PRA RANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 4000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata Satu (S1) Teknik Kimia

Disusun Oleh:

Nama : SRI SUGIARTI

No. Mhs : 00 521 025

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2005

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

PRA RANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 4000 TON/TAHUN

Nama	: Sri Sugiarti
No. Mahasiswa	: 00 521 025
Nama	: Citra Puspita Sari
No. Mahasiswa	: 00 521 236

Yogyakarta, Januari 2005

Menyetujui,
Dosen Pembimbing 1

Dra. Kamariah Anwar Msi

Menyetujui,
Dosen Pembimbing 2

Arif Hidayat ST

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 4000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Di Susun Oleh:

Nama : Sri Sugiarti (00 521 025)

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Tingkat Sarjana

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 24 Januari 2005

Tim Penguji:

Dra.H Kamariah Anwar, MSi.

Ketua

Ir.Dr. H. Indah Molektus Z, MSc. Ph.D.

Anggota 1

Ir. Muhadi Ayub Warsito, M. Eng

Anggota 11

04/03/05

Megetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc

MOTTO

"....Sesungguhnya disamping ada kesukaran terdapat pula kemudahan, sesungguhnya disamping ada kepayahan itu ada pula kelapangan".

(QS. Al-Insyirah: 5-6)

Kegagalan biasanya disebabkan oleh kelemahan manusia yaitu tidak adanya keseimbangan antara keinginan dan kesungguhan dalam menyempurnakan ikhtiar.

Kesuksesan hanya milik orang yang amat gigih mengubah dirinya dan tidak akan terjadi perubahan kecuali pada orang yang berani melihat kekurangan dirinya.

Akal budi dan pengetahuan adalah laksana raga dan jiwa. Tanpa raga, jiwa menjadi kosong belaka kecuali hanya angina dan hampa. Tanpa jiwa, raga hanyalah kerangka tulang tanpa perasaan.

(Kahlil Gibran)

Jika kita belajar sungguh-sungguh, maka kita akan menjadi orang yang tidak mudah putus asa atau patah semangat. Dan yang penting, kita akan membuat kebohongan dan dusta yang hanya mendatangkan malapetaka. Kita akan jujur dalam usaha, karena ia akan mendatangkan kesuksesan berlimpah-limpah.

(Andrias Harefa)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah.....

Setelah melewati proses yang panjang,

Akhirnya selesai sudah karya sederhana yang sangat berarti ini karena untuk mencapainya penuh dengan pengorbanan tidak hanya materi tetapi juga pikiran, tenaga dan kesabaran yang tinggi.

Sujud syukurku aku persembahan padamu ya Allah atas segalanya, semua ini KaruniaMu, PemberianMu, Tanpa kuminta, Tanpa kuharap.

IradahMu-lah, Kasih sayangMu-lah, dan RahmatMu-lah yang berperan, yang menentukan semua ini. Sekali lagi Puji untukMu

Ayah dan Ibu tercinta, dengan tangan dan belaian yang lembut penuh kasih, kudimanja penuh cinta. Kau didik dan besarkanku penuh kearifan tanpa mengenal lelah dan amarah. Dengan penuh pengorbanan Kau jadikanku seperti sekarang ini.sungguh tidak akan terbayarkan oleh apapun.

Adik-adikku yang tersayang (Tenggar dan Yunie) raih dan pijaklah masa depanmu penuh dengan kearifan dan semangat karena dunia ini tak seramah yang kalian kira. Tawa dan kenakalan kalian telah memberi warna dalam hidup kakak.

Sony..., Seseorang yang selalu hadir dalam suka dan duka. Bagian hari-hariku yang menggambarkan semangat keindahan akan sesuatu perjuangan. Kutemukan dan kusentuh melalui dirimu, dengan kasih sayang, kesabaran, dan ketulusanmu menambah hari-hariku terasa lebih bermakna.

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan limpahan rahmat dan hidayahnya pada penulis sehingga kami dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "PRA RANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 4000 TON/TAHUN" ini dengan baik.

Pra rancangan ini merupakan syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Terselesaikannya penulisan Pra Rancangan ini tiada lain adalah berkat bantuan dan dorongan dari semua pihak, baik secara materiil maupun spiritual. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Hj Kamariah Anwar MSi, selaku dosen pembimbing tugas akhir.
2. Bapak Arif Hidayat ST, selaku dosen pembimbing tugas akhir
3. Ibu Dr. H Indah Molektus Zurairah MSc. Phd, atas semua masukannya sehingga tugas akhir ini menjadi lebih baik.
4. Bapak Ir. Ayub Muhadi Warsito M.Eng, selaku dosen penguji.

Akhirnya hanya Allah SWT yang memiliki atas segala kesempurnaan, dan tidak ada satupun pekerjaan manusia yang tidak luput dari kekurangan, termasuk

karya yang kami susun, Penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun bagi kesempurnaan tugas akhir Pra Rancangan ini. Semoga karya ini dapat bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, Januari 2005

Sri Sugiarti (00 521 025)

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRACT	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Prospek Produk	1
BAB 11 PERANCANGAN PRODUK	
2.1. Spesifikasi Bahan Baku	3
2.2. Spesifikasi Bahan Pembantu	5
2.3. Spesifikasi Produk	6
2.4. Pengendalian Kualitas	7

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku 7

2.4.2 Pengendalian Kualitas Produk 7

BAB 111 PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses 10

3.1.1 Unit Persiapan Bahan Baku 10

3.1.2 Unit Reaksi 11

3.1.3 Unit Penetralan dan Pemisahan Produk 12

3.1.4 Unit Pengambilan Hasil 13

3.2 Desain Proses 13

3.3 Rencana Perhitungan Produksi 19

3.3.1 Neraca Massa 19

3.3.2. Neraca Panas 23

3.3.3 Spesifikasi Alat 29

BAB 1V PERANCANGAN PABRIK

4.1 Tata Letak Pabrik 61

4.1.1 Lokasi Dan Lay Out Pabrik 61

4.1.2 Pertimbangan Pemilihan Lokasi Pabrik 64

4.2 Tata Letak Alat / Mesin 65

4.3 Maintenance 68

4.4 Utilitas 69

4.4.1 Unit Pengolahan Air 70

4.4.2 Unit Pengadaan Steam 88

4.4.3 Unit Penyediaan Listrik 89

4.4.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar 89

4.5 Pengolahan Limbah 90

4.6 Laboratorium 91

4.7 Bentuk Perusahaan 93

4.7.1 Struktur Organisasi 93

4.7.2 Tugas dan Wewenang 95

4.7.2.1 Pemegang Saham 95

4.7.2.2 Dewan Komisaris 95

4.7.2.3 Direktur Utama 96

4.7.2.4 Staff Ahli 97

4.7.2.5 Research and Development 97

4.7.2.6 Kepala Bagian 98

4.7.2.7 Kepala Seksi 102

4.7.3 Pembagian Jam Kerja Karyawan 103

4.7.4 Status Karyawan dan Sistem Penggajian 105

4.7.5 Jumlah Karyawan dan Tingkat Gaji 106

4.7.6 Kesejahteraan Sosial dan Karyawan 109

BAB V EVALUASI EKONOMI

5.1 Penaksiran Modal Industri 112

5.1.1 Modal tetap 112

5.1.2 Modal Kerja 119

5.2 Penentuan Biaya Produksi Total 120

5.2.1 Biaya Pembuatan 120

5.2.2 Biaya Pengeluaran Umum 123

5.3 Analisa Kelayakan 123

BAB VI SIMPULAN 128

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1: Impor Aluminium Sulfat di Indonesia..... 2

Tabel 1.2: Kebutuhan Pabrik Akan Aluminium Sulfat..... 2

Tabel 2.1: Sifat-sifat fisik komponen dari bauksit 4

Tabel 3.3.1 (a): Neraca Massa Overall..... 19

Tabel 3.3.1 (b): Neraca Massa Reaktor..... 20

Tabel 3.3.1 (c) : Neraca Massa Netralizer..... 21

Tabel 3.3.1 (d) : Neraca Massa Mixer..... 21

Tabel 3.3.1 (e): Neraca Massa Thickener..... 22

Tabel 3.3.1 (f) : Neraca Massa Evaporator..... 22

Tabel 3.3.1 (g) : Neraca Massa Cristalizer..... 22

Tabel 3.3.1 (h) : Neraca Massa Centrifuge..... 23

Tabel 3.3.1 (j) : Neraca Massa Rotary Dryer..... 23

Tabel 3.3.2 (a) : Neraca Panas Heat Exchanger 01..... 23

Tabel 3.3.2 (b) : Neraca Panas Reaktor..... 24

Tabel 3.3.2 (c) : Neraca Panas di Cooler (CL-01)..... 24

Tabel 3.3.2 (d) : Neraca Panas Netralizer..... 25

Tabel 3.3.2 (e) : Neraca Panas Mixer..... 26

Tabel 3.3.2 (f) : Neraca Panas Thickener..... 26

Tabel 3.3.2 (g) : Neraca Panas Evaporator..... 27

Tabel 3.3.2 (h) : Neraca Panas Cristalizer..... 27

Tabel 3.3.2 (i) : Neraca panas Centrifuge..... 27

Tabel 3.3.2 (j) : Neraca Panas Rotary Dryer..... 28

Tabel 3.3.2 (k) : Neraca Panas Heat Exchanger 02 (HE-02)..... 28

Tabel 3.3.2 (l) : Neraca Panas Cooler (CL-02)..... 28

Tabel 4.1 : Jadwal Kerja Masing-masing Regu Shift..... 104

Tabel 4.2 : Perincian Jumlah Karyawan..... 107

Tabel 4.3 : Perincian Gaji Berdasarkan Jenjang Jabatan dan Pendidikan..... 108

Tabel 5.1: Harga Alat Proses..... 115

Tabel 5.2 (a) : Daftar harga Alat Utilitas..... 117

Tabel 5.2 (b) : Harga Alat Utilitas Dalam Krus Rupiah..... 118

Tabel 5.3 :Daftar Biaya Phycical Plant Cost..... 118

Tabel 5.4 : Daftar Biaya Direct Plant Cost..... 119

Tabel 5.5 : Daftar Biaya Fixed Capital Cost..... 119

Tabel 5.6 : Daftar Biaya Working Capital (WC)..... 120

Tabel 5.7 : Daftar Biaya Fixed Capital Invesment..... 120

Tabel 5.8 : Daftar Biaya Direct Manufacturing Cost..... 121

Tabel 5.9 : Daftar Biaya Indirect Manufacturing Cost..... 122

Tabel 5.10 : Daftar Biaya Fixed Manufacturing Cost..... 122

Tabel 5.11 : Daftar Total Biaya Manufacturing Cost..... 122

Tabel 5.12 : Daftar Biaya General Expence..... 123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Diagram Alir Kualitatif..... 17

Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif..... 18

Gambar 4.1. Lokasi Pabrik..... 62

Gambar 4.2. Tata Letak Pabrik..... 63

Gambar 4.3. Tata Letak Peralatan Proses..... 67

Gambar 4.4. Pengolahan Air..... 71

Gambar 4.5. Struktur Organisasi..... 111

Gambar 5.1. Grafik Hubungan Kapasitas Produksi Terhadap BEP dan SDP... 127

ABSTRACT

Preliminary plant design of Aluminium Sulfite with capacity 4000 ton/year is planned to be built in Cilegon, the province Banten, in the area of land 30.000 m^2. This chemical plant will be operated for 330 days/year or 24 hour a day with total 168 employees.

Raw materials are needed Bauxite 1587,7558 kg/hour and Sulfuric Acid of about 635,5064 kg/hour. The production process will be operated at temperature 105°C, at pressure of about 1 atm with total conversion of 41%. The utility needed consist of 58.840,6153 kg/hour of water, 6725,3381 kg/hour of steam, and 297,9292 Kwh of electricity.

From an economic shows that this chemical plant need to be covered by fixed capital of about US$ 2,009,932.487 and working capital of about Rp 18.177.391.640. The profit before tax is US$ 923,612.9 while profit after tax is US$ 461,806.4404. Percentage of Return on Invesment (ROI) before tax is 21,37% while after tax is 11%. Pay Out Time (POT) after taxes is 3,9 years. The value of Break Even Point (BEP) for about 41%, while Shut Down Point (SDP) 17%. The value of Discounted Cash Flow (DCF) for about 31%. From an economic evaluation result, it can concluded that Aluminium Sulfite plant visible to be built.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Di era globalisasi pasar bebas sekarang ini, Indonesia tengah berusaha bagkit dari keterpurukan perekonomian akibat krisis ekonomi yang melanda negeri ini sejak tahun 1997. telah banyak usaha yang ditempuh oleh pemerintah untuk mengembalikan kondisi perekonomian dan kesejahteraan masyarakat terutama dalam hal pengentasan kemiskinan dan penanganan masalah pengangguran di segala bidang serta pengingkatan swasembada di segala bidang. Apabila usaha ini dapat terwujud, maka bangsa Indonesia bisa bangkit dan berkembang kembali serta mampu bersaing dengan bangsa lain.

Pendirian pabrik Aluminium Sulfat merupakan salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan pabrik-pabrik kimia akan Aluminium Sulfat yang digunakan sebagai bahan baku ataupun bahan pembantu pembuatan produk mereka, juga untuk mengurangi nilai impor Aluminium Sulfat.

1.2 PROSPEK PRODUK

Pada rencana pendirian Pabrik Aluminium Sulfat ini, untuk penjualan produk kami menjalin kerja sama dengan industri-industri yang menggunakan Aluminium Sulfat yang ada di Indonesia, yaitu industri Pulp dan Kertas, industri kosmetik, industri batik, dan industri penyamakan kulit.

Untuk penentuan kapasitas pabrik ini, didasarkan pada data impor dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan data kebutuhan Aluminium Sulfat dari Departemen Perindustrian. Tabel impor aluminium sulfat dan tabel kebutuhan pabrik akan aluminium sulfat disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1.1: Impor Aluminium Sulfat di Indonesia Tahun 1996-2002 [4]

Tahun	Impor (kg)
1997	21.530
1998	13.327
1999	123.907
2000	18.759
2001	3.363.741
2002	2.233.378

Tabel 1.2: Kebutuhan Pabrik Akan Aluminium Sulfat

Nama Industri	Kebutuhan /th (kg)
Industri Pulp dan Kertas	3.940.644
Industri Kosmetik, Industri Batik, dan Industri Penyamakan Kulit	59.356
Total	3.881.288

Dari data diatas, untuk penentuan jumlah kapasitas pabrik sebesar 4000 ton/th, lebih didasarkan pada 3.881.288 kg untuk dalam negeri, sedangkan 118.712 kg di tujukan untuk ekspor.

Didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan di atas, maka perancangan pabrik aluminium sulfat kapasitas 4000 ton/tahun ini layak didirikan.

BAB 11

PERANCANGAN PRODUK

Pada perancangan pabrik Aluminium Sulfat ini, produk yang dihasilkan adalah Aluminium Sulfat dengan bentuk kristal, berwarna putih, dan tidak bersifat asam/basa.

Untuk mendukung kualitas produk yang bagus dan sesuai dengan target yang diinginkan, maka perancangan produk dirancang berdasarkan variabel utama yaitu: spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu, dan teknik pengendalian kualitas yang efektif.

2.1. SPESIFIKASI BAHAN BAKU

Pabrik Aluminium Sulfat ini dibuat dengan bahan baku dari bauksit dan asam sulfat. Spesifikasi bahan bakunya sebagai berikut:

2.1.1. Bauksit

Sifat-sifat fisik:

1) Bentuk : batuan mineral, berwarna merah
2) Komposisi : Al_2O_3 : 61,20%

   Fe_2O_3 : 0,79%

   SiO_2 : 3,80%

   TiO_2 : 2,16%

   H_2O : 32,05%

Data sifat-sifat fisik komponen dari bauksit, disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 2.1: Sifat-sifat fisik komponen dari bauksit

Komponen	Berat Molekul	Warna	Spesifik Gravity	Titik Lebur °C	Titik Didih °C
Al_2O_3	101,96	Putih	3,99	1999-2032	-
Fe_2O_3	159,69	Hitam	5,12	1560	-
SiO_2	60,08	Putih	2,32	1710	2230
TiO_2	79,90	Hitam	4,17	1640	< 3000
H_2O	18,02	-	1	-	100

Sifat-sifat kimia:

- Al_2O_3
  1) Larut dalam alkali dan asam
  2) Tidak larut dalam air dingin dan air panas
- Fe_2O_3
  1) Larut dalam asam
  2) Tidak larut dalam air dingin
- SiO_2
  1) Larut dalam HF
  2) Tidak larut dalam air dingin dan air panas
- TiO_2
  1) Larut dalam alkali
  2) Tidak larut dalam air dingin dan air panas

2.1.2. Asam sulfat

Sifat-sifat fisik:

1) Fase : cair
2) Warna : tidak berwarna
3) Berat Molekul : 98,0734
4) Spesific gravity : 1,834
5) Titik lebur : 10,49°C
6) Titik didih : terdekomposisi pada 340°C
7) Komposisi : H_2SO_4 : 98%
   H_2O : 2%

Sifat-sifat kimia:

1) Larut dalam air dingin dan air panas
2) Terurai dalam 95% etil alkohol

2.2. SPESIFIKASI BAHAN PEMBANTU

2.2.1. Barium Sulfida (BaS)

Sifat-sifat fisik

1) Bentuk : kristal dengan bentuk kubik
2) Warna : tidak berwarna
3) Berat Molekul : 169,4
4) Spesific gravity : 4,25

Sifat-sifat kimia

1) Terurai dalam air dingin dan air panas
2) Larut dalam asam
3) Tidak larut dalam 95% etil alcohol

2.2.2. Glue

Sifat-sifat fisik

1) Fase : padat
2) Warna : hitam
3) Bersifat : sebagai penggumpal

Sifat-sifat kimia:

1) Larut dalam air

2.3. SPESIFIKASI PRODUK

Untuk mendapatkan hasil produk dengan kualitas yang baik dan sesuai dengan kemurnian yang diinginkan, maka perlu ditetapkan spesifikasi produk yang akan dihasilkan sebagai berikut:

2.3.1. Aluminium Sulfat

Sifat-sifat fisik:

1) Bentuk : kristal
2) Warna : putih (dop – white)
3) Berat Molekul : 666,40948
4) Spesific gravity : 1,69

5) Titik lebur : terdekomposisi pada 86,5°C

Sifat-sifat kimia:

1) Larut dalam air

- 31,3 gram/100ml (0°C)
- 89 gram/100ml (100°C)

2) Tidak larut dalam alkohol

2.4. PENGENDALIAN KUALITAS

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku Asam Sulfat yang diperoleh dari PT Petrokimia Nusantara dan Bauksit dari PT Aneka Tambang di Pulau Bintan, Provinsi Riau. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar Asam Sulfat dan Bauksit yang akan digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Parameter yang diukur untuk bahan baku Asam Sulfat adalah kandungan Asam Sulfat dan kadar air yang terkandung didalamnya. Sedangkan parameter yang diukur untuk bahan baku bauksit adalah kandungan alumina dan kandungan impuritiesnya. Evaluasi yang digunakan yaitu standar yang hampir sama dengan standar Amerika yaitu ASTM 1972.

2.4.2 Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh kualitas produk standar maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada. Pengendalian dan

pengawasan jalannya produksi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room* yang dilakukan dengan cara automatic control yang menggunakan beberapa indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indicator dari yang telah ditetapkan/diset baik berupa *flow rate* bahan baku atau produk, suhu operasi maupun tekanan operasi dapat diketahui dari syarat yang diberikan, misalnya berupa: nyala lampu dan bunyi alarm. Bila terjadi penyimpangan maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan kekondisi / set semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa kontrol yang dijalankan yaitu:

- kontrol terhadap aliran bahan baku dan produk
- kontrol terhadap kondisi operasi

Alat control yang dipakai diset/dikondisikan pada harga tertentu:

- *Flow meter*

  Merupakan alat yang ditempatkan/dipasang pada lairan bahan baku, aliran masuk dan keluar alat proses. *Flow meter* ini diset pada harga tertentu. Bila *flow meter* mengalami penyimpangan harga yang diset, maka akan diberikan isyarat yang merupakan perintah untuk mengembalikan ke set semula.

- *Temperatur control*

  Jika terjadi penyimpangan pada set suhu yang telah ditetapkan, maka akan timbul isyarat yang dapat berupa suara dan nyala lampu.

- *Pressure control*

Perubahan tekanan dapat dideteksi dengan sinyal (isyarat) yang dapat berupa suara dan nyala lampu.

Jika pengendalian dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang sesuai standart, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesui spesifikasinya.

BAB 111

PERANCANGAN PROSES

Untuk mendukung kualitas produk yang ditargetkan maka pada perancangan proses perlu dilakukan penyetingan yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

3.1. URAIAN PROSES

3.1.1. Unit Persiapan Bahan Baku

Unit persiapan bahan baku pada Pabrik Aluminium Sulfat meliputi 2 tahap yaitu: penghalusan batuan bauksit dan pengenceran asam sulfat (H_2SO_4).

1) Penghalusan Batuan Bauksit

Bauksit yang akan digunakan sebagai bahan baku terlebih dahulu dihaluskan dengan tujuan memperluas bidang kontak, sehingga mempercepat terjadinya reaksi. Bauksit yang berbentuk bongkahan dari gudang penyimpanan (G-01) dimasukkan dalam crusher (CS-01) dengan menggunakan belt conveyor (BC-01) sehingga dihasilkan partikel-partikel kecil. Dengan belt conveyor (BC-02) dimasukkan kedalam ball mill (BM-01) untuk dihaluskan lalu disimpan dalm silo penyimpan (Silo-01) pada T = 32°C dan P = 1 atm. Kemudian dengan screw

conveyor (SC-01) dan bucket elevator (BE-02) bahan dimasukkan kedalam hopper (HP-01) untuk diumpankan pada reaktor (R-01).

2) Pengenceran asam sulfat 98% menjadi 80%

Asam sulfat 98% yang berasal dari tangki penyimpan (T-01) pada T = 30°C dan P = 1 atm, dialirkan dengan pompa (P-02) menuju tangki pengenceran. Kemudian ditambahkan air yang berasal dari utilitas dialirkan dengan pompa (P-01) menuju tangki pengencer. Sehingga diperoleh asam sulfat dengan konsentrasi 80%. Selanjutnya asam sulfat dengan konsentrasi 80% dari tangki pengencer dialirkan dengan pompa (P-04) menuju HE-01 untuk dipanaskan dari suhu 30°C menjadi 105°C dan P = 1 atm. Asam sulfat yang telah dipanaskan kemudian dialirkan menuju reaktor.

3.1.2. Unit Reaksi

Selanjutnya asam sulfat yang keluar dari HE-01 dan bauksit dari hopper (HP-01), masuk ke reaktor (R-01) pada T = 105°C dan P = 1 atm. Di reaktor terjadi reaksi antara bauksit dan asam sulfat sehingga terbentuk aluminium sulfat. Disamping itu diperoleh produk samping ferric sulfat yang diperoleh dari reaksi antara ferric okside dan asam sulfat. Kemudian produk yang keluar dari reaktor didinginkan di cooler (CL-01) dari suhu 105°C menjadi 75°C.

3.1.3. Unit Penetralan Dan Pemisahan Produk

Keluar dari cooler (CL-01) pada T = 75°C dan P = 1 atm, selanjutnya dimasukkan ke dalam netralizer (N-01). Di netralizer asam sulfat sisa reaksi dari reaktor dinetralkan dengan menggunakan bahan pembantu barium sulfida menjadi barium sulfat dan gas asam. Gas asam (H_2S) kemudian dialirkan ke unit pengolahan limbah.

Reaksi yang terjadi netralizer:

$$BaS + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + H_2S$$

Campuran yang keluar dari netralizer (N-01) selanjutnya ditambahkan bahan pembantu glue dalam mixer (M-01) agar impurities seperti Al_2O_3, Fe_2O_3, TiO_2, SiO_2, $BaSO_4$ yang terkandung dalam larutan aluminium sulfat menggumpal sehingga mudah dipisahkan. Setelah keluar dari mixer larutan dipisahkan di dalam thickener (TH-01). Gumpalan-gumpalan impurities seperti TiO_2, SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, dan $BaSO_4$ dalam larutan aluminium sulfat mengendap dibagian bawah thickener yang selanjutnya akan dibuang ke unit pengolahan limbah. Sedangkan larutan aluminium sulfat akan menempati lapisan atas thickener. Larutan aluminium sulfat yang menempati lapisan atas thickener dialirkan dengan pompa (P-08) menuju evaporator pada T = 105°C dan P = 1 atm untuk diuapkan kandungan airnya dari 70% menjadi 40%. Larutan pekat keluar evaporator kemudian didinginkan di cooler (CL-02) dari suhu 105°C menjadi 75°C.

Kemudian dikristalkan didalam kristalizer sehingga dihasilkan kristal yang masih mengandung cairan. Kristal aluminium sulfat dan cairan dipisahkan dengan menggunakan centrifuge (CF-01). Cairan yang keluar dari centrifuge selanjutnya di*recycle* ke kristalizer. Kristal yang keluar dari kristalizer kemudian dikeringkan didalam rotary dryer (RD-01). Sebagai media pengering dipakai udara panas dari lingkungan yang dipanaskan pada HE-02 dari suhu 30°C menjadi 148,89°C.

3.1.4. Unit Pengambilan Hasil

Kristal aluminium sulfat yang keluar dari rotary dryer dengan menggunakan screw conveyor (SC-04) dan bucket elevator (BE-03) dibawa ke penampung produk (Silo-02), kemudian dikemas dalam bag kertas yang kedap terhadap air.

3.2. DESAIN PRODUK

Aluminium sulfat (alum) atau yang sering disebut sebagai tawas mempunyai rumus molekul $Al_2(SO_4)_3 18H_2O$. Berbentuk kristal dan berwarna putih. Alum mempunyai sifat larut dalam air dan tidak larut dalam alkohol [7].

Aluminium sulfat dibuat dengan menggunakan bahan-bahan yang mengandung alumina. Sedangkan bahan-bahan yang mengandung alumina adalah bauksit dan kaolin. Tetapi dalam perancangan Pabrik Aluminium Sulfat ini bahan yang digunakan adalah bauksit, karena didalam bauksit kandungan

aluminanya besar dan harga bauksit yang relatif lebih murah dibandingkan dengan kaolin. Adapun komposisi dari bauksit sebagai berikut [12]:

1) Alumina (Al_2O_3) = 61,20%
2) Silika (SiO_2) = 3,80%
3) Iron (Fe_2O_3) = 0,79%
4) Titania (TiO_2) = 2,16%
5) Air (H_2O) = 32,05%

Untuk proses, bauksit yang mengandung alumina kemudian direaksikan dengan menggunakan asam sulfat. Asam sulfat yang digunakan adalah asam sulfat 60°Be (asam sulfat dengan konsentrasi 80%) dengan perbandingan mol asam sulfat dengan bauksit adalah 1:3. Asam sulfat dibuat berlebih agar asam sulfat dapat menyerap alumina yang terdapat didalam bauksit.

Proses pembuatan aluminium sulfat dari bauksit dan asam sulfat ini didasarkan pada reaksi netralisasi, yaitu reaksi antara senyawa basa dengan senyawa asam akan membentuk senyawa garam dan air. Semua atom H dari asam diganti dengan atom logam, jadi ion H^+ dai H_2SO_4 diganti dengan ion Al^{3+} sehingga membentuk senyawa $Al_2(SO_4)_3$ dan H_2O.

