orang-orang yang mempunyai satu visi melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Struktur organisasi adalah gambaran secara sistematis terhadap tugas dan tanggung jawab serta hubungan antara bagian-bagian dalam perusahaan. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

- a. Pemegang Saham
- b. Dewan Komisaris
- c. Direktur Utama
- d. Direktur
- e. Kepala Bagian
- f. Kepala Seksi
- g. Karyawan

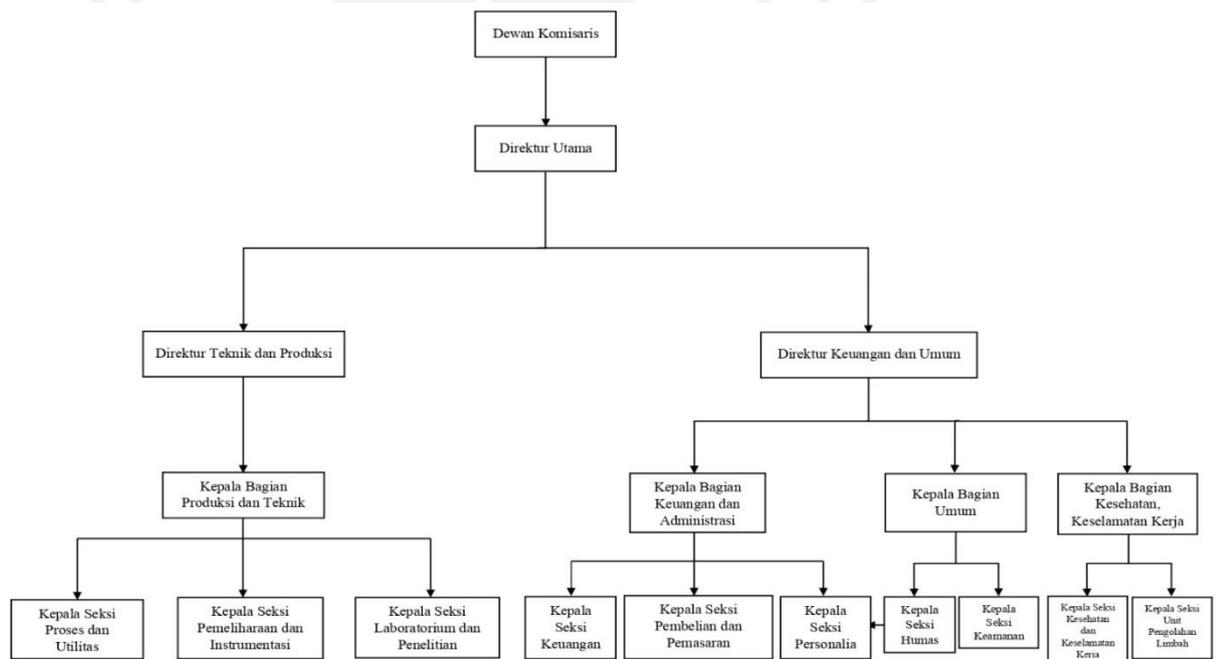
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilakukan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Manajer Operasional serta Manajer Keuangan dan Umum. Dimana Manajer Operasional membawahi bidang produksi, utilitas, pemeliharaan serta pengembangan dan pengendalian mutu. Sedangkan Manajer Keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, administrasi, bagian umum dan keamanan serta bagian kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan.

Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi (Supervisor) dan masing-masing akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan atau staf perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-

masing seksi.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut:

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



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi

4.4.3. Tugas dan Wewenang

4.4.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris

2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

4.4.3.2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari pra peilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

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

4.4.3.3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur utama membawahi:

a. Direktur Teknik dan produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan, perlatan, pengadaan, dan laboratrium.

b. Direktur Keuangan dan Umum

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

4.4.3.4. Kepala Bagian

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

1. Kepala Bagian Produksi dan Teknik

Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku dan utilitas, kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi, mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

2. Kepala Bagian Keuangan dan Administrasi

Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan, bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

3. Kepala Bagian Umum

Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

4. Kepala Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Tugas: Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

4.4.3.5. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

1. Kepala Seksi Proses dan Utilitas

Tugas: Memimpin langsung serta memantau kelancaran dan

bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan baku, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi. Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan

2. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Instrumentasi

Tugas: Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya. Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi

3. Kepala Seksi Bagian Laboratorium dan Penelitian

Tugas: Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi secara keseluruhan. Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

4. Kepala Seksi Keuangan

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

5. Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran

Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

6. Kepala Seksi Personalia

Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

7. Kepala Seksi Humas

Tugas: Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintahan, dan masyarakat.

8. Kepala Seksi Keamanan

Tugas: Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

9. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas: Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

10. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Tugas: Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

4.4.4. Ketenagakerjaan

Suatu perusahaan dapat berkembang dengan baik jika didukung oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mendukung perkembangan perusahaan adalah pemakaian sumber daya manusia untuk ditempatkan pada bidang-bidang pekerjaan sesuai keahlian. Faktor tenaga kerja merupakan faktor yang sangat menunjang dalam masalah kelangsungan berjalannya proses produksi dan menjamin beroperasinya alat-alat dalam pabrik. Untuk itu harus dijaga hubungan antara karyawan dengan perusahaan, karena hubungan yang harmonis akan menimbulkan semangat kerja dan meningkatkan produktifitasnya kerjanya, yang pada akhirnya akan meningkatkan produktifitas perusahaan.

Hubungan ini dapat terealisasi dengan baik jika adanya komunikasi serta fasilitas-fasilitas yang diberikan perusahaan kepada karyawan. Salah satu contoh nyata adalah sistem pengajian atau pengupahan yang sesuai dengan Upah Minimum Regional (UMR) sehingga kesejahteraan dapat ditingkatkan.

Sistem upah karyawan perusahaan ini berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut statusnya karyawan perusahaan ini dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan amsa kerja.

2. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan Direksi tanpa SK Direksi dan mendapat upah

harian yang dibayar pada setiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila diperlukan saja, sistem upah yang diterima berupa upah borongan untuk suatu perusahaan.

4.4.5. Jadwal Kerja Karyawan

Pabrik Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat direncanakan beroperasi selama 24 jam sehari secara kontinyu. Jumlah hari kerja selama setahun 330 hari. Hari-hari yang lainnya digunakan untuk perawatan dan perbaikan.

Catatan hari kerja dan liburan karyawan:

a. Cuti Tahunan

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

b. Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (nonshift), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (overtime).

c. Kerja Lembur (*overtime*)

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

Dalam kerjanya, karyawan dibedakan menjadi dua, yaitu karyawan shift dan nonshift.

1. Karyawan Nonshift

Karyawan nonshift adalah para karyawan yang tidak mempunyai proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah Direktur, Manajer, Kepala Bagian, serta Staff yang berada dikantor. Karyawan nonshift berlaku 6 hari kerja dalam seminggu, libur pada hari minggu dan hari libur nasional. Total jam kerja

Lanjutan Tabel 4.2

Hari & Shift	11	12	13		15	16			19	20
Pagi			III	III			I	I	IV	
Siang			IV	IV			II	II	I	
Malam			I	I			III	III	II	
Libur			II	II			IV	IV	III	

Hari & Shift	21	22	23		25	26			29	30
Pagi			II	II			IV	IV	III	
Siang			III	III			I	I	IV	
Malam			IV	IV			II	II	I	
Libur			I	I			III	III	II	

4.4.6. Perincian Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji Pegawai

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada.

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi 3 golongan yaitu:

1. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan

Tabel 4. 4 Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji (/orang/bulan)	Gaji (/bulan)
1	Dewan Komisaris	1	Rp55.000.000	Rp55.000.000
2	Direktur Utama	1	Rp50.000.000	Rp50.000.000
3	Direktur Produksi dan Teknik	1	Rp40.000.000	Rp40.000.000
4	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp40.000.000	Rp40.000.000
5	Kepala Bagian Produksi dan Teknik	1	Rp30.000.000	Rp30.000.000
6	Kepala Bagian Keuangan dan Administrasi	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000
7	Kepala Bagian Umum	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000
8	Kepala Bagian K3 dan UPL	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000
9	Kepala Seksi Proses dan Utilitas	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000
10	Kepala Seksi Penelitian	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000
11	Kepala Seksi Laboratorium	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000
12	Kepala Seksi Pemeliharaan dan Instrumentasi	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000
13	Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
14	Kepala Seksi Administrasi	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
15	Kepala Seksi Keuangan	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
16	Kepala Seksi Personalia	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
17	Kepala Seksi Humas	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
18	Kepala Seksi Keamanan	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
19	Kepala Seksi K3	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
20	Kepala Seksi Litbang	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
21	Karyawan Proses dan Utilitas	64	Rp10.000.000	Rp640.000.000
22	Karyawan Laboratorium	4	Rp10.000.000	Rp40.000.000
23	Karyawan Pemeliharaan	4	Rp10.000.000	Rp40.000.000
24	Karyawan Pembelian	2	Rp10.000.000	Rp20.000.000
25	Karyawan Pemasaran	2	Rp10.000.000	Rp20.000.000
26	Karyawan Administrasi	2	Rp10.000.000	Rp20.000.000
27	Karyawan Kas	2	Rp10.000.000	Rp20.000.000
28	Karyawan Personalia	2	Rp10.000.000	Rp20.000.000
29	Karyawan Humas	2	Rp10.000.000	Rp20.000.000
30	Karyawan Keamanan	4	Rp10.000.000	Rp40.000.000
31	Karyawan K3	4	Rp10.000.000	Rp40.000.000
32	Karyawan UPL	4	Rp10.000.000	Rp40.000.000
33	Supir	5	Rp4.500.000	Rp22.500.000
34	Librarian	2	Rp4.500.000	Rp9.000.000
35	<i>Cleaning Service</i>	6	Rp4.500.000	Rp27.000.000
36	Dokter	2	Rp8.000.000	Rp16.000.000
37	Perawat	4	Rp5.000.000	Rp20.000.000
Total		134	Rp696.500.000	Rp1.604.500.000

4.4.7. Kesejahteraan Karyawan

Pemberian upah yang akan dibayarkan kepada pekerja direncanakan diatur menurut tingkatan pendidikan, status pekerjaan dan tingkat golongan. Upah minimum pekerja tidak kurang dari upah minimum kota yang diberlakukan oleh pemerintah (Upah Minimum Regional) dan pelaksanaannya sesuai ketentuan yang berlaku pada perusahaan. Tingginya golongan yang disandang seorang karyawan menentukan besarnya gaji pokok yang diterima oleh karyawan tersebut. Karyawan akan mendapatkan kenaikan golongan secara berkala menurut masa kerja, jenjang pendidikan dan prestasi karyawan.