Reaksi yang terjadi:

Reaksi utama

$$Al_2O_3 \rightarrow 2Al^{3+} + 3O^{2-}$$

$$3H_2SO_4 \rightarrow 6H^+ + 3SO_4^{2-}$$

$$2Al^{3+} + 3SO_4^{2-} \rightarrow Al_2(SO_4)_3$$

$$6H^+ + 3O^{2-} \rightarrow 3H_2O$$

$$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O \quad \text{..... (1)}$$

Reaksi samping

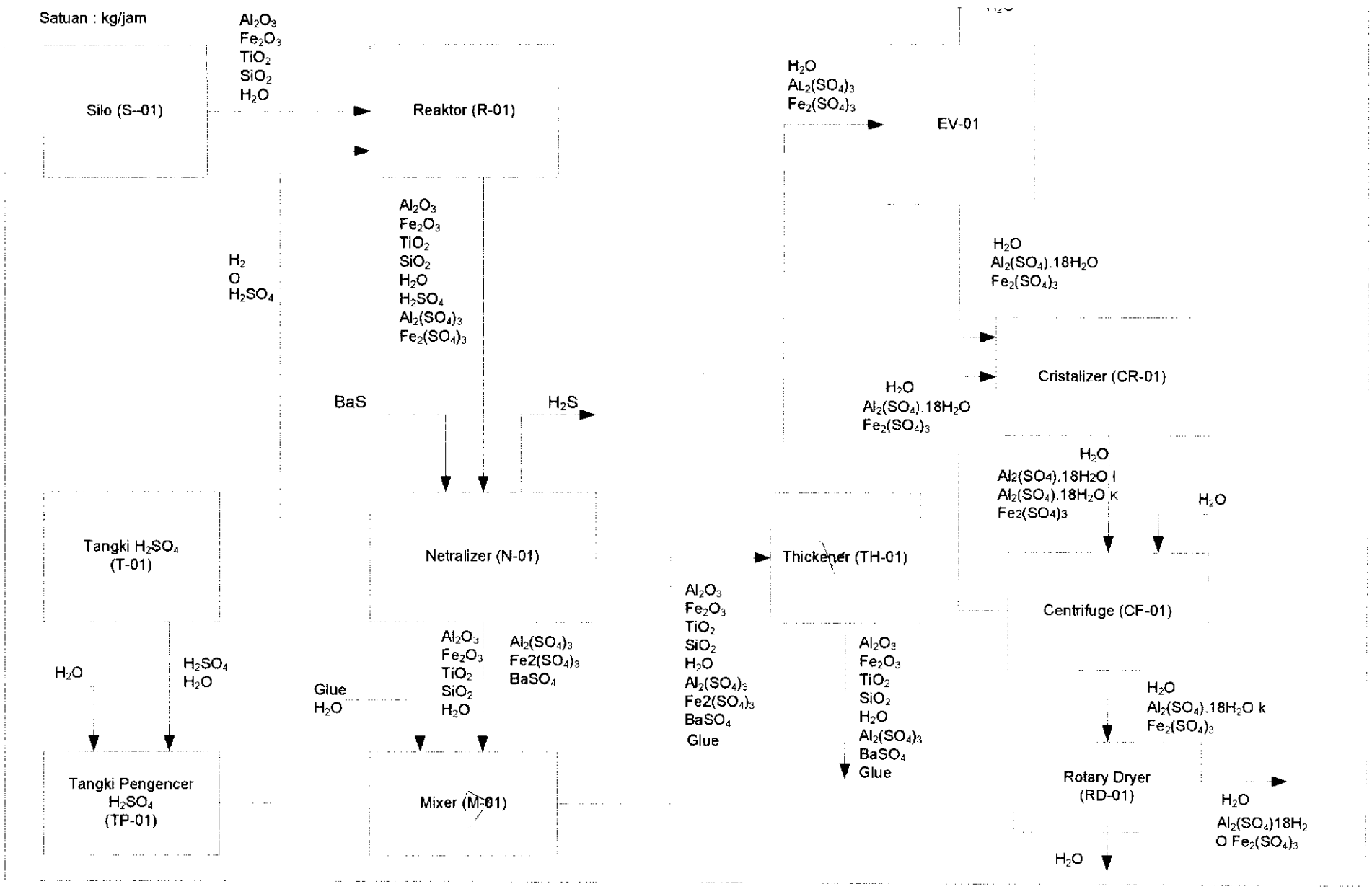
$$Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O \quad \text{..... (2)}$$

Proses pembuatan aluminium sulfat dilakukan didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi pada 105°C dan tekanan 1 atm dengan konversi reaksi 41%. Karena kondisi umpan masuk reaktor bauksit adalah pada fase padat dan asam sulfat dalam fase cair, maka langkah-langkah dalam reaksi ini meliputi tiga tahap yaitu [18]:

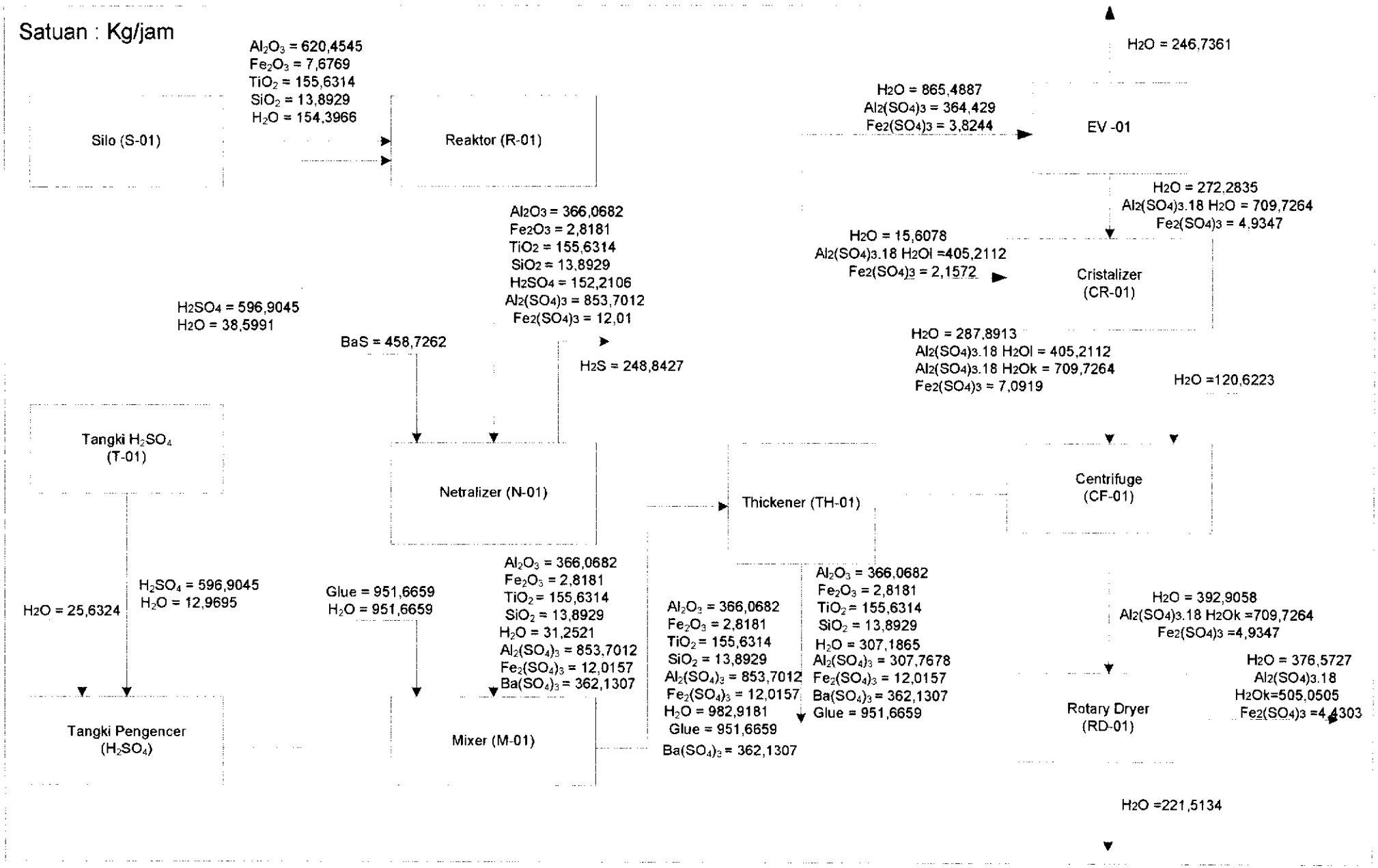
1) Difusi reaktan dari badan fluida melalui lapisan film fluida menuju permukaan padatan.
2) Rekasi permukaan antara reaktan dengan padatan
3) Difusi produk dari permukaan padatan melalui lapisan film fluida kembali kebadan fluida.

Reaksi antara bauksit dan asam sulfat adalah reaksi yang bersifat eksotermis yaitu mengeluarkan panas hal ini berdasarkan entalpi pembentukan aluminium sulfat menunjukkan nilai negatif sehingga dapat disimpulkan bahwa reaksi yang terjadi bersifat eksotermis atau melepas panas.

Berikut gambar diagram alir kualitatif dan diagram alir kuantitatif.



Gambar 3.1. Diagram Alir Kualitatif Pada Perancangan Pabrik Aluminium Sulfat



Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif Pada Perancangan Pabrik Aluminium Sulfat

3.3. RENCANA PERHITUNGAN PRODUKSI

Setting perencanaan produksi pendirian Pabrik Aluminium Sulfat didasarkan pada perhitungan Neraca Massa, Neraca Panas dan Spesifikasi Alat Proses.

3.3.1. Neraca Massa

Setting neraca massa pada pabrik Aluminium Sulfat dari Asam Sulfat dan Bauksit kapasitas 4000 ton/tahun disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 3.3.1 (a) : Neraca Massa Overall

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Al_2O_3	620,4545	366,0682
Fe_2O_3	7,6769	2,8181
TiO_2	155,8314	155,8314
SiO_2	13,8929	13,8929
H_2SO_4	596,9045	0
H_2O	1265,2867	905,2726
H_2O_g	0	246,7361

Sedangkan hasil perhitungan neraca massa alat peralat disajikan dalam tabel 3.3.1 (b), 3.3.1 (c), 3.3.1 (d), 3.3.1 (e), 3.3.1 (f), 3.3.1 (g), 3.3.1 (h), 3.3.1 (i), 3.3.2 (j) berikut:

Tabel 3.3.1 (b) : Neraca Massa Tangki Pengencer

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
H_2SO_4	596,9045	596,9045
H_2O	38,5991	38,5991
Total	635,5064	635,5064

Tabel 3.3.1 (c) : Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Al_2O_3	620,4545	366,0682
Fe_2O_3	7,6769	2,8181
TiO_2	155,8314	155,8314
SiO_2	13,8929	13,8929
H_2SO_4	596,9045	152,2106
H_2O	192,9957	31,2521
$Al_2(SO_4)_3$	0	853,7012
$Fe_2(SO_4)_3$	0	12,0157
Total	1587,7696	1587,7902

Tabel 3.3.1 (d) : Neraca Massa Netralizer

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Al_2O_3	366,0682	366,0682
Fe_2O_3	2,8181	2,8181
TiO_2	155,8314	155,8314
SiO_2	13,8929	13,8929
H_2SO_4	152,2106	0
H_2O	31,2521	31,2521
$Al_2(SO_4)_3$	853,7012	853,7012
$Fe_2(SO_4)_3$	12,0157	12,0157
BaS	458,7262	0
H_2S	0	248,8427
$BaSO_4$	0	362,1307
Total	2046,5164	2046,553

Tabel 3.3.1 (e) : Neraca Massa Mixer

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Al_2O_3	366,0682	366,0682
Fe_2O_3	2,8181	2,8181
TiO_2	155,8314	155,8314
SiO_2	13,8929	13,8929
H_2O	982,918	982,918
$Al_2(SO_4)_3$	853,7012	853,7012
$Fe_2(SO_4)_3$	12,0157	12,0157
BaS	0	0
$BaSO_4$	362,1307	362,1307
Glue	951,6659	951,6659
Total	3701,0421	3701,0422

Tabel 3.3.1 (f) : Neraca Massa Thickener

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Al_2O_3	366,0682	366,0682
Fe_2O_3	2,8181	2,8181
TiO_2	155,8314	155,8314
SiO_2	13,8929	13,8929
H_2O	982,918	1172,6752
$Al_2(SO_4)_3$	853,7012	672,1971
$Fe_2(SO_4)_3$	12,0157	3,8244
$BaSO_4$	362,1307	362,1307
Glue	951,6659	951,6659
Total	3701,0422	3701,1039

Tabel 3.3.1 (g) : Neraca Massa Evaporator

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
H_2O	865,4887	272,2835
H_2O_g	0	246,7361
$Al_2(SO_4)_3$	364,4293	709,7264
$Fe_2(SO_4)_3$	3,8244	4,9347
Total	1233,7424	1233,6807

Tabel 3.3.1 (h): Neraca Massa Cristalizer

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
H_2O	287,8913	287,8913
$Fe_2(SO_4)_3$	7,0919	7,0919
$Al_2(SO_4)_3 18H_2O_l$	1114,9376	405,2112
$Al_2(SO_4)_3 18H_2O_k$	0	709,7264
Total	1409,9208	1409,9208

Tabel 3.3.1 (i) : Neraca Massa Centrifuge

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
H_2O	408,5136	408,5136
$Fe_2(SO_4)_3$	7,0919	7,0919
$Al_2(SO_4)_3 18H_2O_l$	405,2112	405,2112
$Al_2(SO_4)_3 18H_2O_k$	709,7264	709,7264
Total	1530,5431	1530,5431

Tabel 3.3.1 (j) : Neraca Massa Rotary Dryer

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
H_2O	392,9058	598,0861
$Fe_2(SO_4)_3$	4,9347	4,4303
$Al_2(SO_4)_3 18H_2O_k$	709,7264	505,0505
Total	1107,5669	1107,5669

3.3.2 Neraca Panas

Hasil perhitungan neraca panas pada pabrik Aluminium Sulfat dari asam sulfat dan bauksit disaqjikan pada tabel berikut:

Tabel 3.3.2 (a) : Neraca Panas Heat Exchanger 01 (HE-01)

Komponen	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
H_2SO_4	2286,1442	18289,1539
H_2O	413,0108	3304,0864
Pemanas	18894,0853	0
Total	21593,2403	21593,2403

Tabel 3.3.2 (b) : Neraca Panas Reaktor

Komponen	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Al_2O_3	636656,8006	30660,1153
Fe_2O_3	4076,3955	139,9502
TiO_2	16481,2743	3261,6915
SiO_2	11169,7193	952,6603
H_2SO_4	18145,8968	4663,7328
H_2O	4130,10798	2675,1798
$Al_2(SO_4)_3$	0	12675,7554
$Fe_2(SO_4)_3$	0	159,0878
Panas Reaksi	2622,3913	0
Pendingin	0	638094,3761
Total	693282,5858	693282,5492

Tabel 3.3.2 (c) : Neraca Panas di Cooler (CL-01)

Komponen	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Al_2O_3	2452809,224	2100043,577
Fe_2O_3	10876,01733	8790,9375
TiO_2	10685,6302	151175,1578
SiO_2	23263,2721	63680,33
H_2SO_4	373098,6227	145741,6495
H_2O	214014,381	83599,37
$Al_2(SO_4)_3$	1014060,433	396117,3568
$Fe_2(SO_4)_3$	12727,0294	4971,4958
Pendingin	0	1157414,736
Total	4111534,61	4111534,61

Tabel 3.3.2 (d) : Neraca Panas Netralizer

Komponen	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Al_2O_3	42000,8715	42000,8715
Fe_2O_3	175,8187	175,8188
TiO_2	3023,5031	3023,5031
SiO_2	1273,6066	1273,6066
H_2SO_4	2914,8329	0
H_2O	1671,9874	1671,9874
$Al_2(SO_4)_3$	7922,3471	7922,3471
$Fe_2(SO_4)_3$	99,4299	99,4299
BaS	0	0
H_2S	0	2661,8890
$BaSO_4$	0	1834,6356
Panas reaksi	2954674,2300	0
Pendingin	0	2954674,23
Total	3013756,6272	3015338,3190

Tabel 3.3.2 (e) : Neraca Panas Mixer

Komponen	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Al_2O_3	417,0339	417,0339
Fe_2O_3	1,09805	1,09805
TiO_2	37,8405	37,8405
SiO_2	21,1948	21,1948
H_2O	2918,2083	2918,2083
$Al_2(SO_4)_3$	23,1527	23,1527
$Fe_2(SO_4)_3$	0,2487	0,2487
$BaSO_4$	16,9362	16,9362
Glue	0	0
Total	3435,71315	3435,71315

Tabel 3.3.2 (f) : Neraca Panas Thickener

Komponen	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Al_2O_3	417,0339	417,0339
Fe_2O_3	1,09805	1,09805
TiO_2	37,8405	37,8405
SiO_2	21,1948	21,1948
H_2O	2918,2083	2918,2083
$Al_2(SO_4)_3$	23,1527	23,1527
$Fe_2(SO_4)_3$	0,2487	0,2487
$BaSO_4$	16,9362	16,9362
Total	3435,71315	3435,71315

Tabel 3.3.2 (g) : Neraca Panas Evaporator

Komponen	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
H_2O	865,4887	272,2835
$Al_2(SO_4)_3.18\ H_2O$	0	250,2779
$Al_2(SO_4)_3$	67,6381	0
$Fe_2(SO_4)_3$	0,2487	0,2487
Uap	246,7361	0
Kondensat	0	657,3015
Total	1180,1116	1180,1116

Tabel 3.3.2 (h) : Neraca Panas Cristalizer

Komponen	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
H_2O	896,4049	287,8913
$Al_2(SO_4)_3.18\ H_2O$	1073,7269	393,1716
$Fe_2(SO_4)_3$	1,17371	1,17371
Pendingin	0	1289,0689
Total	1971,3055	1971,3055

Tabel 3.3.2 (i) : Neraca panas Centrifuge

Komponen	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
H_2O	408,5136	408,5136
$Al_2(SO_4)_3.18\ H_2O$	393,1716	393,1716
$Fe_2(SO_4)_3$	1,1737	1,1737
Total	802,8589	802,8589

Tabel 3.3.2 (j) : Neraca Panas Rotary Dryer

Komponen	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
H_2O	392,9058	598,0861
$Al_2(SO_4)_3.18\ H_2O$	250,2779	178,101
$Fe_2(SO_4)_3$	0,81669	0,7332
Udara Panas	48.071,0041	12.462,8529
Penguapan	0	21.595,2159
Panas hilang	0	13.880,0156
Total	48.715,0048	48.715,0048

Tabel 3.3.2 (k) : Neraca Panas Heat Exchanger 02 (HE-02)

Komponen	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Udara	0	56337,3897
Steam	56337,3897	0
Total	56337,3897	56337,3897

Tabel 3.3.2 (l) : Neraca Panas Cooler (CL-02)

Komponen	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
H_2O	21782,68	13614,175
$Al_2(SO_4)_3$	7060,6399	12513,8959
$Fe_2(SO_4)_3$	10,81297	40,83464
Pendingin	0	2685,2273
Total	28854,1328	28854,1328

3.3.3 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat pada pabrik Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat dengan kapasitas produksi 4000 ton/tahun dirancang dengan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Adapun spesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik Aluminium Sulfat dari Asam Sulfat dan Bauksit meliputi:

1) **REAKTOR (R-01)**

Fungsi	: Tempat berlangsungya reaksi antara Al_2O_3 dan H_2SO_4 membentuk $Al_2(SO_4)_3$
Jenis	: Reaktor Tangki Alir Berpengaduk
Bahan konstruksi	: Carbon Stell SA 283 Grade C
Kondisi Operasi	: Suhu : 105°C
	Tekanan : 1 atm
Dimensi:	
Tinggi reaktor	: 2,69 m
Diameter reaktor	: 1,86m
Volume reaktor	: 6,0866 m^3
Tebal shell	: 3/16 in
Tebal head	: 3/16 in
Tinggi cairan	: 2,2412 m
Tinggi head total	: 0,3624 m
Pengaduk:	

- Jenis pengaduk : Six blade turbin
- Power pengaduk : 13,375 Hp
- Jumlah baffle : 4 buah
- Jumlah pengaduk : 3 buah

Pendingin:

- Panjang pipa koil : 46,2271 ft
- Jumlah lilitan : 3 lilitan

Jumlah : 1 buah

Perhitungan optimasi reaktor, dimensi reaktor, perancangan koil dan gambar hasil rancangan reaktor disajikan pada lampiran 1.

2) NETRALIZER (N-01)

Fungsi : Menetralkan produk keluar reaktor dengan BaS

Jenis : tangki tegak berpengaduk

Bahan konstruksi : Carbon Stell SA 283 Grade C

Kondisi operasi : Suhu = 75°C

Tekanan = 1 atm

Dimensi:

Tinggi tangki : 1,1259 m

Diameter tangki : 0,7826 m

Tebal dinding tangki : 3/16 in

Tebal head : 3/16 in

Tinggi cairan : 0,8875 m

Tinggi head total : 0,1932 m

Pengaduk:

- Jenis pengaduk : Six blade turbin
- Power pengaduk : 4,8 Hp
- Jumlah baffle : 4 buah
- Jumlah pengaduk : 4 buah

Pendingin:

- Panjang pipa koil : 2,1270 m
- Jumlah lilitan : 1 lilitan

Jumlah : 1 buah

3) MIXER (M-01)

Fungsi :Mencampur bahan-bahan keluar netralizer dengan larutan Glue untuk menggumpalkan butiran butiran padatan impurities.

Jenis : tangki tegak berpengaduk

Bahan konstruksi : Carbon Stell SA 283 Grade C

Kondisi operasi : suhu = 75°C , Tekanan = 1 atm

Dimensi:

Tinggi tangki : 1,2223 m

Diameter tangki : 0,8491 m

Tebal dinding tangki : 3/16 in

Tebal head : 3/16 in

Tinggi cairan : 0,9662 m

Tinggi head total : 0,1983 m

Pengaduk

- Jenis pengaduk : Six blade turbin
- Power pengaduk : 1,25 Hp
- Jumlah baffle : 4 buah
- Jumlah pengaduk : 2 buah

Jumlah : 1 buah

4) **THICKENER (TH-01)**

Fungsi : Mengendapkan dan memisahkan padatan dengan larutan aluminium sulfat

Jenis : Batch Sedimentation

Bahan konstruksi : Stainless Stell AISI 304

Kondisi operasi : Suhu = 75°C

Tekanan = 1 atm

Dimensi:

Tinggi thickener : 3,3528 m

Diameter thickener : 1,2936 m

Tebal dinding tangki : 5/8 in

Jumlah : 1 buah

5) **EVAPORATOR (EV-01)**

Fungsi : Memekatkan aluminium sulfat

Jenis : Calandria Evaporator

Bahan konstruksi : Carbon Stell SA 283 Grade C

Kondisi operasi : Suhu : 105°C

Tekanan : 1 atm

Dimensi:

Diameter evaporator : 1 m

Tinggi evaporator : 1,44 m

Tebal shell : ¼ in

Tebal head : ¼ in

Jumlah : 1 buah

6) **KRISTALIZER (CR-01)**

Fungsi : Mengkristalkan larutan aluminium sulfat dengan menurunkan titik jenuh larutan aluminium sulfat

Jenis : Swenson Walker Cristalizer

Bahan konstruksi : Stainless Stell SA 283 Grade C

Kondisi operasi : Suhu = 75°C

Tekanan : 1 atm

Luas transfer panas : 188,49 ft^2

Dimensi:

Panjang : 40 ft

Lebar : 2 ft

Volume : 107,1 ft^3

Kecepatan pengadukan : 30 rpm

Power : 0,5 HP

Jumlah : 1 buah

7) CENTRIFUGE (CF-01)

Fungsi : Memisahkan kristal aluminium sulfat dari cairan (fase cair) yang keluar dari kristalizer

Jenis : Continu Disc Bowl

Bahan konstruksi : Cast Iron

Kondisi operasi : Suhu = 75°C

Tekanan = 1 atm

Dimensi:

Diameter bowl : 13 in

Speed : 7500 rpm

Daya motor : 6 HP

Tegangan dinding : 9,0151 lb/in^2

Tegangan dalam bowl : 50,8654 lb/in^2

Jumlah : 1 buah

8) ROTARY DRYER (RD-01)

Fungsi : Mengeringkan kristal aluminium sulfat keluar centrifuge.

Bahan konstruksi : Cast Iron

Kondisi operasi : Suhu masuk = 30°C

Suhu keluar = 66°C

Tekanan = 1 atm

Luas penampang pengering = 4,1787 ft^2

Dimensi:

Panjang : 20 ft

Diameter : 2,3072 ft

Kecepatan putar : 15 rpm

Power : 5 HP

Jumlah flight : 6 buah

Tinggi flight : 0,23072 ft

Waktu pengeringan : 32,4 menit

Jumlah : 1 buah

9) **TANGKI (T-01)**

Fungsi	: Menyimpan bahan baku asam sulfat selama 15 hari
Jenis	: Silinder tegak dengan atap berbentuk conical dan bawah datar
Bahan konstruksi	: Carbon Stell SA 283 Grade C
Kondisi operasi	: Suhu = 30°C
	Tekanan = 1 atm
Dimensi:	
Tinggi tangki	: 2,9486 m
Diameter tangki	: 7,8630 m
Volume tangki	: 119,25797 m^3
Tebal shell	: 5/16 in
Jumlah	: 1 buah

10) TANGKI (T-02)

Fungsi	: Menyimpan Glue selama 1 hari
Jenis	: Silinder tegak dengan atap berbentuk conical dan bawah datar
Bahan konstruksi	: Carbon Stell SA 283 Grade C
Kondisi operasi	: Suhu = 32°C
	Tekanan = 1 atm

Dimensi:

Tinggi tangki : 1,5935 m

Diameter tangki : 4,2492 m

Volume tangki : 18,82157 m^3

Tebal shell : 3/16 in

Jumlah : 1 buah

11) TANGKI PENGENCER (TP-01)

Fungsi : Mengencerkan larutan asam sulfat 98% menjadi asam sulfat 80% dengan cara menambahkan air

Jenis : Silinder tegak dengan pengaduk

Bahan konstruksi : Carbon Stell SA 283 Grade C

Kondisi operasi : Suhu = 32°C

Tekanan = 1 atm

Dimensi:

Tinggi tangki : 4,6448 m

Diameter tangki : 9,2896 m

Volume tangki : 262,2147 m^3

Tebal shell : ½ in

Tebal head : ½ in

Pengaduk

- Jenis pengaduk : Six blade turbin
- Jumlah pengaduk : 1 buah
- Kecepatan Putaran : 2,5 rpm

Jumlah : 1 buah

12) HEAT EXCHANGER (HE-01)

Fungsi : Memanaskan larutan asam sulfat sebanyak 635,5036 kg/jam dari suhu 30°C menjadi 105°C sebelum diumpankan kedalam reaktor

Jenis : Double pipe

Rute fluida : asam sulfat dalam tube dan steam dalam anulus

Luas transfer panas : 19,8864 ft^2

Dimensi:

Ukuran double pipe : - pipa luar : OD = 2,38 in
ID = 2,067 in
Sch = 40
- pipa dalam: OD = 1,90 in
ID = 1,610 in
Sch = 40

Panjang : 12 ft

Pressure drop : - pipa = $7,2757.10^{-4}$ Psi

- annulus = 0,03 Psi

Jumlah : 1 buah

13) COOLER (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan produk keluar reaktor (R-01) menuju neutralizer dari suhu 105°C menjadi 75°C

Jenis : Shell and Tube Exchanger

Dimensi:

Ukuran double pipe : - Tube : OD = 1 in

ID = 0,782 in

Sch = 40

- Jumlah : 326 buah
- Pass : 2
- Pitch : 1 ¼ in
- Shell : ID = 29 in

Pases – 2

Luas perpindahan panas : 964,7573 ft^2

Jumlah : 1 buah

14) COOLER (CL-02)

Fungsi : Mendinginkan produk keluar evaporator (EV-01) menuju kristalizer dari suhu 105°C menjadi 75°C

Jenis : Shell and Tube Exchanger

Dimensi:

Ukuran double pipe : - Tube : OD = 1,25 in

Sch = 40

- Jumlah : 15 buah
- Pass : 2
- Pitch : 1 ¼ in
- Shell : ID = 8 in

Pases = 2

Jumlah : 1 buah

15) HEAT EXCHANGER (HE-02)

Fungsi : Memanaskan udara sebanyak 4178,711591 lb/jam dari suhu 30°C menjadi 148,89°C untuk pengering dalam Rotary Dryer

Jenis : Shell and Tube Exchanger

Dimensi:

Ukuran double pipe : - Tube : OD = 1 in

ID = 0,782 in

Sch = 40

- Jumlah : 41 buah
- Pass : 2
- Pitch : 1 ¼ in
- Shell : ID = 12 in

  Pases = 2

Luas perpindahan panas: 128,4739 ft^2

Jumlah : 1 buah

16) SILO (S-01)

Fungsi : Menyimpan bauksit halus selama 1 hari sebelumdiumpankan ke reaktor

Jenis : Tangki silinder vertical dengan conical bottom head

Bahan konstruksi : Carbon stell SA 283 Grade C

Kondisi operasi : Suhu = 32°C

Tekanan = 1 atm

Dimensi:

Tinggi tangki : 2 m

Diameter tangki : 2 m

Kedalaman : 4 m

Volume tangki : 9,1656 m^3

Tebal shell : 3/16 in

Tebal head : 3/16 in

Jumlah : 1 buah

17) SILO (S-02)

Fungsi : Menyimpan produk aluminium sulfat selama 1 hari

Jenis : Tangki silinder vertical dengan conical bottom head

Bahan konstruksi : Carbon Stell SA 283 Grade C

Kondisi operasi : Suhu = 32°C

Tekanan = 1 atm

Dimensi:

Tinggi tangki : 2,43 m

Diameter tangki : 2,43m

Kedalaman : 4,86 m

Volume tangki : 21,5592 m^3

Tebal shell : 1/4 in

Tebal head : 1/4 in

Jumlah : 1 buah

18) SILO (S-03)

Fungsi : Menyimpan BaS selama 1 hari sebelum diumpankan ke netralizer

Jenis : Tangki silinder vertical dengan conical bottom head

Bahan konstruksi : Carbon Stell SA 283 Grade C

Kondisi operasi : Suhu = 32°C

Tekanan = 1 atm

Dimensi:

Tinggi tangki : 2,43 m

Diameter tangki : 1,2089m

Kedalaman : 2,418 m

Volume tangki : 2,5905 m^3

Tebal shell : 3/16 in

Tebal head : 3/16 in

Jumlah : 1 buah

19) BELT ELEVATOR (BE-01)