4.4.8. Fasilitas Karyawan

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

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah:

a. Poliklinik

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

b. Pakaian Kerja

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

c. Makan dan Minum

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

d. Koperasi

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

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

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

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan Kegiatan Kerohanian

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

h. Transportasi

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

i. Hak Cuti

1. Cuti Tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

2. Cuti Massal

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

BAB V UTILITAS

Agar pabrik bisa beroperasi dengan baik, diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Unit pendukung proses bisa dikatakan juga sebagai unit utilitas. Sarana penunjang ini tidak kalah pentingnya dengan bahan baku dan bahan pembantu yang dibutuhkan dalam proses.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi di dalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Berikut unit-unit yang ada pada utilitas:

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

5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

5.1.1. Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air dalam suatu pabrik umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik Aluminium Sulfat ini, menggunakan sumber air yang berasal dari air Sungai Bringin. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Air Sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- b. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.

Pada umumnya, kebutuhan air pada pabrik digunakan untuk keperluan.

5.1.1.1. Air Pendingin

Air pendingin diproduksi oleh menara pendingin (*cooling tower*). Unit air pendingin ini mengolah air dengan proses

pendinginan, untuk dapat digunakan sebagai air dalam proses pendinginan pada alat pertukaran panas (*heat exchanger*) dan alat yang membutuhkan air pendinginan.

Air pendingin yang keluar dari media-media perpindahan panas di area proses akan disirkulasikan dan didinginkan kembali seluruhnya di dalam *cooling tower*. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air sungai sebagai pendingin adalah:

- Partikel-partikel besar/makroba (makhluk hidup sungai dan konstituen lain).
- Partikel-partikel kecil/mikroba (ganggang dan mikroorganisme sungai).

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

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

5.1.1.2. Air Untuk Proses

Air proses biasanya digunakan untuk keperluan air pada proses produksi. Syarat-syarat air proses yaitu:

- Air harus cukup murni.
- Bebas dari pengotor.
- Bebas dari mineral. Jika masih terdapat mineral pada air untuk proses produksi, maka hal tersebut dapat merusak alat karena dapat menyebabkan terbentuknya kerak pada alat-alat produksi

5.1.1.3. Air Umpan Boiler

Untuk kebutuhan umpan boiler, sumber air yang digunakan adalah air sungai. Agar tidak terjadinya kerusakan pada boiler, perlu memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scaling*)

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan pada air umpan boiler dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam karbonat dan silika.

- Zat yang menyebabkan busa (*foaming*)

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

5.1.1.4. Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, dan masjid. Air yang digunakan untuk kebutuhan umum dan sanitasi harus memenuhi standar yang berlaku. Beberapa kualitas tertentu, yaitu:

1. Syarat fisika, meliputi:
 - a. Suhu : dibawah suhu udara
 - b. Warna : jernih
 - c. Rasa : tidak berasa
 - d. Bau : tidak berbau

2. Syarat kimia, meliputi:
 - a. Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air`
 - b. Tidak mengandung bahan beracun
 - c. Tidak mengandung bakteri terutama panthogen yang dapatmerubah fisik air

5.1.1.5. Air Pemadam Kebakaran dan Bengkel

Air pemadam kebakaran harus ada keberadaannya di setiap pabrik. Jika suatu waktu terjadi kebakaran pada pabrik, dapat diatasi dengan mudah dan cepat dengan air pemadam kebakaran. Maka oleh itu air pemadam kebakaran harus dipersiapkan. Sama seperti penggunaan air yang lainnya, air pemadam kebakaran juga disediakan di bak air servis.

5.1.2. Unit Pengolahan Air

Air yang akan diolah, sebelumnya diambil dari sumber air terdekat yaitu disungai bengawan solo yang nantinya bisa memenuhi kebutuhan suatu proses. Berikut merupakan tahap-tahap pengolahan air:

5.1.2.1. Penyaringan (*Screening*)

Pada *screening*, Air yang diperoleh dari sumber air yang ada disekitar pabrik diolah terlebih dahulu, agar memenuhi persyaratan penggunaan. Pada *screening* air akan di saring dengan tujuan untuk memisahkan partikel-partikel padatan yang terbawa. Air setelah penyaringan tersebut akan dialirkan menuju ke dalam bak pengendapan awal.

5.1.2.2. Bak Pengendapan Awal / Sedimentasi (BU – 01)

Mula-mula air dialirkan ke bak penampungan atau pengendapan awal (BU-01) setelah melalui penyaringan dengan menggunakan alat penyaring. Dalam bak pengendapan awal kotoran-kotoran akan mengendap karena gaya berat. Waktu tinggal dalam bak ini berkisar 4 – 24 jam.

5.1.2.3. Bak Penggumpal (BU – 02)

Kotoran-kotoran yang tersuspensi dalam air digumpalkan dan diendapkan dalam bak penggumpal (BU-02) ini dengan menambahkan bahan-bahan kimia, yaitu aluminium sulfat dan natrium karbonat. Waktu pengendapan yang diperlukan sekitar 2 jam. Koagulan yang ditambahkan ke dalam bak penampungan yang berfungsi untuk mengendapkan kotoran yang ikut dalam air sungai. Air setelah di bak penggumpal dialirkan menuju *clarifier*.

5.1.2.4. Clarifier

Proses pengolahan air yang terjadi pada *clarifier* adalah proses flokulasi yaitu proses penyatuan flok-flok dari partikel sehingga terbentuk flok yang lebih berat dan dapat di *blowdown* dalam waktu yang telah ditentukan, dan menghasilkan air yang lebih bersih lagi.

5.1.2.5. Bak Penyaring

Setelah dari *clarifier*, air bersih lalu diumpangkan ke dalam bak penyaring (BU-03) untuk menyaring lagi partikel-partikel yang lolos bersama air dari *clarifier*. Setelah dari bagian bak penyaring, air tersebut lalu dialirkan menuju bak penampung sementara untuk menampung air bersih sebelum akan diumpangkan ke bagian pengolahan air untuk sanitasi dan pengolahan air

pada demineralisasi.

5.1.2.6. Tangki Klorinasi

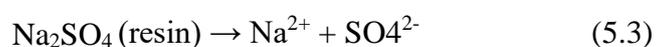
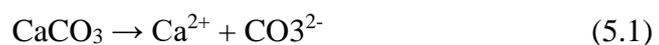
Tangki klorinasi ditempatkan pada pengolahan air untuk sanitasi atau untuk keperluan karyawan sehari-hari. Tangki klorinasi ini berfungsi untuk tempat diinjeksikannya klorin untuk menghilangkan bakteri dan kuman yang terkandung dalam air bersih dari bak penampung sementara. Klorin juga berfungsi sebagai oksidator karena klorin dapat menghilangkan rasa dan bau pada air yang mengandung rasa atau bau tertentu. Setelah diinjeksikan dengan klorin, air tersebut sudah dapat digunakan untuk kebutuhan sanitasi seperti kebutuhan kantor, rumah tangga dan kebutuhan sekitar pabrik.

5.1.2.7. Demineralisasi

Untuk air proses dan air umpan boiler harus di *treatment* terlebih dahulu untuk menghilangkan kandungan mineralnya atau disebut dengan demineralisasi. Berikut adalah tahapan proses pengolahan air pada demineralisasi:

a. Kation Exchanger

Dalam kation *exchanger* kandungan ion-ion seperti kalsium, magnesium, natrium, dan lain diganti dengan ion H⁺ sehingga air yang dihasilkan berupa air yang mengandung ion H⁺ dan anion. Reaksi yang terjadi:



Pada jangka waktu tertentu, kation exchanger tersebut lama kelamaan akan jenuh sehingga diperlukannya regenerasi. Kation tersebut akan di regenerasikan dengan asam sulfat (H₂SO₄).

Reaksi yang terjadi:



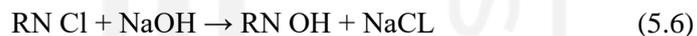
b. *Anion Exchanger*

Alat ini berfungsi untuk mengikat ion negative yang terkandung dalam air. Ion negative tersebut akan diikat dengan resin yang mempunyai sifat basa. Ion-ion yang akan diikat seperti SO₄²⁻, SP₃²⁻, CL⁻

Reaksi yang terjadi :



Pada jangka waktu tertentu, *anion exchanger* tersebut lama kelamaan akan jenuh sehingga diperlukannya regenerasi. Anion tersebut akan di regenerasikan dengan natrium hidroksida(NaOH).



5.1.2.8. Deaerasi

Air dari proses demineralisasi, yaitu air yang telah dihilangkan dalam kandungan mineralnya di bagian *kation exchanger* dan *anionexchanger* lalu diumpankan ke dalam tangki penampung umpan boiler. Setelah itu, air diumpankan terlebih dahulu ke *deaerator* untuk menghilangkan kandungan oksigen terlarut dalam air. Air tersebut dialirkan menggunakan pompa ke dalam *deaerator* lalu diinjeksikan dengan hidrazin (N₂H₄), hidrazin berfungsi untuk mengikat oksigen terlarut di dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak padaalat.

Reaksi yang terjadi:



Air yang keluar dari deaerator ini selanjutnya dialirkan langsung menggunakan pompa menuju *boiler* sebagai air umpan *boiler* atau yang dikenal sebagai *boiler feed water*.

5.1.2.9. Cooling Tower

Cooling tower berguna untuk mengolah air dari proses untuk didinginkan kembali. Prosesnya yaitu kondensat dari proses dengan suhu 50°C dialirkan di bagian atas *cooling tower* melalui distributor. Air akan menguap sehingga sisa kondensatnya akan tercurah ke bawah melalui saluran lubang atau *swirl* bersamaan dengan proses panas laten sehingga air akan ikut menguap ke atmosfer

5.1.3. Kebutuhan Air

2. Air Pendingin

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Jumlah, kg/jam
R-01	29.311
CR-01	883.547
CL-01	2.792
AG-01	9.425
SC 03	3.365
Total	928.439

Perancangan dibuat *overdesign* sebesar 20%, sehingga kebutuhan air pendingin menjadi 1.114.126 kg/jam.

Make up air: 6.313,38 kg/jam

2. Air Proses

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Proses

C	Jumlah, kg/jam
M-01	1247,12
Total	1247,12

Perancangan dibuat *overdesign* sebesar 20%, sehingga kebutuhan airproses menjadi 1.496,54 kg/jam

3. Air Steam

Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Steam

Nama Alat	Jumlah, kg/jam
HE-01	1619,55
HE-02	952,45
HE-03	192,26
Total	2764,26

Perancangan dibuat *overdesign* sebesar 20%, sehingga kebutuhan air steam menjadi 3.317,11 kg/jam. *Make up steam* adalah 3.980,52 kg/jam.