Fungsi : Mengangkut bauksit halus dari ballmill menuju silo (S-01)

Jenis : Spaced bucket centrifugal discharge elevator

Bahan konstruksi : Carbon Stell SA 283 Grade C

Dimensi:

Ukuran bucket	: 6 * 4 * 41/4 in
Lebar belt	: 7 in
Jarak antar bucket	: 12 in
Tinggi elevator	: 25 ft
Kapasitas	: 14 ton/jam
Kecepatan bucket	: 225 fpm
Jumlah bucket	: 111 buah
Power bucket	: 2 HP
Jumlah	: 1 buah

20) BUCKET ELEVATOR (BE-02)

Fungsi	: Mengangkut bauksit halus dari SC-01 menuju reaktor (R-01)
Jenis	: Spaced bucket centrifugal discharge elevator
Bahan konstruksi	: Carbon Stell SA 283 Grade C

Dimensi:

Ukuran bucket	: 6 * 4 * 41/4 in
Lebar belt	: 7 in
Jarak antar bucket	: 12 in
Tinggi elevator	: 25 ft
Kapasitas	: 14 ton/jam

Kecepatan bucket	: 225 fpm
Jumlah bucket	: 111 buah
Power bucket	: 2 HP
Jumlah	: 1 buah

21) BUCKET ELEVATOR (BE-03)

Fungsi	: Mengangkut kristal aluminium sulfat dari SC-04 ke silo (S-02)
Jenis	: Spaced bucket centrifugal discharge elevator
Bahan konstruksi	: Carbon Stell SA 283 Grade C
Dimensi:	
Ukuran bucket	: 6 * 4 * 41/4 in
Lebar belt	: 7 in
Jarak antar bucket	: 12 in
Tinggi elevator	: 25 ft
Kapasitas	: 14 ton/jam
Kecepatan bucket	: 225 fpm
Jumlah bucket	: 111 buah
Power bucket	: 2 HP
Jumlah	: 1 buah

22) BUCKET ELEVATOR (BE-04)

Fungsi	: Mengangkut kristal BaS dari SC-05 ke hopper (HP-04)
Jenis	: Spaced bucket centrifugal discharge elevator
Bahan konstruksi	: Carbon Stell SA 283 Grade C
Dimensi:	
Ukuran bucket	: 6 * 4 * 41/4 in
Lebar belt	: 7 in
Jarak antar bucket	: 12 in
Tinggi elevator	: 25 ft
Kapasitas	: 14 ton/jam
Kecepatan bucket	: 225 fpm
Jumlah bucket	: 111 buah
Power bucket	: 2 HP
Jumlah	: 1 buah

23) BUCKET ELEVATOR (BE-05)

Fungsi	: Mengangkut Glue dari SC-06 ke hopper (HP-05)
Jenis	: Spaced bucket centrifugal discharge elevator
Bahan konstruksi	: Carbon Stell SA 283 Grade C
Dimensi:	
Ukuran bucket	: 6 * 4 * 41/4 in

Lebar belt	: 7 in
Jarak antar bucket	: 12 in
Tinggi elevator	: 25 ft
Kapasitas	: 14 ton/jam
Kecepatan bucket	: 225 fpm
Jumlah bucket	: 111 buah
Power bucket	: 2 HP
Jumlah	: 1 buah

24) BELT CONVEYOR (BC-01)

Fungsi	: Mengangkut bauksit dari gudang penyimpanan ke crusher
Jenis	: Troughed belt on 20° idlers
Bahan konstruksi	: Carbon Stell SA 283 Grade C
Dimensi:	
Panjang belt	: 49,34 ft
Lebar belt	: 14 in
Tebal belt	: ½ in
Kecepatan belt	: 100 fpm
Kapasitas maksimal	: 32 ton/jam
Power	: 0,1HP
Jumlah	: 1 buah

25) BELT CONVEYOR (BC-01)

Fungsi	: Mengangkut bauksit dari crusher ke ballmill
Jenis	: Troughed belt on 20° idlers
Bahan konstruksi	: Carbon Stell SA 283 Grade C
Dimensi:	
Panjang belt	: 49,34 ft
Lebar belt	: 14 in
Tebal belt	: ½ in
Kecepatan belt	: 100 fpm
Kapasitas maksimal	: 32 ton/jam
Power	: 0,1HP
Jumlah	: 1 buah

26) SCREW CONVEYOR (SC-01)

Fungsi	: Mengangkut bauksit dari silo (S-01) ke Bucket elevator (BE-02)
Jenis	: Helical flight screw conveyor
Bahan konstruksi	: Carbon Stell SA 283 Grade C
Dimensi:	
Diameter	: 3 in
Kecepatan	: 250 fpm
Panjang	: 10 ft

Kapasitas : 34,9579 lb/mnt

Power : 0,02HP

Jumlah : 1 buah

27) SCREW CONVEYOR (SC-02)

Fungsi : Mengangkut kristal basah $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ yang keluar dari kristalizer ke centrifuge

Jenis : Helical flight screw conveyor

Bahan konstruksi : Carbon Stell SA 283 Grade C

Dimensi:

Diameter : 3 in

Kecepatan : 250 fpm

Panjang : 10 ft

Kapasitas : 51,7592 lb/mnt

Power : 0,025 HP

Jumlah : 1 buah

28) SCREW CONVEYOR (SC-03)

Fungsi : Mengangkut kristal aluminium sulfat dari centrifuge ke rotary dryer

Jenis : Helical flight screw conveyor

Bahan konstruksi : Carbon Stell SA 283 Grade C

Dimensi:

Diameter : 3 in

Kecepatan : 250 fpm

Panjang : 10 ft

Kapasitas : 40,6596 lb/mnt

Power : 0,02HP

Jumlah : 1 buah

29) SCREW CONVEYOR (SC-04)

Fungsi : Mengangkut kristal aluminium sulfat dari rotary dryer ke BE-03

Jenis : Helical flight screw conveyor

Bahan konstruksi : Carbon Stell SA 283 Grade C

Dimensi:

Diameter : 3 in

Kecepatan : 250 fpm

Panjang : 10 ft

Kapasitas : 40,6596 lb/mnt

Power : 0,02HP

Jumlah : 1 buah

30) SCREW CONVEYOR (SC-05)

Fungsi	: Mengangkut kristal BaS dari silo (S-03) ke BE-04
Jenis	: Helical flight screw conveyor
Bahan konstruksi	: Carbon Stell SA 283 Grade C
Dimensi:	
Diameter	: 3 in
Kecepatan	: 250 fpm
Panjang	: 10 ft
Kapasitas	: 16,8402 lb/mnt
Power	: 0,01HP
Jumlah	: 1 buah

31) SCREW CONVEYOR (SC-06)

Fungsi	: Mengangkut Glue dari tangki (T-02) ke BE-05
Jenis	: Helical flight screw conveyor
Bahan konstruksi	: Carbon Stell SA 283 Grade C
Dimensi:	
Diameter	: 3 in
Kecepatan	: 250 fpm
Panjang	: 10 ft
Kapasitas	: 34,9363 lb/mnt

Power : 0,01HP

Jumlah : 1 buah

32) POMPA (P-01)

Fungsi : Memompa larutan H_2SO_4 98% dari tangki truk ke tangki penyimpanan (T-01)

Jenis : Centrifugal pump

Dimensi:

Kapasitas : 154,8387 gpm

Power motor : 6 HP

Nominal pipe size : 6 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 6,065 in

Outside diameter : 6,625 in

Jumlah : 1 buah

33) POMPA (P-02)

Fungsi : Memompa larutan H_2SO_4 98% dari tangki penyimpanan (T-01) ke tangki pengencer (TP-01)

Jenis : Centrifugal pump

Dimensi:

Kapasitas	: 1,5660 gpm
Power motor	: 0,5 HP
Nominal pipe size	: 3/8 in
Schedule number	: 40
Inside diameter	: 0,675 in
Outside diameter	: 0,493 in
Jumlah	: 1 buah

34) POMPA (P-03)

Fungsi	: Memompa larutan pengencer dari utilitas ke tangki pengencer (TP-01)
Jenis	: Centrifugal pump

Dimensi:

Kapasitas	: 0,11025 gpm
Power motor	: 0,5 HP
Nominal pipe size	: 1/4 in
Schedule number	: 40
Inside diameter	: 0,364 in
Outside diameter	: 0,540 in
Jumlah	: 1 buah

35) POMPA (P-04)

Fungsi	: Memompa larutan asam sulfat 80% dari tangki pengencer ke reaktor (R-01)
Jenis	: Centrifugal pump
Dimensi:	
Kapasitas	: 1,5660 gpm
Power motor	: 0,5 HP
Nominal pipe size	: 3/8 in
Schedule number	: 40
Inside diameter	: 0,675 in
Outside diameter	: 0,493 in
Jumlah	: 1 buah

36) POMPA (P-05)

Fungsi	: Memompa larutan keluar reaktor menuju netralizer
Jenis	: Centrifugal pump
Dimensi:	
Kapasitas	: 2,5626 gpm
Power motor	: 0,5 HP
Nominal pipe size	: 1/2 in
Schedule number	: 40

Inside diameter : 0,622 in

Outside diameter : 0,840 in

Jumlah : 1 buah

37) POMPA (P-06)

Fungsi : Memompa larutan dari netralizer menuju mixer

Jenis : Centrifugal pump

Dimensi:

Kapasitas : 4,6946 gpm

Power motor : 0,5 HP

Nominal pipe size : 3/4 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 0,824 in

Outside diameter : 1,05 in

Jumlah : 1 buah

38) POMPA (P-07)

Fungsi : Memompa larutan dari mixer menuju thickener

Jenis : Centrifugal pump

Dimensi:

Kapasitas : 9,8990 gpm

Power motor : 1 HP

Nominal pipe size : 1 1/4 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 1,380 in

Outside diameter : 1,66 in

Jumlah : 1 buah

39) POMPA (P-08)

Fungsi : Memompa larutan dari thickener menuju evaporator

Jenis : Centrifugal pump

Dimensi:

Kapasitas : 5,5991 gpm

Power motor : 0,5 HP

Nominal pipe size : 1 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 1,049 in

Outside diameter : 1,32 in

Jumlah : 1 buah

40) POMPA (P-09)

Fungsi : Memompa larutan pekat dari evaporator menuju kristalizer

Jenis	: Centrifugal pump
Dimensi:	
Kapasitas	: 2,9841 gpm
Power motor	: 0,5 HP
Nominal pipe size	: 3/4in
Schedule number	: 40
Inside diameter	: 0,824 in
Outside diameter	: 1,05 in
Jumlah	: 1 buah

41) POMPA (P-10)

Fungsi	: Memompa cairan yang keluar dari centrifuge ke cristalizer
Jenis	: Centrifugal pump
Dimensi:	
Kapasitas	: 1,1015 gpm
Power motor	: 0,5 HP
Nominal pipe size	: 3/8 in
Schedule number	: 40
Inside diameter	: 0,493 in
Outside diameter	: 0,675 in
Jumlah	: 1 buah

42) HOPPER (HP-01)

Fungsi	: Menampung sementara serbuk bauksit sebelum masuk silo (S-01)
Jenis	: Tangki silinder vertical dengan dasar bentuk cone
Bahan konstruksi	: Carbon Stell SA 283 Grade C
Volume hopper	: 5,4994 m^3
Diameter hopper	: 1,5023 m
Tinggi hopper	: 3,5053 m
Tebal shell	: 3/16 in
Tebal conical	: 3/16 in

43) HOPPER (HP-02)

Fungsi	: Menampung sementara serbuk bauksit sebelum masuk reaktor (R-01)
Jenis	: Tangki silinder vertical dengan dasar bentuk cone
Bahan konstruksi	: Carbon Stell SA 283 Grade C
Volume hopper	: 10,7423 m^3
Diameter hopper	: 1,8779 m
Tinggi hopper	: 4,3818 m
Tebal shell	: 3/16 in

Tebal conical : 3/16 in

44) HOPPER (HP-03)

Fungsi : Menampung sementara kristal $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ sebelum masuk silo (S-02)

Jenis : Tangki silinder vertical dengan dasar bentuk cone

Bahan konstruksi : Carbon Stell SA 283 Grade C

Volume hopper : 12,9351 m^3

Diameter hopper : 1,9979 m

Tinggi hopper : 4,394 m

Tebal shell : 3/16 in

Tebal conical : 3/16 in

45) HOPPER (HP-04)

Fungsi : Menampung sementara kristal BaS sebelum masuk netralizer (N-01)

Jenis : Tangki silinder vertical dengan dasar bentuk cone

Bahan konstruksi : Carbon Stell SA 283 Grade C

Volume hopper : 1,5543 m^3

Diameter hopper : 0,9859 m

Tinggi hopper : 2,1683 m

Tebal shell : 3/16 in

Tebal conical : 3/16 in

46) HOPPER (HP-05)

Fungsi : Menampung sementara Glue sebelum masuk mixer (M-01)