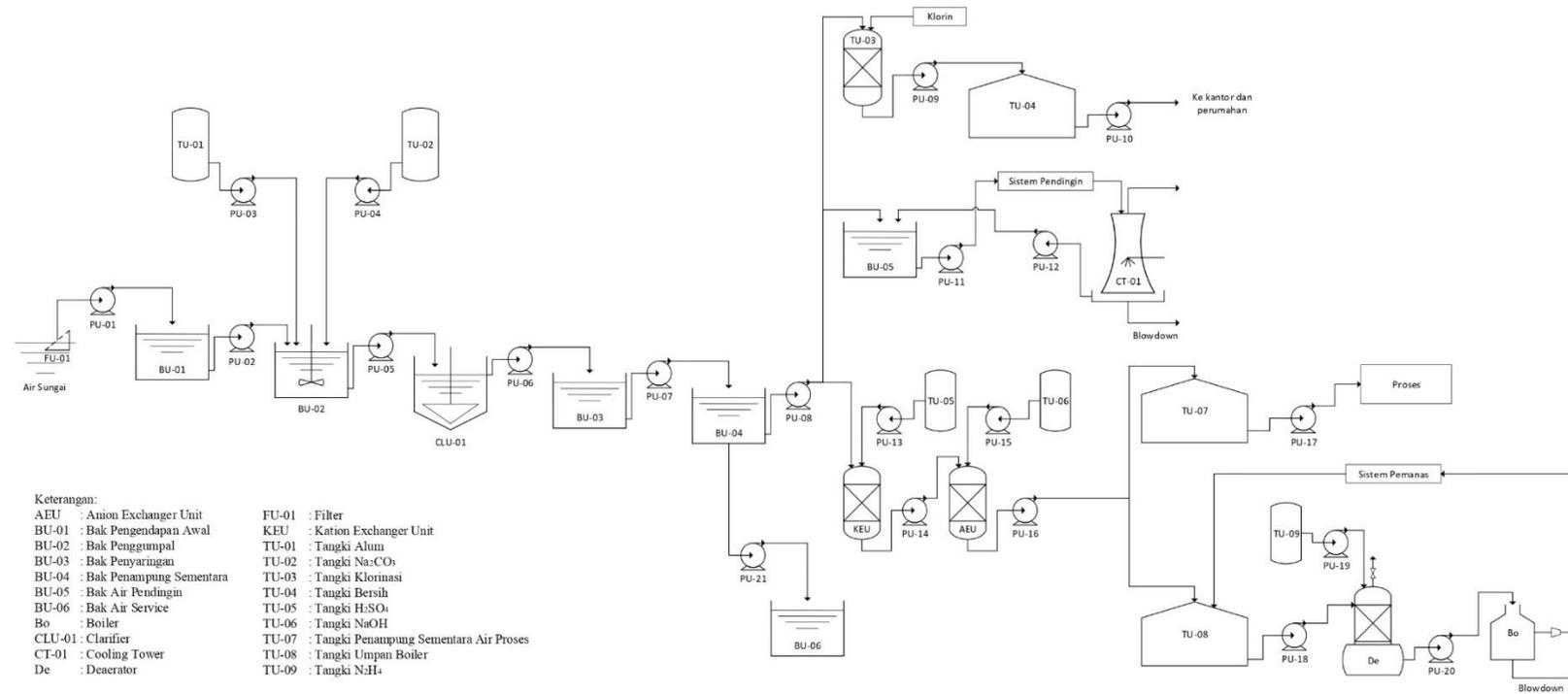
4. Air Sanitasi

Tabel 5. 4 Kebutuhan Air Sanitasi

Kebutuhan Air	Jumlah, kg/jam
Bengkel	12,50
Poliklinik	20,83
Laboratorium	20,83
Pemadam Kebakaran	250,00
Kantin, Musola, Kebun dll	416,67
Total	720,83

Kebutuhan air sanitasi terdiri untuk kebutuhan air pada bengkel, poliklinik, laboratorium, pemadam kebakaran, kebun, musholla, kantin, kantor, mess dan lain-lain. Maka perkiraan kebutuhan total airsanitasi yang diperlukan adalah 720,83 kg/jam.

UNIT PENGOLAHAN AIR



Gambar 5.1 Unit Pengolah Air

5.2. Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada Perancangan Pabrik Aluminium Sulfat dari Asam Sulfat dan Bauksit dengan Kapasitas 56.000 ton/tahun ini dipenuhi oleh dua sumber, yaitu dari PLN dan Generator. Generator tersebut juga dapat digunakan sebagai tenaga cadangan apabila suatu waktu PLN mengalami gangguan. Generator yang digunakan adalah generator dengan tipe AC Generator. Kebutuhan listrik pada pabrik adalah sebagai berikut:

1. Listrik untuk kebutuhan proses produksi : 173,163 kW
2. Listrik untuk kebutuhan utilitas pabrik : 245,633 kW
3. Listrik untuk kebutuhan penerangan dan AC pabrik : 170 kW
4. Listrik untuk kebutuhan laboratorium dan bengkel : 50 kW
5. Listrik untuk kebutuhan instrumentasi pabrik : 20 kW

Generator yang digunakan sebagai cadangan sumber listrik mempunyai efisiensi 80%, sehingga generator yang disiapkan harus mempunyai input:

$$\text{Input Generator} = 823,496 \text{ kW}$$

Dipilih menggunakan generator dengan daya 1.000 kW, sehingga masih tersedia cadangan daya sebesar 176,503 kW

Spesifikasi Generator:

Tipe : AC Generator

Kapasitas : 1.000 kW

Tegangan : 230/360 Volt

Jumlah : 1 buah

Bahan bakar : Solar

5.3. Unit Pembangkit Steam

Pada perancangan Pabrik Aluminium Sulfat dibutuhkan alat untuk menunjang kebutuhan *steam* di pabrik. Unit pembangkit *steam* ini bertujuan untuk menunjang kebutuhan *steam* tersebut yaitu dengan disediakan boiler atau ketel uap.

Spesifikasi boiler yang dibutuhkan:

Tipe	: <i>Water Tube Boiler</i>
Jumlah	: 1 buah
<i>Heating Surface</i>	: 179,808 ft ²
Kapasitas	: 2.572 kg/jam
Suhu <i>steam</i>	: 248 °F
Bahan Bakar	: <i>Fuel Oil</i>

Kebutuhan steam pada pabrik Aluminium Sulfat digunakan untuk alat-alat penukar panas. Digunakan *boiler* jenis *water tube boiler* karena memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Mampu menghasilkan kapasitas *steam* yang cukup besar
- Mempunyai efisiensi pembakaran tinggi
- Tungku mudah dijangkau untuk pemeriksa
- Tekanan operasional tinggi

Boiler atau ketel uap ini dilengkapi dengan satu buah unit *economizer safety valve* yang berfungsi sebagai alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas-gas hasil pembakaran yang keluar dari *boiler*. Didalam alat ini, air dinaikkan temperaturnya hingga menjadi 120°C lalu diumpankan kedalam boiler

5.4. Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan ini berfungsi untuk menyediakan udara tekan pada alat-alat instrumentasi dan alat kontrol pada pabrik. Udara tekan biasanya digunakan sebagai penggerak alat-alat kontrol yang bekerja secara *pneumatic*. Tekanan pada udara tekan biasanya berkisar antara 5,5 bar sampai 7,2 bar dan kamiambil tekanan pada udara tekan yaitu sebesar 6 bar.

Kompresor yang dibutuhkan:

Kapasitas	: 32,620 m ³ /jam
Tekanan <i>suction</i>	: 14,7 psi

Tekanan <i>discharge</i>	: 87 psi
Jenis	: <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>
Efisiensi	: 85%
Daya kompresor	: 3 HP
Jumlah	: 1 buah

5.5. Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar berfungsi untuk menyediakan bahan bakar yang akan digunakan untuk menggerakkan *bolier* dan *generator* pada pabrik. Bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan *bolier* adalah *fuel oil* sedangkan *generator* adalah solar. *Fuel oil* yang dibutuhkan untuk menggerakkan boiler sebanyak 222,239 kg/jam, sedangkan solar yang dibutuhkan untuk menggerakkan *generator* sebanyak 98,658 kg/jam.

5.6. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik Aluminium Sulfat antara lain adalah:

1. Limbah cair
2. Limbah padatan
3. Limbah gas

Pengolahan limbah tersebut didasarkan pada jenis buangnya:

a. Pengolahan air buangan sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet dikawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi. Campuran yang berupa padatan dan cairan terlebih dahulu dipecah bahan-bahan organiknya dengan menggunakan lumpur aktif dan sistem aerasi yang terdiri dari bak bersistem *overflow* dan desinfektan klorin ditambahkan untuk membunuh mikroorganisme yang menimbulkan penyakit. Air yang telah diolah dan memenuhi syarat pembuangan dialirkan ke kolam penampung.

b. Limbah cair dari proses

Air dari unit demineralisasi dan air regenerasi resin dinetralkan dalam kolomnetralisasi. Penetralkan dilakukan dengan larutan H_2SO_4 bila pH air buangan tersenut dari 7, jika pH kurang dari 7 digunakan NaOH. Air yang

telah dinetralkan selanjutnya dialirkan ke kolam penampung.

c. Limbah berminyak dari pompa

Limbah cair yang mengandung minyak minyak berasal dari buangan pelumaspada pompa, dan alat-alat lainnya. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak dialirkan ke tungku pembakar, sedangkan air dibagian bawah dialirkan ke penampungan akhir, kemudian di buang.

d. Pengolahan bahan buangan padatan

Limbah padat berupa lumpur atau pasir yang dihasilkan dari unit pengolahan air, dimanfaatkan sebagai penimbunan yang sebelumnya diturunkan kadar airnya.

e. Limbah gas

Limbah gas ini berasal dari alat *crystalizer (CY-01)* yang berupa gas H_2O dan *rotary dryer (RD-01)* yang berupa gas H_2SO_4 . Gas H_2O dapat langsung dibuang ke lingkungan karena tidak berbahaya, sedangkan gas H_2SO_4 dikondensasikan di unit pengolahan limbah sehingga dihasilkan larutan H_2SO_4 . Larutan H_2SO_4 sebelum dibuang ke lingkungan harus dilakukan proses netralisasi terlebih dahulu.