Jenis : Tangki silinder vertical dengan dasar bentuk cone

Bahan konstruksi : Carbon Stell SA 283 Grade C

Volume hopper : 11,2929 m^3

Diameter hopper : 1,9094 m

Tinggi hopper : 4,1995 m

Tebal shell : 3/16 in

Tebal conical : 3/16 in

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

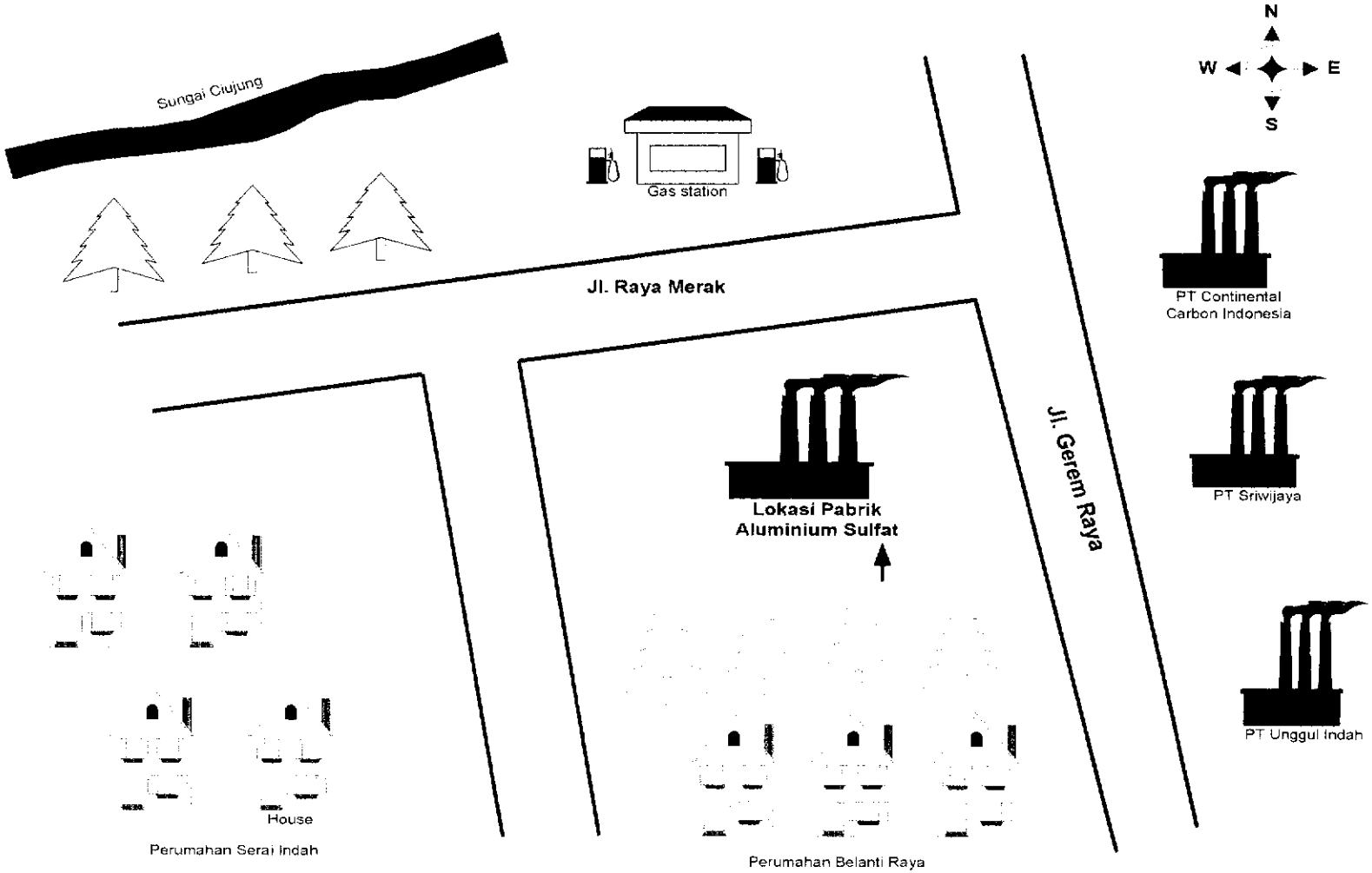
4.1 TATA LETAK PABRIK

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting dalam mendapatkan efisiensi, keselamatan dan kelancaran dari para pekerja serta proses.

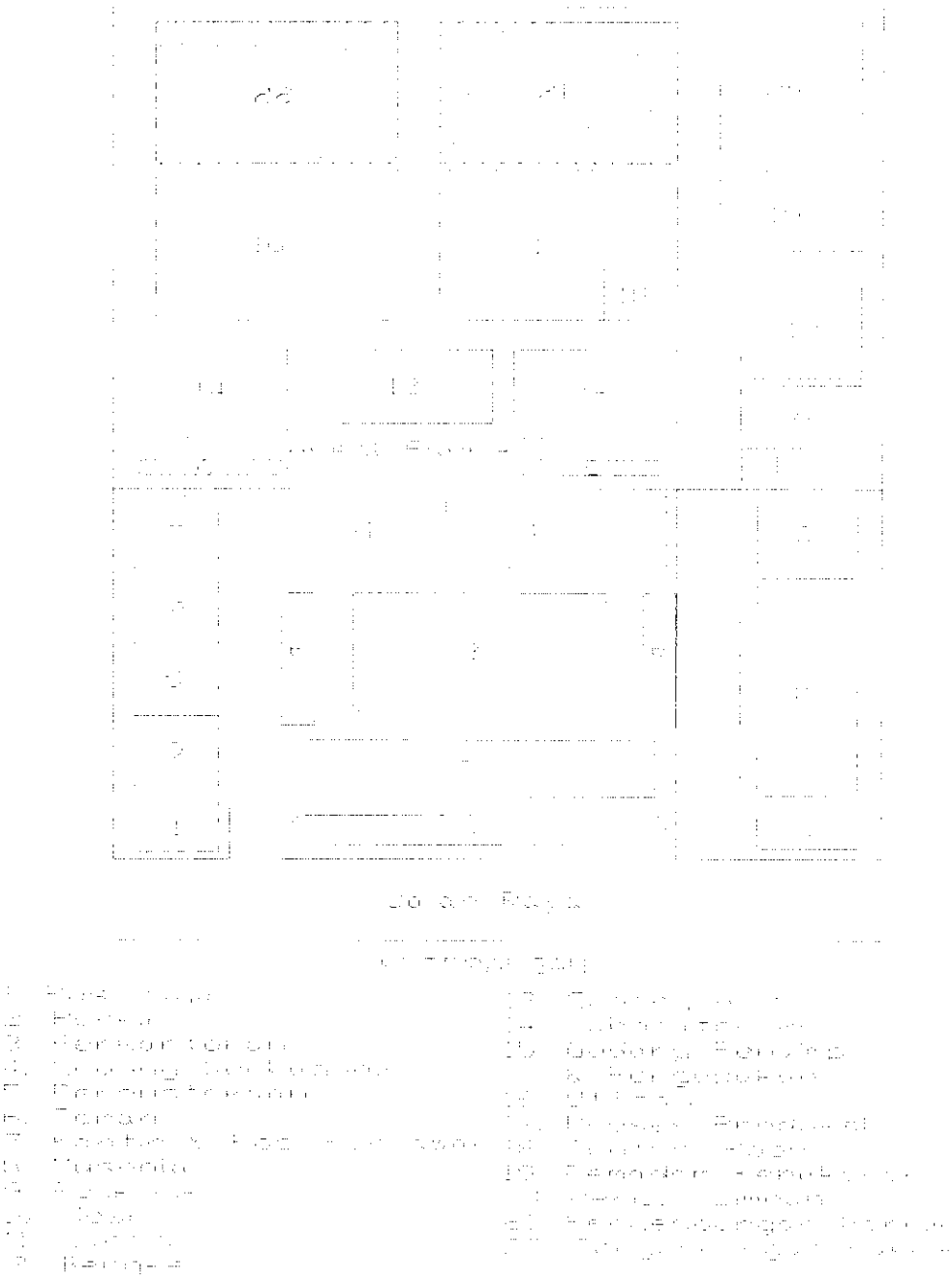
4.1.1 Lokasi Dan Layout Pabrik

Pabrik Aluminium Sulfat direncanakan akan didirikan di Jalan Raya Merak km 22, Cilegon, Banten yang telah ditetapkan Pemerintah sebagai daerah kawasan industri. Gambar lokasi pabrik, tata letak pabrik / lay out pabrik dan gambar tata letak peralatan proses disajikan pada gambar 4.1, gambar 4.2, dan gambar 4.3.

Berikut gambar lokasi pabrik Aluminium Sulfat, dan tata letak pabrik.



Gambar 4.1. Rencana Lokasi Pabrik Aluminium Sulfat



Gambar 4.2. Tata Letak Pabrik

4.1.2 Pertimbangan Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan kawasan pabrik Aluminium Sulfat didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1) Ketersediaan Bahan Baku

   Bahan baku Asam Sulfat yang dibutuhkan pada pabrik Aluminium Sulfat dapat diperoleh dari PT. Petrokimia Nusantara yang merupakan mitra dari pabrik Aluminium Sulfat yang akan didirikan. Sedangkan bahan baku Bauksit dapat diperoleh dai PT. Aneka Tambang, Pulau Bintan Provinsi Riau yang juga merupakan mitra pabrik Aluminium Sulfat ini.

2) Pemasaran

   Aluminium Sulfat banyak dibutuhkan pada industri kertas, kosmetik, dan penyamakan kulit. Industri-industri yang membutuhkan Aluminium Sulfat baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan pembantu banyak terdapat didaerah Jawa Barat dan Jawa Tengah. Dekatnya lokasi pabrik Aluminum Sulfat dengan mitra pabrik dan konsumen menjadikan distribusi bahan baku dan produk relatif mudah dan mengena.

3) Tenaga Kerja

   Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik. Selain itu

faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas.

4) Sarana Transportasi

Untuk mempermudah lalu lintas produk dan pemasarannya, pabrik didirikan di Cilegon karena dekatnya lokasi pabrik dengan pelabuhan, serta jalan raya yang memadai, sehingga diharapkan pemasaran Aluminium Sulfat baik ke Jawa, pulau-pulau lain di Indonesia maupun keluar negeri dapat berjalan dengan baik.

5) Utilitas

Dengan pertimbangan bahwa untuk produksi pabrik memerlukan air yang cukup banyak. Maka dipilih Cilegon yang mempunyai kadar air yang lebih besar dibandingkan daerah lain. Untuk mencukupi kebutuhan air dapat diperoleh dari sungai Ciujung. Sedangkan untuk kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dengan gardu-gardu utama disekitar pabrik dan diesel generator sebagai cadangan.

4.2 TATA LETAK PERALATAN PROSES

Tata letak peralatan proses merupakan tempat kedudukan alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga kelancaran proses produksi dapat terjamin, penggunaan luas lantai dapat lebioh efektif, keselamatan dan kenyamanan kerja karyawan dapat

ditingkatkan, biaya penanganan material lebih rendah atau terhindarnya pengeluaran untuk capital yang tidak penting. Jika tata letak peralatan proses produksi lancer, maka pengangkutan yang mahal tidak perlu digunkan oleh perusahaan.

Pada perancangan tata letak peralatan proses pada perancangan pabrik Aluminium Sulfat ada beberapa faktor yang dipertimbangkan yaitu:

1) Aliran Bahan Baku dan Produk

   Kelancaran dan keamanan produksi, serta keuntungan ekonomis yang besar dapat dicapai dengan adanya aliran bahan baku dan produk yang tetap. Yang perlu juga diperhatikan adalah elevasi pipa, untuk pipa ditas tanah perlu dipasang pada ketinggian 3 meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga lalu lintas pekerja tidak terganggu oleh hal tersebut.

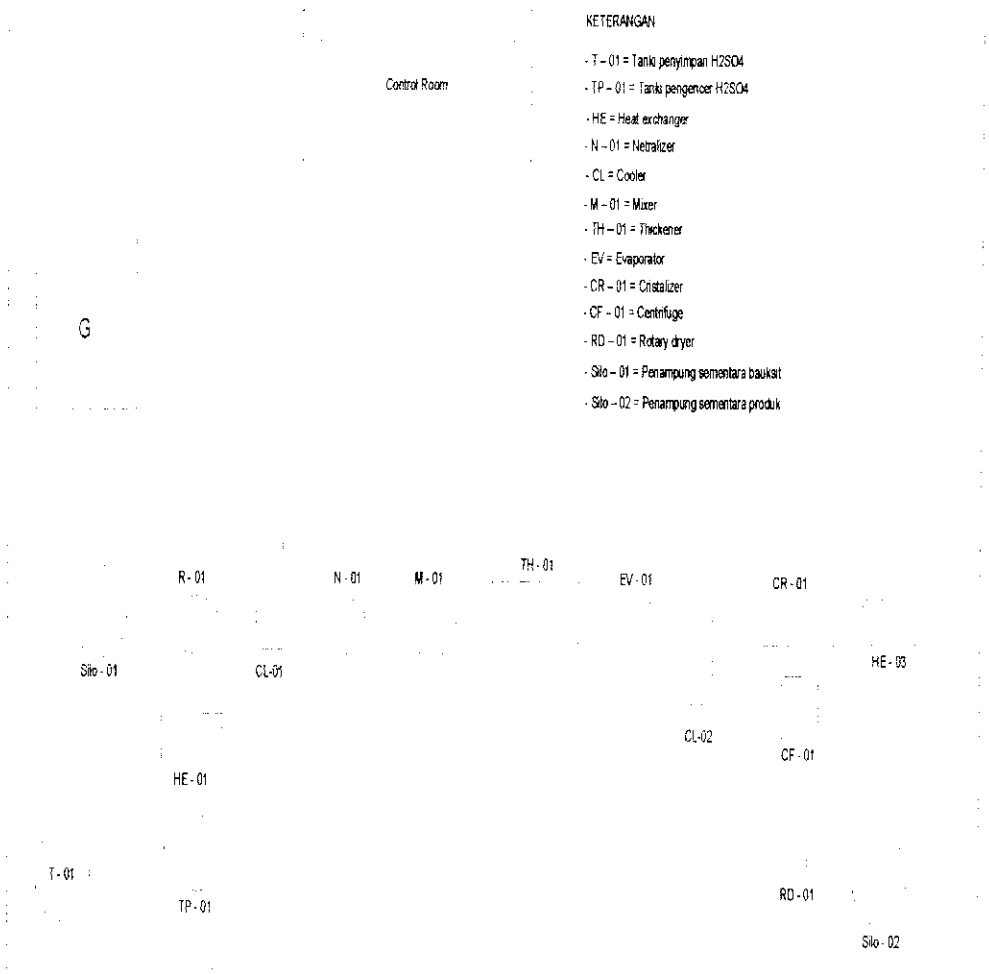
2) Lalu Lintas Alat Berat

   Hendaknya diperhatikan jarak antara alat dan lebar jalan agar seluruh alat proses dapat dicapai oleh pekerja dengan cepat dan mudah supaya jika terjadi gangguan alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu keamanan pekerja selama tugas harus diprioritaskan.

3) Jarak Antar Alat Proses

   Untuk alat proses dengan tekanan dan suhu operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya.

Gambar tata letak peralatan proses disajikan pada gambar berikut:



Gambar 4.3. Tata Letak Peralatan Proses

4.3 MAINTENANCE

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

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

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

1) *Over haul 1 x 1 tahun*

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

2) *Repairing*

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

   Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

- Umur alat

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

- Bahan baku

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

- Tenaga manusia

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

4.4 UTILITAS

Pada perancangan pabrik Aluminium Sulfat, selain membutuhkan bahan baku dan bahan pembantu, utilitas merupakan sarana penunjang agar proses produksi dapat berjalan baik.