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

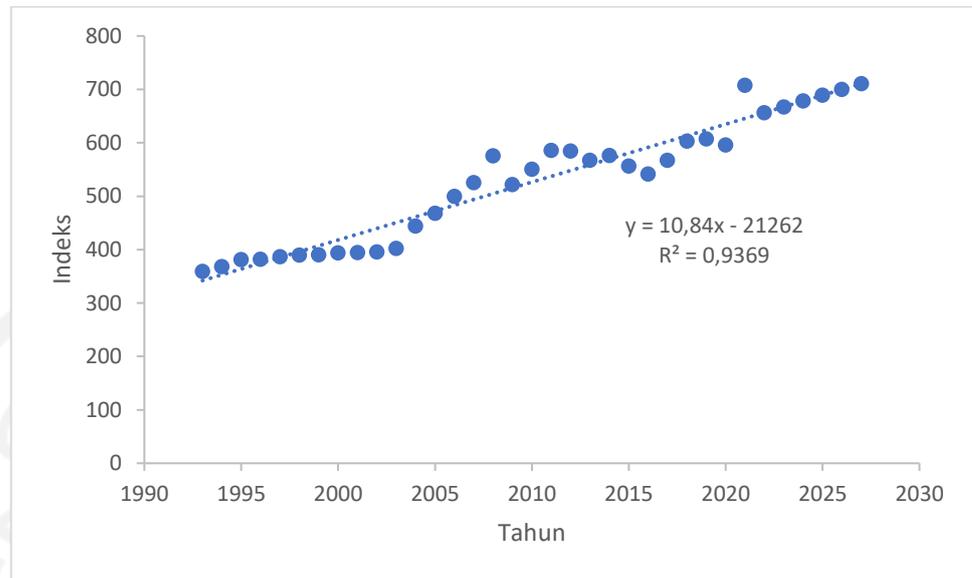
6.1. Penaksiran Harga Perlatan

Harga peralatan proses akan mengalami perubahan tergantung pada kondisi ekonomi yang sedang terjadi. Untuk mengetahui harga peralatan yang tetap setiap tahunnya sangatlah tidak mudah, sehingga perlu dilakukan perkiraan harga sebuah alat dengan cara atau metode pengambilan data indeks harga dari tahun-tahun sebelumnya.

Pabrik Aluminium Sulfat beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari dan direncanakan akan didirikan pada tahun 2027. Dalam analisa ekonomi ini harga alat-alat maupun harga yang lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mendapatkan harga pada tahun yang diinginkan, maka perlu dicari indeks harga pada tahun tersebut.

Tabel 6.1 *Chemical Engineering Plant Cost Index*

No	(Xi)	Indeks (Yi)	No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1993	359,2	19	2011	585,7
2	1994	368,1	20	2012	584,6
3	1995	381,1	21	2013	567,3
4	1996	381,7	22	2014	576,1
5	1997	386,5	23	2015	556,8
6	1998	389,5	24	2016	541,7
7	1999	390,6	25	2017	567,5
8	2000	394,1	26	2018	603,1
9	2001	394,3	27	2019	607,5
10	2002	395,6	28	2020	596,2
11	2003	402	29	2021	708
12	2004	444,2	30	2022	656,48
13	2005	468,2	31	2023	667,32
14	2006	499,6	32	2024	678,16
15	2007	525,4	33	2025	689
16	2008	575,4	34	2026	699,84
17	2009	521,9	35	2027	710,68
18	2010	550,8			



Gambar 6.1 *Chemical Engineering Cost Index*

Dari asumsi kenaikan indeks linear, maka didapatkan persamaan $y = 10,84x - 21.262$. Jadi, indeks yang didapatkan pada tahun 2027 adalah 710,68. Pendekatan yang digunakan untuk mengestimasi harga alat dan yang lainnya pada saat sekarang didapat dari persamaan berikut (Aries and Newton, 1995):

$$E_x = \frac{N_x}{N_y} \quad (6.1)$$

Dimana:

E_x = Harga pembelian

E_y = Harga pembelian pada tahun referensi

N_x = Indeks harga pada tahun pembelian

N_y = Indeks harga pada tahun referensi

6.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi Aluminium Sulfat = 56.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan pada tahun = 2027

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp.15.000

Harga bahan baku:

- a. Bauksit = Rp. 343.257.424.5356/tahun
(Rp. 279/kg)
- b. Asam Sulfat = Rp. 168.123.402.5775tahun
(Rp. 6.000/kg)

6.3. Perhitungan Biaya

6.3.1. *Capital Investmeny*

Capital Investment atau modal merupakan sejumlah uang yang diperlukan untuk mendirikan dan menjalankan suatu pabrik. Ada 2 jenis capital investment, antara lain:

a. *Fixed Capital Investment*

Fixed capital investment yaitu uang yang diperlukan untuk mendirikan suatu pabrik.

b. *Working Capital Investment*

Working capital investment yaitu uang yang diperlukan untuk menjalankan proses operasi suatu pabrik selama waktu tertentu.

6.3.2. *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost adalah pengeluaran untuk biaya produksi suatu pabrik, yang terdiri dari:

a. *Direct Cost*

Direct cost yaitu pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembelian alat proses produksi.

b. *Indirect Cost*

Indirect cost yaitu pengeluaran-pengeluaran untuk konstruksi pabrik, overhead konstruksi dan bagian-bagian pabrik yang tidak berhubungan langsung dengan alat proses produksi suatu pabrik.

c. *Fixed Cost*

Fixed cost yaitu pengeluaran biaya tertentu saat pabrik beroperasi maupun tidak beroperasi atau pengeluaran tetap

yang tidak tergantung pada waktu dan juga tingkat produksi.

6.3.3. *General Expense*

General expense merupakan biaya pengeluaran umum yang berkaitan dengan fungsi dari suatu perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

6.4. **Analisa Kelayakan**

Besar dan tidaknya keuntungan yang didapatkan dari suatu pabrik, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut layak untuk didirikan atau tidak, maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan. Cara yang digunakan untuk menyatakan layak atau tidaknya pendirian suatu pabrik antara lain:

6.4.1. *Percent Return on Investment (ROI)*

Return on investment merupakan suatu cara untuk mengetahui tingkat keuntungan yang didapatkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\% \quad (6.2)$$

6.4.2. *Pay Out Time (POT)*

Pay out time merupakan waktu pengembalian modal tetap atau fixed capital investment yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.

$$POT = \frac{100\%}{ROI} \quad (6.3)$$

6.4.3. *Break Even Point (BEP)*

Break even point merupakan titik impas dimana suatu pabrik tidak akan mendapatkan keuntungan maupun kerugian. Kapasitas produksi saat sales sama dengan total cost. Pabrik akan mengalami kerugian ketika beroperasi dibawah BEP dan mengalami keuntungan ketika beroperasi diatas BEP.

$$BEP = \frac{(Fa+0,3Ra)}{(Sa-Va-0,7Ra)} \times 100\% \quad (6.4)$$

Dimana :

Fa = *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra = *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va = *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa = *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

6.4.4. *Shut Down Point (SDP)*

Shut down point merupakan persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam setahun, maka pabrik harus berhenti beroperasi.

$$SDP = \frac{(0,3Ra)}{(Sa-Va-0,7Ra)} \times 100\% \quad (6.5)$$

6.4.5. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*

Discounted cash flow rate of return merupakan analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atas investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik. *Rate of return both on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik (10 tahun).

$$\begin{aligned} & (FC + WC)(1 + I)^n \\ & = C \sum_{n=0}^{n=1} (1 + i)^n + WC + SV \end{aligned} \quad (6.6)$$

Dimana :

FC = *Fixed capital*

WC = *Working capital*

SV = *Salvage value*

C = *Cash flow = profit after taxes + depresiasi + finance*

n = Umur pabrik = 11 tahun

i = Nilai DCFR

6.5. Hasil Perhitungan

Rencana pendirian pabrik Aluminium Sulfat memerlukan perhitungan rencana PPC, PC, MC serta *General Expense*. Hasil dari rancangan tersebut masing-masing disajikan pada tabel berikut.

Tabel 6.2 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	Type of Capital Investment	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp45.967.278.309	3.064.485
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp11.491.819.577	766.121
3	Instalasi cost	Rp8.120.885.835	541.392
4	Pemipaan	Rp11.089.605.892	739.307
5	Instrumentasi	Rp11.606.737.773	773.783
6	Insulasi	Rp1.857.844.165	123.856
7	Listrik	Rp4.596.727.831	306.449
8	Bangunan	Rp43.800.000.000	2.920.000
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp68.200.000.000	4.546.667
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		Rp206.730.899.382	13.782.060

Tabel 6. 3 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Type of Capital Investment	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Engineering and Constrution	Rp41.346.179.876	2.756.412
<i>Direct Plant Cost (DPC) + PPC</i>		Rp248.077.079.259	16.538.472

Tabel 6. 4 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Type of Caoital Investment	Biaya (Rp)	Biaya, \$
1	Direct Plant Cost	Rp248.077.079.259	16.538.472
2	Cotractor's fee	Rp9.923.083.170	661.539
3	Contingency	Rp24.807.707.926	1.653.847
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		Rp282.807.870.355	18.853.858

Tabel 6. 5 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material	Rp1.104.509.236.910	73.633.949
2	Labor	Rp240.675.000	16.045
3	Supervision	Rp24.067.500	1.605
4	Maintenance	Rp5.656.157.407	377.077
5	Plant Supplies	Rp848.423.611	56.562
6	Royalty and Patents	Rp3.640.000.000	242.667
7	Utilities	Rp932.679.588.195	62.178.639
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp2.047.598.148.624	136.506.543

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

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Payroll Overhead	Rp36.101.250	2.407
2	Laboratory	Rp24.067.500	1.605
3	Plant Overhead	Rp120.337.500	8.023
4	Packaging and Shipping	Rp14.560.000.000	970.667
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp14.740.506.250	982.700

Tabel 6. 7 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Depreciation	Rp22.624.629.628	1.508.309
2	Property taxes	Rp2.828.078.704	188.539
3	Insurance	Rp2.828.078.704	188.539
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp28.280.787.036	1.885.386

Tabel 6. 8 *Manufacturing Cost (MC)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp2.047.598.148.624	136.506.543
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp14.740.506.250	982.700
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp28.280.787.036	1.885.386
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		Rp2.090.619.441.910	139.374.629

Tabel 6. 9 *Working Capital (WC)*

No	<i>Type of Expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp301.229.791.885	20.081.986
2	<i>Inproses Onventory</i>	Rp285.084.469.351	19.005.631
3	<i>Product Inventory</i>	Rp570.168.938.703	38.011.263
4	<i>Extended Credit</i>	Rp99.272.727.273	6.618.182
5	<i>Available Cash</i>	Rp570.168.938.703	38.011.263
<i>Working Capital (WC)</i>		Rp1.825.924.865.914	121.728.324

Tabel 6. 10 *General Expenses (GE)*

No	<i>Type of Expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp62.718.583.257	4.181.239
2	<i>Sales Expense</i>	Rp104.530.972.095	6.968.731
3	<i>Research</i>	Rp73.171.680.467	4.878.112
4	<i>Finance</i>	Rp42.174.654.725	2.811.644
<i>General Expenses(GE)</i>		Rp282.595.890.545	18.839.726

Tabel 6. 11 *Total Production Cost (TPC)*

No	<i>Type of Expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp2.090.619.441.910	139.374.629
2	<i>General Expenses(GE)</i>	Rp282.595.890.545	18.839.726
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		Rp2.373.215.332.454	158.214.355

Tabel 6. 12 *Total Fixed Cost (Fa)*

No	<i>Type of Expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depresiasi</i>	Rp22.624.629.628	1.508.309
2	<i>Proerty Taxes</i>	Rp2.828.078.704	188.539
3	<i>Asuransi</i>	Rp2.828.078.704	188.539
<i>Total Fixed cost (Fa)</i>		Rp28.280.787.036	1.885.386

Tabel 6. 13 *Total Variable Cost (Va)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material	Rp1.104.509.236.910	73.633.949
2	Packaging and Shipping	Rp14.560.000.000	970.667
3	Utilities	Rp932.679.588.195	62.178.639
4	Royalty & Patent	Rp3.640.000.000	242.667
Total Variable Cost (Va)		Rp2.055.388.825.106	137.025.922

Tabel 6. 14 *Total Regulated Cost (Ra)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Gaji Karyawan	Rp240.675.000	16.045
2	Payroll Overhead	Rp36.101.250	2.407
3	Supervision	Rp24.067.500	1.605
4	Plant Overhead	Rp120.337.500	8.023
5	Laboratorium	Rp24.067.500	1.605
6	General Expense	Rp282.595.890.545	18.839.726
7	Maintenance	Rp5.656.157.407	377.077
8	Plant Supplies	Rp848.423.611	56.562
<i>Total Regulated Cost (Ra)</i>		Rp289.545.720.313	19.303.048

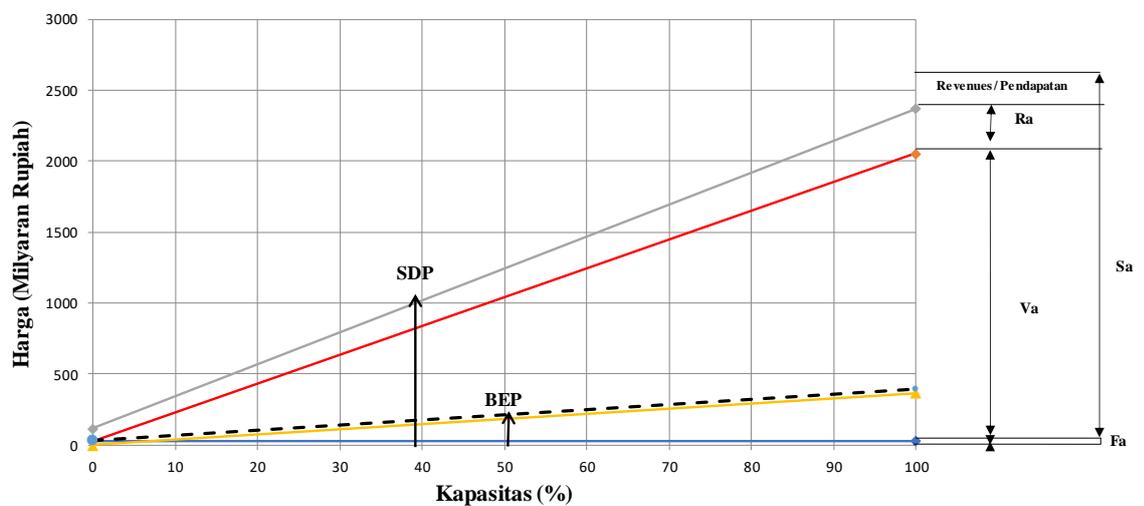
6.6. Analisa Keuntungan

Harga jual produk <i>Aluminium Sulphate</i>	= Rp. 6.500/kg
<i>Annual Sales (Sa)</i>	= Rp. 364.000.000.000
<i>Total Cost</i>	= Rp. 2.373.215.332.454
Keuntungan sebelum pajak	= Rp. 2.009.215.332.454
Pajak keuntungan	= Rp. 401.843.066.491
Keuntungan setelah pajak	= Rp. 1.607.372.265.964

6.7. Hasil Kelayakan Ekonomi

Tabel 6. 15 Analisis Kelayakan Pabrik

Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Referensi
ROI sebelum pajak	-710,45%	ROI before taxes minimum low 11 %, high 44%	Aries Newton, P.193
ROI setelah pajak	-568,36%		
POT sebelum pajak	-0,14	POT before taxes maksimum, low 5 th, high 2th	Aries Newton, P.196
POT setelah pajak	-0,18		
BEP	-6,08%	Berkisar 40 - 60%	
SDP	-4,59%		
DCF	-149,0%	>1,5 bunga bank = minimum = 5,25%	



Gambar 6.2 Grafik SDP dan BEP

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan pabrik Aluminium Sulfat dari bauksit dan asam sulfat dengan kapasitas 56.000 ton/tahun, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Alasan pendirian pabrik Aluminium Sulfat dari bauksit dan asam sulfat dengan kapasitas 56.00 ton/tahun adalah kebutuhan bahan kimia *asam sulphate* di Indonesia yang cukup tinggi dan masih dibutuhkan di Indonesia. Selama ini kebutuhan aluminium sulfat diimpor dari luar negeri. Yang menggunakan industri aluminium sulfat yaitu industri kertas, industri batik, dan kilang pengolahan air limbah.
2. Pabrik Aluminium Sulfat dirancang dengan bentuk Perseroan Terbatas (PT) yang beroperasi 330 hari dalam setahun dan akan didirikan pada tahun 2027 di Tembilahan, Indragiri Hilir Regency, Riau dengan luas tanah 17.050 m² dan luas bangunan 10.950 m² yang jumlah karyawan sebanyak 134 orang.
3. Berdasarkan tinjauan dari proses produksi, kondisi operasi sifat bahan baku profuk serta lokasi pabrik maka pabrik Aluminium Sulfat dari bauksit dan asam sulfat ini tergolong beresiko rendah.
4. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi diperoleh hasil sebagai berikut:
 - a. Keuntungan pabrik sebelum pajak sebesar Rp. 2.009.215.332.454 per tahun dan setelah pajak sebesar Rp. 1.607.372.265.964 per tahun.
 - b. *Return On Investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 710,45% dan setelah pajak sebesar 568,36%
 - c. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak sebesar 0,14 tahun dan setelah dan setelah pajak sebesar 0,18 tahun.
 - d. *Break Even Point (BEP)* pada pabrik Aluminium Sulfat sebesar 6,08%
 - e. *Shut Down Point (SDP)* pada pabrik Aluminium Sulfat

sebesar -4,59%

- f. *Discounted Cas Flow (DFC)* pada pabrik Aluminium Sulfat sebesar -91,4%

7.2. Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman dari konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendiri suatu pabrik kimia agar tidak terjadi kerugian diantaranya sebagai berikut :

1. Optimasi dalam pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang bahan baku yang perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Pendirian pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan ataupun limbah tersebut diolah kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R. S., & Newton, R. D. (1955). *Chemical engineering cost estimation* (No. 660.28 A75).
- Arita, S., Sari, R. P., & Liony, I. (2015). Purifikasi Limbah Spent Acid Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Zeolit Dan Bentonit. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*, 21(4).
- Brown, G. G. (1978). *Unit Operation*. New York: Modern Asia Edition, John Willey and Sons, Inc.
- Brownell, L. E. & Young, E. H. (1959). *Process Equipment Design*. New York: John Wiley & Sons.
- Ismayanda, M. H. (2011). Produksi Aluminium Sulfat dari Kaolin dan Asam Sulfat Dalam Reaktor Berpengaduk Menggunakan Proses Kering. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 8(1).
- Kirk, R.E. & Othmer, D.F. (1998). *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*, New York: John Willey and Sons Inc.
- Kern, D. (1950). *Process Heat Transfer*. 1st ed. New York : McGraw-Hill
- Nurchayyo, W., Sumantri, I., & Kurnisari, L. (2014). Pembuatan Aluminium Sulfat dari Clay. *Majalah Ilmiah MOMENTUM*, 10(1).
- Peters, M. S. & Timmerhaus, K. D. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. 4th penyunt. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Perry, R.H. and Green, D.W. (1984). *Perry's Chemical Engineer's Handbook*. 6 ed. Mc Graw Hill Book Co. Singapore.
- Ramadhan, F. R., Aribowo, Y., Widiarso, D. A., & Betraz, A. (2014). Geologi, Karakteristik dan Genesa Endapan Laterit Bauksit PT. Antam (Persero) Tbk, Unit Geomin, Daerah Kenco, Kabupaten Landak, Provinsi Kalimantan Barat. *Geological Engineering E-Journal*, 6(1), 80-95.

Sangita, S., & Panda, C. R. (2020). Kinetics of aluminium leaching from coal fly ash by sulphuric acid. Vol 27, pp 263-273

Sansar, B. (2013). Optimization of a Chemical Reaction Train. *Undergraduate Journal of Mathematical Modeling: One+Two*, 2(2).

Yaws, C. (1976). *The Yaws Handbook of Physical Properties for Hydrocarbons and Chemicals*. New York: McGraw-Hill.