Unit pendukung proses dalam pabrik aluminium sulfat meliputi beberapa unit, yaitu:

1) Unit penyediaan air
2) Unit penyediaan steam
3) Unit penyediaan Listrik
4) Unit penyediaan Bahan Bakar

4.4.1. Unit Pengolahan Air

Untuk unit pengolahan air ini, air proses diperoleh dari sungai yang dekat dengan lokasi pabrik untuk kemudian diolah dahulu sehingga memnuhi syarat. Air yang diolah digunakan untuk, meliputi:

1) Air pendingin
2) Air proses
3) Air umpan boiler
4) Air keperluan kantor serta kebutuhan lainnya

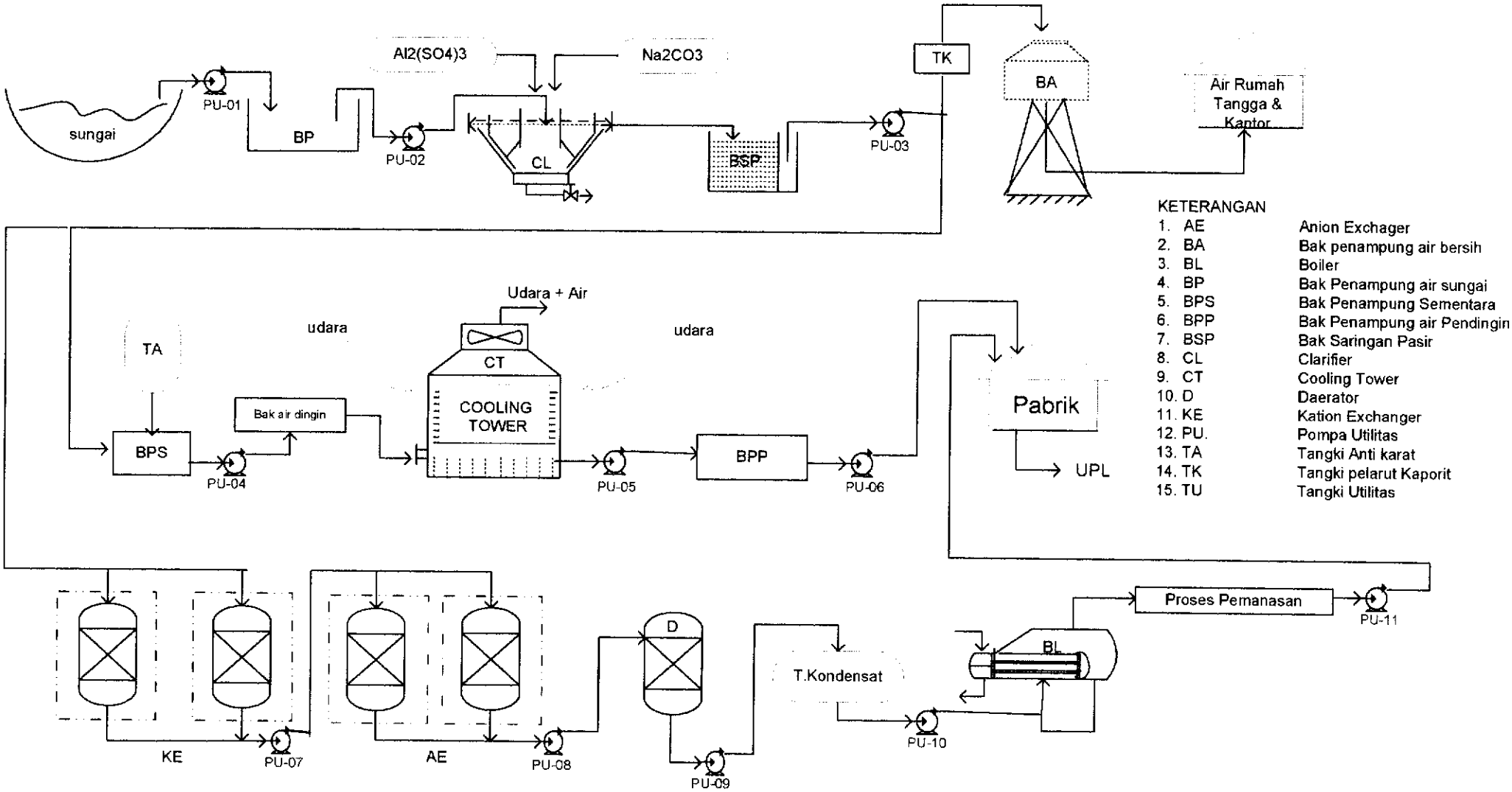
Untuk pengolahan air, dibutuhkan alat–alat yang digunakan untuk proses pengendapan, penggumpalan, penyaringan, demineralisasi, dan daerator. Secara sederhana pengolahan air ini disajikan pada gambar 4.4

Perancangan pabrik aluminium sulfat ini memerlukan air pendingin untuk penyediaan reaktor, neutralizer, heat exchanger dan kristalizer sebanyak 219.699,2025 kg/jam.

Air yang diperlukan untuk proses digunakan untuk pengenceran asam sulfat, untuk mengencerkan glue dan air pencuci pada centrifuge sebanyak 1097,9206 kg/jam. Air yang diperlukan untuk penyediaan steam sebanyak 6725,3381 kg/jam. Sedangkan untuk keperluan kantor dan kebutuhan lain sebanyak 1960 kg/jam. Sehingga kebutuhan air secara keseluruhan sebanyak 58840,6153 kg/jam.

Gambar unit pengolahan air pada perancangan pabrik Aluminium Sulfat disajikan pada gambar berikut:

UNIT PENGOLAHAN AIR



Gambar 4.4. Proses Pengolahan Air Pada Perancangan Pabrik Aluminium Sulfat

Alat-alat yang digunakan dalam pengolahan air meliputi:

1) Pompa (PU-01)

Fungsi	: Mengalirkan air dari sungai ke bak pengendap (BU-01).
Jenis	: Centrifugal pump
Bahan	: Stainless Stell
Kapasitas	: 257,5697 gpm
Power motor	: 2,5 HP
Nominal pipe size	: 6 in
Schedule number	: 40
Inside diameter	: 6,6065 in
Outside diameter	: 6,625 in
Jumlah	: 1 buah

2) Bak Pengendap (BU-01)

Fungsi	:Mengendapkan kotoran-kotoran besar yang terdapat pada air sungai.
Jenis	: Bak persegi panjang
Bahan konstruksi	: Beton
Volume bak	: 1412,2174767 m^3
Tinggi bak	: 5 m
Lebar	: 15 m

Panjang : 25 m

Jumlah : 1 buah

3) Pompa (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap ke clarifier

Jenis : Centrifugal pump

Bahan : Stainless Stell

Kapasitas : 257,5697 gpm

Power motor : 1,5 HP

Nominal pipe size : 6 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 6,6065 in

Outside diameter : 6,625 in

Jumlah : 1 buah

4) Tangki Clarifier (CL)

Fungsi : Sebagai tempat pencampuran antara air dengan koagulan alum dan sodium karbonat, sehingga kotoran yang tersuspensi dalam air akan digumpalkan dan diendapkan.

Jenis : Tangki silinder tegak yang dilengkapi degan pengaduk dan bagian bawah berbentuk kerucut tumpul

Bahan konstruksi : Beton

Volume bak : 58,84062 m^3/jam

Tinggi bak : 9 m

Diameter : 1 m

Kecepatan pengaduk : 90 rpm

Power motor : 20,5 HP

Jumlah : 1 buah

5) Tangki Natrium Karbonat

Fungsi : Menampung $NaCO_3$ 17,5 % yang digunakan sebagai koagulan pada clarifier

Jenis : Tangki silinder vertical

Volume tangki : 8,502303 ft^3

Tinggi : 0,6744 m

Diameter : 0,6744 m

Jumlah : 1 buah

6) Tangki Alum

Fungsi	: Menampung alum 5 % yang digunakan sebagai koagulan
Jenis	: Tangki silinder tegak
Volume tangki	: 2,03380 ft^3
Tinggi	: 0,5 m
Diameter	: 0,5 m
Jumlah	: 1 buah

7) Bak Saringan Pasir (BSP)

Fungsi	: Menyaring partikel-partikel padat dalam air yang tidak terendapkan
Jenis	: Bak persegi panjang
Bahan konstruksi	: Beton
Volume bak	: 104,87898 ft^3
Tinggi	: 1 m
Lebar	: 2 m
Panjang	: 2 m
Kecepatan penyaringan	: 4 gallon / ft^2 mnt
Jumlah	: 1 buah

8) Pompa (PU-03)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak saringan pasir ke bak air bersih
Jenis	: Centrifugal pump
Bahan	: Stainless Stell
Kapasitas	: 257,5697 gpm
Power motor	: 2,5 HP
Nominal pipe size	: 6 in
Schedule number	: 40
Inside diameter	: 6,6065 in
Outside diameter	: 6,625 in
Jumlah	: 1 buah

9) Bak Air Bersih (BA)

Fungsi	: Menampung air bersih dari saringan pasir
Jenis	: Bak persegi panjang
Bahan konstruksi	: Beton
Volume bak	: 353,04369 m^3
Tinggi	: 3 m
Lebar	: 9 m
Panjang	:15 m

Jumlah : 1 buah

10) Bak Penampung Air Minum Sementara (BPS)

Fungsi : Mencampur air dengan kaporit sehingga didapatkan air yang bebas penyakit dan bau.

Jenis : Bak persegi panjang

Bahan konstruksi : Beton

Volume bak : 56,448 m^3

Tinggi : 5 m

Lebar : 10 m

Panjang : 10 m

Jumlah : 1 buah

11) Pompa (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air dari penampung sementara ke bak air pendingin

Jenis : Centrifugal pump

Bahan : Stainless Stell

Kapasitas : 8,5797 gpm

Power motor : 0,5 HP

Nominal pipe size : 1,25 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 1,38 in

Outside diameter : 1,66 in

Jumlah : 1 buah

12) Tangki Kaporit (TK)

Fungsi :Menyimpan larutan ($Ca(OCl_2)$) yang ditambahkan pada bak air minum

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume tangki : 0,9967 ft^3

Tinggi : 0,3301m

Diameter : 0,3301 m

Jumlah : 1 buah

13) Tangki Kation Exchanger (KE)

Fungsi : Menghilangkan air yang mengandung kation yang disebabkan oleh garam-garam kation seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang dapat menimbulkan kerak pada pipa boiler

Jenis : Tangki silinder tegak

Bahan : baja karbon

Volume resin	: 4,4159 ft^3
Luas resin bed	: 2,2080 ft^2
Tinggi bed	: 0,6096 m
Diameter	: 1 m
Tinggi tangki	: 2,5 m
Jumlah	: 1 buah

14) Pompa (PU-07)

Fungsi	: Mengalirkan air kation exchanger ke anion exchanger
Jenis	: Centrifugal pump
Bahan	: Stainless Stell
Kapasitas	: 257,5697 gpm
Power motor	: 7 HP
Nominal pipe size	: 6 in
Schedule number	: 40
Inside diameter	: 6,065 in
Outside diameter	: 6,625 in
Jumlah	: 1 buah

15) Tangki Anion Exchanger (AE)

Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh garam-garam anion seperti $SO4^{2-}$ dan NO_3^-
Jenis	: tangki silinder tegak
Bahan	: baja karbon
Volume resin	: 1,7664 ft^3
Luas resin bed	: 1,7664 ft^2
Tinggi bed	: 0,3048 m
Diameter	: 0,5m
Tinggi tangki	: 2,5 m
Jumlah	: 1 buah

16) Pompa (PU-08)

Fungsi	: Mengalirkan air anoin exchanger ke daerator
Jenis	: Centrifugal pump
Bahan	: Stainless Stell
Kapasitas	: 257,5697 gpm
Power motor	: 7,5 HP
Nominal pipe size	: 6 in
Schedule number	: 40
Inside diameter	: 6,065 in

Outside diameter : 6,625 in

Jumlah : 1 buah

17) Tangki Daerator (D)

Fungsi : Menghilangkan gas-gas terlarut seperti CO_2 dan O_2 dengan bantuan Na_2SO_3

Jenis : Tangki silinder horizontal

Bahan : baja karbon

Volume tangki : 2493 ft^3

Diameter tangki : 4,5 m

Tinggi tangki : 4,5 m

Power : 7,5m

Jumlah : 1 buah

18) Pompa (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air daerator ke kondesator

Jenis : Centrifugal pump

Bahan : Stainless Stell

Kapasitas : 257,5697 gpm

Power motor : 7,5 HP

Nominal pipe size : 6 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 6,065 in

Outside diameter : 6,625 in

Jumlah : 1 buah

19) Tangki Pelarut $Na_2H_2PO_4$ (TA)

Fungsi : Mencegah terjadinya kerak pada alat proses

Jenis : Tangki silinder vertikal

Bahan : baja karbon

Volume tangki : 1,52515 m^3

Diameter tangki : 1,2 m

Tinggi tangki : 1,2 m

Jumlah : 1 buah

20) Kondensator (TU)

Fungsi : Menampung air untuk umpan boiler

Jenis : Tangki silinder horisontal

Bahan : baja karbon

Volume tangki : 141,21748 m^3

Diameter tangki : 6 m

Tinggi tangki : 6 m

Jumlah : 1 buah

21) Pompa (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan air dari kondesator ke reboiler

Jenis : Centrifugal pump

Bahan : Stainless Stell

Kapasitas : 29,4396 gpm

Power motor : 1 HP

Nominal pipe size : 2 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 2,067 in

Outside diameter : 2,38 in

Jumlah : 1 buah

22) Boiler (BL)

Fungsi : Memproduksi uap jenuh 210°C dan tekanan 75 Psi

Jenis : Furnace

Bahan bakar : minyak diesel

Kapasitas : 2017,60143 kg/jam

Tekanan : 75 Psi

Suhu : 210 °C

Kebutuhan bahan bakar : 241,1761125 lt/jam

Jumlah : 1 buah

23) Tangki Bahan Bakar (Proses Pemanasan)

Fungsi : menampung bahan baker untuk boiler beroperasi selama 1 minggu

Jenis : Tangki silinder tegak

Bahan : Baja karbon

Volume bahan bakar: 500,9303744 lb/jam

Volume tangki : 1348,6587 ft^3

Diameter : 3 m

Tinggi tangki : 6 m

Jumlah : 1 buah

24) Bak Air Pendingin (BPP)

Fungsi : Menampung air pendingin yang berasal dari coling tower dan air make up

Jenis : Bak persegi panjang

Bahan konstruksi : Beton

Volume bak : 65,90976074 m^3

Tinggi : 1,603 m

Lebar : 8 m

Panjang : 8 m

Jumlah : 1 buah

25) Pompa (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air pendingin dari bak pendingin ke pabrik

Jenis : Centrifugal pump

Bahan : Stainless Stell

Kapasitas : 240,4285 gpm

Power motor : 2,5 HP

Nominal pipe size : 6 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 6,065 in

Outside diameter : 6,625 in

Jumlah : 1 buah

26) Bak Air Pendingin Bekas

Fungsi : Menampung air pendingin bekas proses sebelum masuk cooling tower

Jenis	: Bak persegi panjang
Bahan konstruksi	: Beton
Volume bak	: 65,90976074 m^3
Tinggi	: 2 m
Lebar	: 8 m
Panjang	: 8 m
Jumlah	: 1 buah

27) Pompa (PU-11)

Fungsi	: Mengalirkan air dari proses pemanasan ke pabrik
Jenis	: Centrifugal pump
Bahan	: Stainless Stell
Kapasitas	: 240,4285 gpm
Power motor	: 2 HP
Nominal pipe size	: 6 in
Schedule number	: 40
Inside diameter	: 6,065 in
Outside diameter	: 6,625 in
Jumlah	: 1 buah

28) Cooling Tower (CT)

Fungsi	: Mendinginkan kembali air dari peralatan-peralatan pendingin pada proses
Jenis	: Induce Draft Cooling Tower
Pendingin	: Udara yang dialirkan berlawanan arah dengan arah angin
Fan Cooling Tower	: Menarik udara supaya terkontak langsung dengan air dalam cooling tower
Luas menara	: 289 ft^2
Tinggi cooling tower	: 24 m
Power motor	: 28 HP

29) Pompa (PU-05)

Fungsi	: Mengalirkan air pendingin dari cooling tower ke bak pendingin
Jenis	: Centrifugal pump
Bahan	: Stainless Stell
Kapasitas	: 240,4285 gpm
Power motor	: 2 HP
Nominal pipe size	: 6 in
Schedule number	: 40

Inside diameter : 6,065 in

Outside diameter : 6,625 in

4.4.2 Unit Pengadaan Steam

Steam pada pabrik aluminium sulfat digunakan sebagai media pemanas pada heat exchanger evaporator dan kristalizer. Steam ini dihasilkan boiler.