LAMPIRAN

PERHITUNGAN REAKTOR ALIR TANGKI BERPENGADUK

Kode : R-01
 Fungsi : Mereaksikan senyawa H₂SO₄ (Asam Sulfat)
 konsentrasi 85% sebanyak 29.238,31 kg/jam dan
 Bakusit sebanyak 39.238,31 kg/jam.
 Tipe : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
 Jumlah : 1 unit
 Bahan : *Stainless Steel SA-167 Grade 3 Type 304*
 Kondisi : Tekanan : 1 atm
 Suhu : 110 °C
 Konversi : 85%

1. Neraca Massa



Komponen	BM (kg/kmol)	Input (kg/jam)		Output	
		Arus 5		Arus 6	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H ₂ O	18	78,344	1.410,201	147,655	2.657,797
H ₂ SO ₄	98	81,542	7.991,138	12,231	1.198,671
Al ₂ O ₃	102	27,181	2.772,436	4,077	415,865
Fe ₂ O ₃	160	2,970	475,275	2,970	475,275
SiO ₂	60	1,132	67,896	1,132	67,896
TiO ₂	80	0,073	5,820	0,073	5,820
Al ₂ (SO ₄) ₃ (l)	342			23,104	6.934,004
Al ₂ (SO ₄) ₃ (s)	342			2,829	967,438
Inert	1			8,480	8,480
Subtotal			12.722,766		8.874,778
Total			21.597,544		

2. Penentuan Kecepatan Volumetric (Fv)

Komponen	Density (kg/m ³)	BM (kg/kmol)	Massa	Mol	Fv	Xn	Xf	ρi.xf (kg/m ³)
			kg/jam	Kmol/jam	m ³ /jam			
H ₂ O	1010,7024	18	1410,20	78,344	1,395	0,410	0,111	112,027
H ₂ SO ₄	1726,5114	98	7991,14	81,542	4,628	0,426	0,628	1.084,42
Al ₂ O ₃	4106,448422	102	2772,44	27,181	0,675	0,142	0,218	894,842
Fe ₂ O ₃	5250	160	475,274709	2,970	0,091	0,016	0,037	196,12
SiO ₂	2916000	60	67,896387	1,132	0,000	0,006	0,005	15.561,5
TiO ₂	4230	80	5,819690314	0,073	0,002	0,0004	0,0005	1,934
Al ₂ (SO ₄) ₃ (l)	2672	342						
Al ₂ (SO ₄) ₃ (s)	2672	342						
Inert								
Total			12722,77	191,24	6,79	1	1	17850,9

3. Menghitung Konsentrasi

- Konsentrasi Al₂O₃

$$F_{A0} = 27,181 \text{ kmol/jam}$$

- Konsentrasi 3H₂SO

$$F_{B0} = 81,542 \text{ kmol/jam}$$

$$C_{A0} = \frac{F_{A0}}{F_{V0}}$$

$$= \frac{27,18 \text{ kmol/jam}}{6,79 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 4,00 \text{ kmol/ m}^3$$

4. Menghitung Laju Reaksi

$$(-r_a) = k \cdot C_A$$

$$= 0,605 \text{ m}^3/\text{kmol.jam}$$

5. Optimasi Jumlah Reaktor

Optimasi bertujuan untuk mendapatkan jumlah dan volume optimal ditinjau dari konversi dan harga reaktor. Volume untuk reaktor seri dengan rumus:

$$C_{An} = \left(1 + \frac{k \cdot V}{Q}\right)^{-n}$$

$$C_{An} = (1 + k \cdot \tau)^{-n}$$

$$C_{An} = (1 + k \cdot \tau)^{-n} \cdot C_{A0}$$

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

$$\frac{(1 - x)C_{A0}}{C_{A0}} = (1 + k \cdot \tau)^{-n}$$

$$(1 - x) = (1 + k \cdot \tau)^{-n}$$

$$1 - (1 + k \cdot \tau)^{-n} = x$$

$$x = 1 - (1 + k \cdot \tau)^{-n}$$

$$\tau = \frac{V}{Fv}$$

$$V = \tau x Fv$$

(Sansar, B,2013)

- Jumlah 1 reaktor

$$k = 0,1513 \text{ m}^3/\text{kmol} \cdot \text{jam}$$

$$x = 0,85$$

$$X_1 = 0,849 \text{ m}^3/\text{kmol}$$

$$\tau = 37,207 \text{ jam}$$

$$V_1 = 52,135 \text{ m}^3$$

$$= 13.772,582 \text{ gal}$$

- Jumlah 2 reaktor

$$X_2 = 0,850 \text{ m}^3/\text{kmol}$$

$$\tau = 10,481 \text{ jam}$$

$$V_1 = V_2 = 14,686 \text{ m}^3$$

$$= 3.879,675 \text{ gal}$$

- Jumlah 3 reaktor

$$X_3 = 0,849 \text{ m}^3/\text{kmol}$$

$$\tau = 5,808 \text{ jam}$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = 8,139 \text{ m}^3$$

$$= 2.150,039 \text{ gal}$$

- Jumlah 4 reaktor

$$X_4 = 0,850 \text{ m}^3/\text{kmol}$$

$$\tau = 4,013 \text{ jam}$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = 5,622 \text{ m}^3 \\ = 1.485,427 \text{ gal}$$

- Jumlah 5 reaktor

$$X_5 = 0,851 \text{ m}^3/\text{kmol}$$

$$\tau = 3,058 \text{ jam}$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5 = 4,285 \text{ m}^3 \\ = 1.132,010 \text{ gal}$$

- Jumlah 6 reaktor

$$X_6 = 0,851 \text{ m}^3/\text{kmol}$$

$$\tau = 2,465 \text{ jam}$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5 = V_6 = 3,454 \text{ m}^3 \\ = 912,582 \text{ gal}$$

- Jumlah 7 reaktor

$$X_7 = 0,849 \text{ m}^3/\text{kmol}$$

$$\tau = 2,056 \text{ jam}$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5 = V_6 = V_7 = 2,881 \text{ m}^3 \\ = 761,216 \text{ gal}$$

- Jumlah 8 reaktor

$$X_8 = 0,850 \text{ m}^3/\text{kmol}$$

$$\tau = 1,770 \text{ jam}$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5 = V_6 = V_7 = V_8 = 2,480 \text{ m}^3 \\ = 655,320 \text{ gal}$$

- Jumlah 9 reaktor

$$X_9 = 0,850 \text{ m}^3/\text{kmol}$$

$$\tau = 1,553 \text{ jam}$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5 = V_6 = V_7 = V_8 = V_9 = 2,176 \text{ m}^3 \\ = 574,861 \text{ gal}$$

- Jumlah 10 reaktor

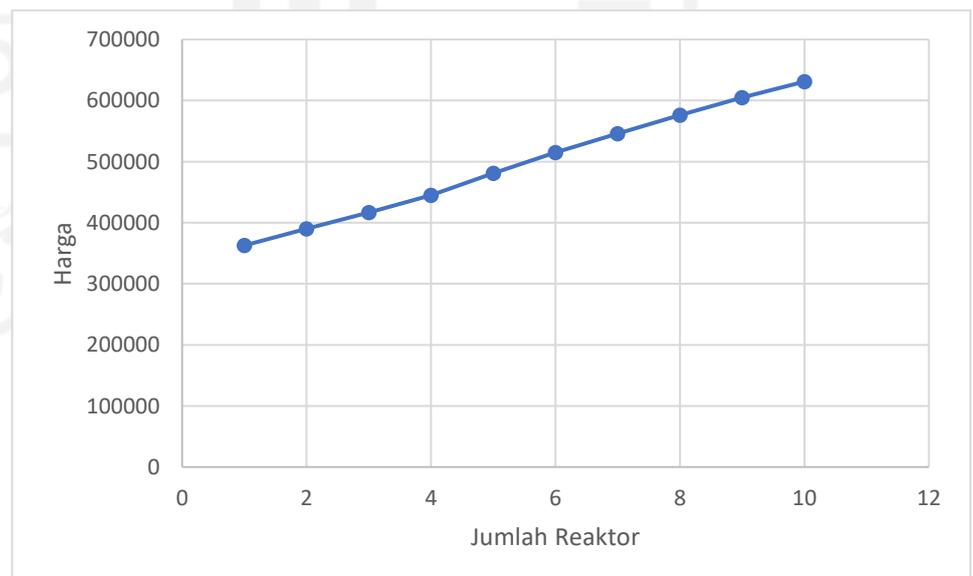
$$X_{10} = 0,850 \text{ m}^3/\text{kmol}$$

$$\tau = 1,380 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5 = V_6 = V_7 = V_8 = V_9 = V_{10} \\ = 1,934 \text{ m}^3 \\ = 511,021 \text{ gal} \end{aligned}$$

n	V (m3)	V (gallon)	Harga (\$)	Harga Total (\$)
1	52,135	13.772,582	362.800	362.800
2	14,686	3.879,675	195.000	390.000
3	8,139	2.150,039	139.000	417.000
4	5,623	1.485,427	111.200	444.800
5	4,285	1.132,010	96.200	481.000
6	3,454	912,582	85.800	514.800
7	2,881	761,216	78.000	546.000
8	2,480	655,320	72.000	576.000
9	2,176	574,861	67.200	604.800
10	1,934	511,021	63.100	631.000

Hasil optimasi diatas dapat dibuat grafik hubungan antara jumlah reaktor (n) dengan total harga (US\$) sebagai berikut :



Berdasarkan hasil optimaai yang didapat diperoleh bahwa dipilih satu reaktor karena dilihat dari gambar grafik terjadi kenaikan harga, sehingga biaya yang akan dikeluarkan jauh lebih murah jika dibandingkan dengan menggunakan dua reaktor

6. Menghitung Dimensi

a. Menentukan diameter reaktor

Perbandingan diameter dan tinggi reaktor yang optimum H/D < 2. Nilai H/D < 2 atau H/D diusahakan mendekati 1, karena jika terlalu besar/kecil maka pengadukan tidak sempurna, ada gradien konsentrasi dalam reaktor, dan distribusi panas tidak merata. Perancangan ini memilih D:H = 2:1.

$$D : H = 1 \quad (\text{Brownell, 1959})$$

$$\text{Volume shell} = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

$$= \frac{\pi}{4} D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 V_{\text{shell}}}{\pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times 2.209,352}{3,14}}$$

$$\text{ID atau D} = 14,118 \text{ ft} = 169,426 \text{ in} = 4,303 \text{ m}$$

Maka nilai H:

$$H = 1,5 * D$$

$$H = 21,178 \text{ ft} = 254,138 \text{ in} = 6,455 \text{ m}$$

Untuk P operasi 1 atm dipilih bentuk *torespherical dished head* (Brownell and Young, Hal: 88).

$$V_{\text{dish}} = 0,000049 D_s^3$$

$$V_{\text{dish}} = 0,000049 \times 135,594^3$$

$$V_{\text{dish}} = 238,306 \text{ in}^3 = 0,138 \text{ ft}^3 = 0,004 \text{ m}^3$$

Dipilih sf = 2 in

$$V_{\text{sf}} = \frac{\pi}{4} D^2 \text{ sf}$$

$$V_{sf} = \frac{3,14}{4} \cdot 169,426^2 \cdot 2$$

$$V_{sf} = 45.067,031 \text{ in}^3 = 26,080 \text{ ft}^3 = 0,738 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{head}} = 2 (238,306 + 45.067,031)$$

$$V_{\text{head}} = 90.610,674 \text{ in}^3 = 52,436 \text{ ft}^3 = 1,485 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{reaktor}} = V_{\text{shell}} + V_{\text{head}}$$

$$V_{\text{reaktor}} = 62.562 + 1.485$$

$$V_{\text{reaktor}} = 64.047 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Bottom}} = 0,5 V_{\text{head}}$$

$$V_{\text{Bottom}} = 0,5 \times 1.485$$

$$V_{\text{bottom}} = 0,742 \text{ m}^3 = 26,218 \text{ ft}^3$$

$$V_{\text{cairan}} = V_{\text{shell}} - V_{\text{Bottom}}$$

$$V_{\text{cairan}} = 62.562 - 0,742$$

$$V_{\text{cairan}} = 61,819 \text{ m}^3 = 2.183,133 \text{ ft}^3$$

$$h_{\text{cairan}} = \frac{4 V}{\pi D^2}$$

$$h_{\text{cairan}} = \frac{4 \cdot 61,819}{3,14 \cdot 4,303^2}$$

$$h_{\text{cairan}} = 4,252 \text{ m} = 13,951 \text{ ft}$$

7. Menentukan Tekanan Desain

$$\text{Tekanan Operasi (P}_{\text{ops}}) = 1 \text{ atm} = 14,70 \text{ psi}$$

$$\text{Densitas campuran} = 17.850,884 \text{ kg/m}^3 = 1.114,395 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Tinggi cairan} = 4,252 \text{ m} = 13,951 \text{ ft}$$

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

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

$$P_{\text{hidrostatik}} = \frac{\rho_{\text{max}} \left(\frac{g}{g_c} \right) H_L}{144}$$

$$= 12,010 \text{ psi}$$

Maka,

Tekanan absolut = tekanan operasi + tekanan hidrostatik

Tekanan absolut = (14,70 + 12,010) psi

Tekanan absolut = 26,706 psi

Tekanan design = *overdesign* 20 % x Tekanan absolut

Tekanan design = 1,2 x 26,706 psi

Tekanan design = 5,341 psi

8. Menghitung Tebal Shell (ts)

Digunakan persamaan dari Pers. 13.1, Brownell and Young, hal.

254

$$t_s = \frac{P \cdot r}{(fE - 0,6 P)} + C$$

Dimana :

t_s = tebal shell, in

r = jari-jari, in = 84,713 in

f = allowable stress = 18.750 psi (*stainless steel SA-167 grade 3 type 304*)

E = joint efisiensi = 0,800

C = corrosion allowance = 0,125 in

Sehingga, dari data-data diatas dapat diperoleh tebal *shell* (t_s) = 0,155 in. Dari tabel Brownell and Young, hal. 88 tentang tebal *shell*, dipilih t_s standart = 1/4.

OD shell = ID + 2 t_s

OD shell = 169,425 + 2(0,2500)

$$\text{OD shell} = 169,923 \text{ in}$$

Dari tabel 5.7 (Brownell, 1959) untuk OD standar maka diambil OD terdekat yaitu = 180 in = 4,572 m. Sehingga diperoleh standarisasi sebagai berikut:

$$\text{icr} = 11 \text{ in}$$

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

$$\text{ID} = \text{OD} - 2t_s$$

$$\text{ID} = 180 - 2(0,2500)$$

$$\text{ID} = 170,5 \text{ in} = 4,559 \text{ m} = 14,958 \text{ ft}$$

$$H = 269,25 \text{ in} = 6,839 \text{ m} = 22,437 \text{ ft}$$

$$V = 6.810.679,102 \text{ in}^3 = 111,607 \text{ m}^3 = 3.941,365 \text{ ft}^3$$

9. Menghitung Tebal Head (th)

Mnentukan tebal head digunakan persamaan (Brownell & Young, hal. 138):

$$t_h = \frac{P \cdot r \cdot w}{(2fE - 0,2P)} + C$$

Dimana :

t_h = Tebal head, in

w = faktor intensifikasi tegangan untuk jenis head

f = allowable stress = 18.750 psi

E = joint efisiensi = 0,80

C = corrosion allowance = 0,155 in

$$P = P_{\text{design}} - P_{\text{lingkungan}}$$

$$P = 26,706 \text{ psi}$$

$$\text{OD} = \text{ID Shell} + 2 t_s$$

$$\text{OD} = 169,926 \text{ in}$$

Dari Tabel 5.7 Brownell di dapat :

OD	180	in
----	-----	----

Icr	11	in
r	170	in

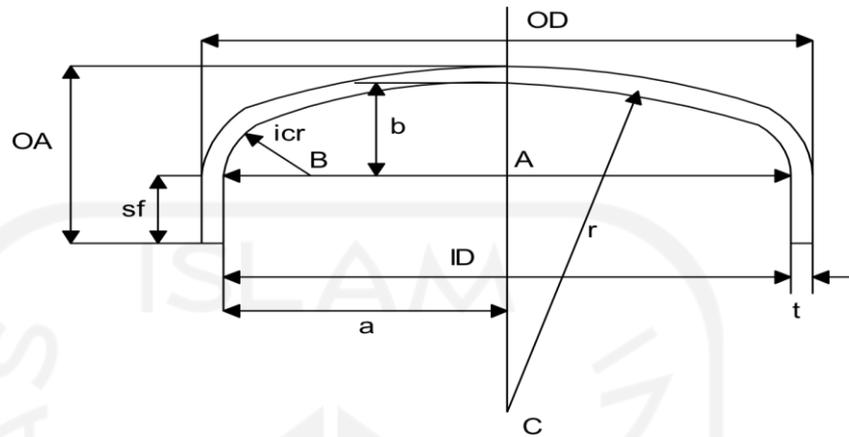
$$w = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right)$$

$$w = 1,733 \text{ in}$$

Dari data-data diatas sehingga dapat diperoleh tebal head (th) = 0,418 in. Dari tabel Brownell an Young, hal. 350 tentang tebal head ,dipilih:

$$\text{Th standart} = 7/16 \text{ in} = 0,438 \text{ m}$$

10. Menghitung Tinggi Head (OA)



Dengan th sebesar 0,438 in maka nilai sf adalah $1 \frac{1}{2} - 3 \frac{1}{2}$, sehingga dipilih nilai sf sebesar 1,5 in.

$$\text{ID standar} = \text{OD} - 2 \text{ th}$$

$$\text{ID standar} = 180 \text{ in} - (2 \times 0,418 \text{ in})$$

$$\text{ID} = 179,1 \text{ in}$$

$$a = 179,1 \text{ in} / 2$$

$$a = 89,56 \text{ in}$$

$$\text{AB} = a - \text{icr}$$

$$\text{AB} = 89,56 \text{ in} - 11 \text{ in}$$

$$\text{AB} = 78,562 \text{ in}$$

$$\text{BC} = r - \text{icr}$$

$$\text{BC} = 170 \text{ in} - 11 \text{ in}$$

$$\text{BC} = 159 \text{ in}$$

$$\text{AC} = \sqrt{\text{BC}^2 - \text{AB}^2}$$

$$\text{AC} = \sqrt{(159 \text{ in})^2 - (78,562 \text{ in})^2}$$

$$\text{AC} = 138,235 \text{ in}$$

$$b = r - \text{AC}$$

$$b = 170 \text{ in} - 138,235 \text{ in}$$

$$b = 31,765 \text{ in}$$

$$\text{OA} = \text{th} + b + \text{sf}$$

$$OA = 0,417 \text{ in} + 31,765 \text{ in} + 1,5 \text{ in}$$

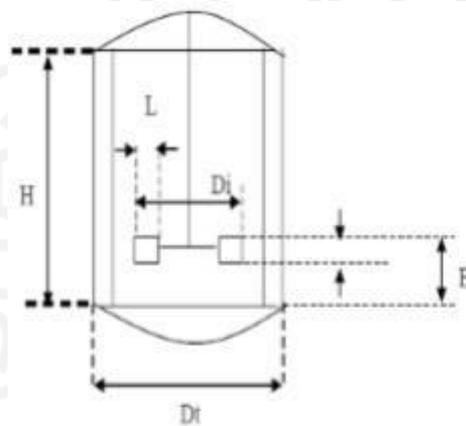
$$OA = 33,702 \text{ in} = 0,856 \text{ m}$$

$$h_{\text{reaktor}} = 2 h_{\text{head}} + h_{\text{shell}}$$

$$h_{\text{Reaktor}} = (2 \times 0,856\text{m}) + 6,455 \text{ m}$$

$$h_{\text{Reaktor}} = 8,167 \text{ m}$$

11. Menghitung Ukuran dan Lebar Pengaduk



Keterangan

- ID : diameter dalam pengaduk
- Di : diameter pengaduk
- L : panjang sudut pengaduk
- W : lebar sudut pengaduk
- E : jarak pengaduk dengan dasar tangki
- J : lebar baffle
- H : tinggi cairan

Data pengaduk dari Brown "Unit Operation" hal. 507:

$$\text{Diameter pengaduk (Di)} = ID/3 = 1,520 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi pengaduk (W)} = Di/5 = 0,304 \text{ m}$$

$$\text{Lebar pengaduk (L)} = Di/4 = 0,379 \text{ m}$$

$$\text{Lebar baffle (B)} = ID/12 = 0,380 \text{ m}$$

$$\text{Jarak pengaduk dengan dasar tangki (E)} = Di(0.75-1.3);$$

$$\text{dipilih } 1 = 1,5198 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Cairan (ZL)} = 4,252 \text{ m}$$

12. Menghitung Kecepatan Putar Pengaduk (N)

$$N = \frac{600}{\pi Di} \sqrt{\frac{WELH}{2Di}}, WELH = Z_L \times Sg$$

Dimana:

N = kecepatan putar pengaduk, rpm

D = diameter pengaduk, ft

Z_L = tinggi cairan dalam tangki, m

Sg = *specific gravity*

WELH = *Water Equivalent Liquid Height*, ft

Sg (Specific Gravity) = ρ_{cairan}/ρ_{air}

Sg (Specific Gravity) = 1,874 kg/m³

WELH = 4,252 m x 1,874 kg/m³

WELH = 7,967 m = 26,138 ft

Jumlah pengaduk = WELH/ID = 0,5 m = 1 buah

Maka dipakai 1 buah pengaduk, sehingga diperoleh kecepatan putar pengaduk sebesar:

N = 62,045 rpm = 1,034 rps

13. Menghitung Power Pengadu (P)

Brown, Hal. 507

$$P = \frac{N_p \times N^3 \times D_i^5 \times \rho}{g_c}$$

$$N_{Re} = \frac{ND_i^2 \rho}{\mu} = 8.009.947,188 \text{ ft/s}^2$$

Sehingga dari Fig 9.12 Mc.cabel hal.250 Curved (six-blade turbine, vertical blades) didapat :

Pemilihan Curve	
Da/dt (S1)	0,3340
E/Dt (S2)	0,3340
L/Da (S3)	0,25
w/Da (S4)	0,2
B/Dt (S5)	0,1
H/Dt (S6)	1,0

Sehingga didapat :

$$N_p = 4$$

$$P = 49.546,014 \text{ ft.lb/s}$$

$$P = 90,083 \text{ Hp}$$

14. Menghitung Daya Motor

Berdasarkan fig. 14.28 Peters, hal. 521 efisiensi motor adalah 91%.

$$\text{Daya motor} = \frac{P}{n}$$

$$\text{Daya motor} = 99 \text{ Hp}$$

Dipilih power motor standar NEMA 100 Hp (Rase and Barrow, 1957, hal. 358)

15. Neraca Panas

Keterangan	Q _{input} (kJ/jam)	Q _{output} (kJ/jam)
Input	1752519,1360	-
output	-	1639640,7771
Reaksi	1112628,1229	-
Pendingin	-	1225506,4818
Total	2865147,2589	2865147,2589

16. Menentukan Rancangan Jacket Pendingin pada Reaktor

$$\text{Suhu masuk steam} = 100^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Suhu keluar steam} = 110^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Suhu pendingin masuk} = 30^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Suhu pendingin keluar} = 40^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{rata-rata}} = \frac{T_{\text{pendingin masuk}} + T_{\text{pendingin Keluar}}}{2}$$

$$\text{Suhu rata-rat (T rata rata)} = 35^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Massa pendingin yang digunakan} = 29.310,624 \text{ kg/jam}$$

$$= 8,142 \text{ kg/det}$$

$$\text{Luas transfer panas (A)} = 72,390 \text{ ft}^2 = 6,725 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Selubung reaktor} = 1.095,379 \text{ ft}^2 = 102 \text{ m}^2$$

Dikarenakan Luas transfer panas < luas selubung reaktor maka dipilih Jacket pendingin.

Diameter luar tangki = diameter dalam jacket

$$D_o = D_{ij} = D_i + (2 \cdot T_{\text{shell}})$$

D_o : diameter luar tangki

D_{ij} : diameter dalam jacket

D_i : diameter dalam tangki = 137,5 in

T_{shell} : tebal tangki = 0,250 in

$$D_o : D_i = 180 \text{ in} = 15 \text{ ft} = 4,572 \text{ m}$$

$$\text{Luas permukaan jacket, } A_j = \pi \cdot D_{ij} \cdot H_L$$

$$A_j = 3,14 \times 15 \text{ ft} \times 22,438 \text{ ft}$$

$$A_j = 1.056,806 \text{ ft}^2$$

Luas permukaan tutup bagian bawah

$$A_h = \pi \cdot r^2$$

$$A_h = 3,14 \times (15 \text{ ft} / 2)^2$$

$$A_h = 176,625 \text{ ft}^2$$

Luas permukaan dinding jaket, $A_{jw} = A_j + A_h$

$$A_{jw} = 1.056,806 \text{ ft}^2 + 176,625 \text{ ft}^2$$

$$A_{jw} = 1.233,431 \text{ ft}^2$$

Tinggi jaket, $H_j = H_s + H_e$

$$H_j = 25,246 \text{ ft} = 7,694 \text{ m}$$

Lebar jaket, $D_{oj} = D_{ij} + 2 t_j$

Keterangan :

D_{oj} = diameter luar jaket

D_{ij} = Diameter dalam jaket = 15 ft

T_j = tebal jaket = 0,063 ft

$D_{oj} = 15 \text{ ft} + (2 \times 0,063 \text{ ft})$

$D_{oj} = 15,125 \text{ ft}$

Diameter equivalen jaket, $D_{ej} =$

$$\frac{(D_{oj}^2 - D_{ij}^2)}{D_{ij}}$$

$D_{ej} = 0,251 \text{ ft}$

Laju aliran air panas , $A = \frac{\pi(D_{oj}^2 - D_{ij}^2)}{4}$

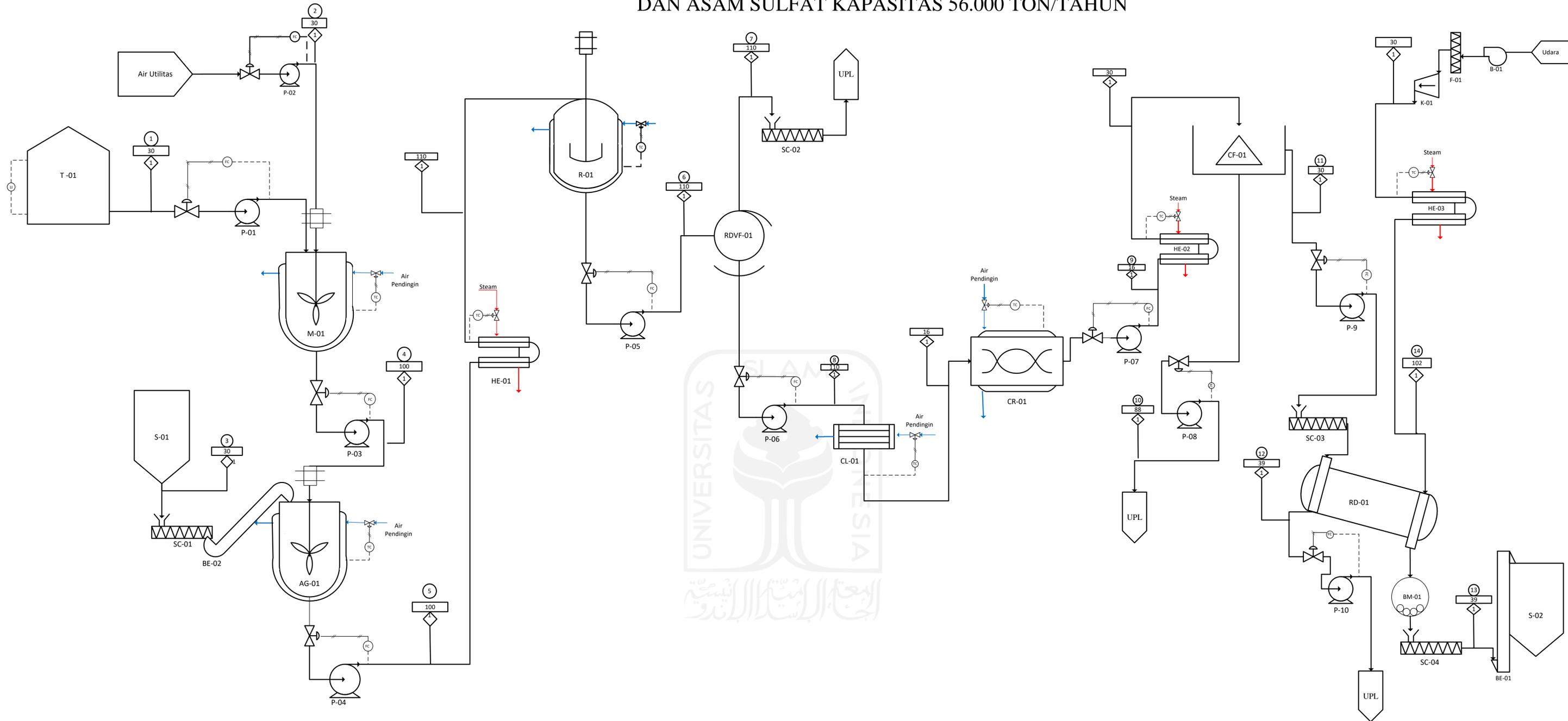
$A = 2,956 \text{ ft}^2$

Laju alir air panas perluasan luas, $G_j = \frac{m}{A}$

$$G_j = \frac{2.858,18 \frac{\text{lbm}}{\text{jam}}}{2,956 \text{ ft}^2}$$

$$G_j = 966,901 \text{ lbm/jam.ft}^2$$

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT
DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 56.000 TON/TAHUN



NO	Komponen	Nomor Arus (kg/jam)													
		Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13	Arus 14
1	H2SO4	7.991,14			7.991,14	7.991,14	1.198,67		1.198,67	1.198,67	1.138,74	59,93	56,94	3,00	3,00
2	H2O	163,08	1.247,12		1.410,20	1.410,20	2.657,80		2.657,80	2.657,80	2.524,91	132,89	126,25	6,64	6,64
3	Al2O3			2.772,44		2.772,44	415,87	415,87							
4	Fe2O3			475,27		475,27	475,27	475,27							
5	SiO2			67,90		67,90	67,90	67,90							
6	TiO2			5,82		5,82	5,82	5,82							
7	INERT			8,48		8,48	8,48	8,48							
8	Al2(SO4)3 (l)						6.934,00								
9	Al2(SO4)3 (s)						967,44	967,44	6.934,00	6.934,00		6.934,00	6.934,00	6.934,00	
10	Udara Masuk														15.167.209,93
11	Udara Keluar														10.797.987,35
	Total	8.154,22	1.247,12	3.329,91	9.401,34	12.731,25	12.731,25	1.940,77	10.790,47	10.790,47	3.663,64	7.126,83	183,18	6.943,65	6.943,65

KETERANGAN			
SL	Silo	B	Blower
M	Mixer	AG	Agitator
T	Tangki	LC	Level Control
R	Reaktor	LI	Level Indicator
CR	Crystallizer	FC	Flow Control
CL	Cooler	TC	Temperature Control
HE	Heater	K	Kompresor
CE	Centrifuge	○	Nomor Arus
P	Pompa	□	Suhu °C
SC	Screw Conveyor	◇	Teakanan, atm
BE	Bucket Elevator	⋈	Control Valve
RDVF	Rotary Drum Vacum Filter	—	Piping
F	Filter	---	Non Piping
RD	Rotary Dryer	—/—	Udara Tekanan
VS	Vibrating Screen	/	Aliran Listrik



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

JURUSAN TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 YOGYAKARTA
 2023

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULPHATE
DARI BAUKSIT DAN ASAM SULPHATE KAPASITAS
56.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh:

1. Nadifah Syachbana Sakariel	18521185
2. Lidya Afifa Tambunan	18521188

Dosen Pembimbing:

1. Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.
2. Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.