Kebutuhan steam dapat dilihat sebagai berikut:

1) Heat exchanger (HE-01) = 35,5556 kg/jam
2) Heat exchanger (HE-03) = 113,4422 kg/jam
3) Mixer (M-01) = 951,6659 kg/jam
4) Evaporator = 5624,6744 kg/jam

Total air untuk membuat steam = 6725,3381 kg/jam

Spesifikasi boiler

1) Tipe = furnace
2) Jumlah = 1 buah
3) Kapasitas = 2017,60143 kg/jam
4) Tekanan = 75 Psi
5) Suhu = 210 °C
6) Bahan bakar = fuel oil
7) Kebutuhan bahan bakar = 500,930374 kg/jam

4.4.3 Unit Pengadaan Listrik

Unit ini untuk memenuhi kebutuhan listrik di seluruh area pabrik. Pemenuhan kebutuhan listrik dipenuhi oleh PLN dan sebagai cadangan digunakan *generator set* untuk menghindari gangguan yang mungkin terjadi pada PLN.

Kebutuhan listrik pada pabrik aluminium sulfat meliputi:

1) Listrik untuk keperluan proses
2) Listrik untuk utilitas
3) Listrik untuk penerangan dan AC
4) Listrik untuk laboratorium dan bengkel
5) Listrik untuk instrumentasi

Jumlah kebutuhan listrik 297,9292 kW. Emergency generator yang digunakan mempunyai effisiensi 80% maka input generatornya adalah = 550 kW untuk keperluan lainnya dan cadangan masih tersisa 252,0708 kW.

4.4.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada boiler dan generator. Dalam perancangan ini digunakan bahan bakar solar untuk generator dan boiler.

1) Kebutuhan bahan untuk generator

Jenis	: Solar
Heating value	: 23200 BTU/lb

Efisiensi baker : 80%

Densitas : 58,815 lb/ft

Kebutuhan : 21,1012 lt/jam

2) Kebutuhan bahan bakar untuk boiler

Jenis : Minyak diesel

Heating value : 23200 BTU/lb

Efisiensi bakar : 80%

Densitas : 58,815 lb/ft

Kebutuhan : 241,176113 lt/jam

4.5. PENGOLAHAN LIMBAH

Limbah merupakan suatu masalah yang membutuhkan perhatian besar, sehingga perlu penanganan khusus dalam pengolahannya agar tidak mencemari lingkungan sekitarnya. Pada pabrik Aluminium Sullfat menghasilkan tiga macam buangan, yaitu:

1) Bahan buangan cair

Bahan buangan cair atau limbah cair dihasilkan dari system air pendingin, air berminyak dari pompa, air sanitasi, air hujan dan air buangan dari laboratorium.

Air buangan sanitasi, laboratorium dan air hujan yang berasal dari seluruh kawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan aerasi.

Air berminyak berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat lain. Pemisahan dilakukan berdasarkan berat jenisnya. Minyak dibagian atas dialirkan ke tungku pembakar, sedangkan air dibagian bawah dialirkan ke penampung akhir, kemudian dibuang.

2) Bahan buangan gas

Bahan buangan gas atau limbah gas dihasilkan dari netralizer. Kemudian gas buangan ini dilewatkan ke *flare* atau cerobong asap / api untuk meniadakan pencemaran udara sekeliling.

3) Bahan buangan padat

Bahan buangan padat atau limbah padat berupa padatan impurities yang berasal dari thickener serta limbah domestic berupa sampah kotor, kantin dan tanaman. Limbah tersebut kemudian dikubur dalam tanah.

4.6 LABORATORIUM

Kualitas merupakan salah satu daya tarik konsumen terhadap suatu produksi. Oleh sebab itu, mempertahankan mutu barang merupakan salah satu hal yang terpenting yang memerlukan perhatian khusus dari perusahaan. Selain itu

laboratorium juga sangat berperan dala hal penelitian dan pengembangan serta dan penemuan-penemuan baru sehingga kemajuan pabrik dan daya saing pabrik tetap berkembang.

Dalam hal ini laboratorium mempunyai beberapa fungsi, antara lain:

1) Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan bahan tambahan lainnya yang digunakan.
2) Sebagai pengontrol kualitas produk yang akan dipasarkan
3) Sebagai pengontrol mutu air proses, air pendingin, air umpan boiler, steam, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.
4) Sebagai peneliti dan pelaku riset terhadap segala sesuatu yang berkenaan dengan pengembangan dan peningkatan mutu produk.
5) Senagai pengontrol terhadap proses produksi, baik polusi udara, cair maupun padatan.

Adapun analisa yang dilakukan di laboratorium adalah:

1) Analisa mutu bahan baku
2) Analisa mutu produk
3) Analisa mutu air

4.7 BENTUK PERUSAHAAN

Pabrik *aluminium sulfat* yang akan didirikan direncanakan mempunyai bentuk Perseroan Terbatas yaitu merupakan bentuk perusahaan yang modalnya dari penjualan saham.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah atas dasar beberapa faktor antara lain mudah memperoleh modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan, tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan, kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan, efisiensi dari manajemen, mudah bergerak dipasar modal dan luasnya lapangan usaha karena suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat. Sehingga dengan modal ini perusahaan dapat memperluas usahanya.

4.7.1. Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Hal ini disebabkan oleh kelancaran perusahaan berhubungan dengan komunitas yang terjadi di dalamnya.

Untuk mendapatkan suatu sistem yang baik maka perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman antara lain perumusan tujuan perusahaan yang

jelas, pendelegasian wewenang dan pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman pada hal-hal tersebut, maka akan diperoleh struktur organisasi yang baik, yang salah satunya yaitu *System Line and Staff*. Pada system ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis dan ada pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam system orgainisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk staff ahli dibidangnya. Bantuan pikiran dan dan nasehat akan diberikan oleh staff ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan, yang disebut lini dan orang-orang yang menjalankan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional dan disebut staff.

4.7.2. Tugas dan Wewenang

4.7.2.1 Pemegang Saham

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

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

4.7.2.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pada pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham.

Tugas Dewan Komisaris meliputi:

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

4.7.2.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertingi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur membawahi Direktur Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain:

1) Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya kepada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
2) Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik sahan, pimpinan, konsumen, dan karyawan.
3) Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan Rapat umum Pemegang Saham.
4) Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Produksi antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur dalam bidang operasi dan teknik.
- Mengkoordinasi, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Keuangan dan Umum, antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur dalam bidang keuangan, pelayanan umum, dan pemasaran.
- Mengkoordinasi, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.7.2.4 Staff Ahli

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

Tugas dan wewenang staff ahli meliputi:

1) Memberikan nasehat dan saran perencanaan pengembangan perusahaan.
2) Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
3) Memberikan saran-saran dalam bidang hokum.

4.7.2.5 Research dan Development

Penelitian dan pengembangan terdiri atas ahli-ahli atau sarjana-sarjana sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi. Penelitian dan pengembangan ini membawahi dua departemen yaitu:

a) Departemen Penelitian
b) Departemen pengembangan

Tugas dan wewenangnya:

1) Memperbaiki kualitas suatu produk
2) Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
3) Mengadakan penelitian pemasaran suatu produk ke suatu tempat.
4) Mempertinggi efisiensi kerja.

4.7.2.6 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan megawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian terdiri dari:

1) Kepala bagian Produksi

   Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

   Kepala bagian produksi membawahi:

   - Seksi proses
   - Seksi pengendalian
   - Seksi laboratorium

   Tugas seksi proses, antara lain:

   - Mengawasi jalannya proses dan produksi

- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

Tugas seksi pengendalian, antara lain:

- Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

Tugas seksi laboratorium, antara lain:

- Mengawasi, menganalisa mutu bahan dan bahan pembantu.
- Mengawasi dan menganalisa mutu produksi.
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik.
- Membuat laporan berkala kepada kepala Bagian Produksi.

2) Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi:

a) Seksi pembelian

b) Seksi pemasaran

Tugas seksi pembelian, antara lain:

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- Mengetahui harga pasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya alat dari gudang.

Tugas seksi penjualan antara lain:

- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
- Mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

3) Kepala Bagian teknik

Tugas Kepala Bagian teknik, antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang peralatan, proses, dan utilitas.
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi:

- Seksi pemeliharaan
- Seksi Utilitas

Tugas seksi pemeliharaan, antara lain:

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

Tugas seksi Utilitas, antara lain:

- Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air dan tenaga listrik.

4) Kepala Bagian keuangan

Kepala Bagian Keuangan ini bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Umum membawahi:

a) Seksi Administrasi

b) Seksi kas

Tugas seksi administrasi, antara lain:

- Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

Tugas seksi kas, antara lain:

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

5) Kepala bagian Umum

Kepala Bagian Umum bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Umum membawahi:

a) Seksi Personalia

b) Seksi Humas

c) Seksi Keamanan

Tugas seksi personalia, antara lain:

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.

Tugas seksi keamanan, antara lain:

- Menjaga semua banguan pabrik dan fasilitas perusahaan.
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan lingkungan pabrik.
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern.

4.7.2.7 Kepala Seksi

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

4.7.3 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik aluminium sufat beroperasi selama 300 hari dalam 1 tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang lain dapat dipergunakan untuk perbaikan atau perawatan dan shutdown. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu:

1) Karyawan Non-Shift

Karyawan non-shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan non-shift yaitu, manajer, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi, bagian pemasaran, begian administrasi, personalia dan umum. Karyawan non-shift dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut:

Jam Kerja:

Hari Senin-Kamis : jam 07.00 – 16.00 dengan waktu istirahat 12.00 – 13.00

Hari Jumat : jam 07.00 – 17.00 dengan waktu istirahat 11.30 – 13.30

Hari Sabtu - Minggu : libur.

2) *Karyawan Shift / Ploog*

Karyawan shift adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kalancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift antara lain operator produksi, sebagian seksi proses, sebagian seksi laboratorium, sebagian seksi pemeliharaan, sebagian

seksi utilitas, serta sebagian seksi keamanan. Para karyawan akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagi berikut:

Karyawan produksi dan teknik:

Shift Pagi : jam 07.00 – 15.00

Shift siang : jam 15.00 – 23.00

Shift Malam : jam 23.00 – 07.00

Karyawan keamanan:

Shift Pagi : jam 06.00 – 14.00

Shift siang : jam 14.00 – 22.00

Shift Malam : jam 22.00 – 06.00

Untuk karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 : Jadwal Kerja Masing-masing Regu Shift

Hari ke / Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L
2	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P
3	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S
4	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M

Keterangan :

P : Shift Pagi L : Libur

S : Shift Siang. M : Shift Malam

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan presensi dan masalah absensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

4.7.4 Status Karyawan dan Sistem Penggajian

Pada pabrik *aluminium sulfat* ini, system penggantian karyawan berbeda – beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian.

Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut:

1) Karyawan Tetap

Adalah karyawan yang telah memnuhi syarat-syarat yang ditentukan, diterima, dipekerjakan, dan mendapat balas jasa serta terikat dalam hubungan kerja dengan perusahaan untuk jangka waktu yang tidak terbatas.

2) *Karyawan Harian*

Adalah karyawan yang terikat pada hubungan kerja dengan perusahaan dalam jangka waktu yang terbatas, hubungan kerja diatur dalam satu perjanjian, dengan berpedoman pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. PER 02/MEN/1993. hak-hak karyawan kontrak dapat disesuaikan dengan kondisi dan dituangkan dalam kontrak tersebut.

3) *Karyawan Borongan*

Adalah karyawan yang terikat pada hubungan kerja dengan perusahaan atas dasar pekerjaan harian yang bersifat insidentil atau sewaktu-waktu dan tidak terus-menerus, maksimal selama tiga bulan disesuaikan dengan kondisi dan dituangkan di dalam kontrak yang dimaksud.

4.7. 5 Jumlah Karyawan, dan Tingkat Gaji

Jumlah karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselenggarakan dengan baik dan efektif. Perincian jumlah karyawan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 : Perincian Jumlah Karyawan

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Keuangan dan Umum	1
4	Staff ahli	3
5	Sekretaris	2
6	Kepala Bagian Umum	1
7	Kepala Bagian Keuangan	1
8	Kepala Bagian Pemasaran	1
9	Kepala Bagian Teknik	1
10	Kepala Bagian Produksi	1
11	Kepala Seksi Personalia	1
12	Kepala Seksi Humas	1
13	Kepala Seksi Keamanan	1
14	Kepala Seksi Adminstrasi	1
15	Kepala Seksi Kas	1
16	Kepala Seksi Pembelian	1
17	Kepala Seksi Pemasaran	1
18	Kepala Seksi pemeliharaan	1
19	Kepala Seksi Utilitas	1
20	Kepala Seksi Proses	1
21	Kepala Seksi Pengendalian	1
22	Kepala Seksi Laboratorium	1
23	Karyawan Personalia	6
24	Karyawan Humas	6
25	Karyawan Keamanan	10
26	Karyawan Administrasi	6
27	Karyawan Kas	5
28	Karyawan Pembelian	6
29	Karyawan Pemasaran	7
30	Karyawan Pemeliharaan	6
31	Karyawan Utilitas	10
32	Karyawan Proses	40
33	Karyawan Pengendalian	8
34	Karyawan Laboratorium	10
35	Dokter	2
36	Perawat	6
37	Sopir	7
38	Pesuruh	8
	Jumlah	168

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab, serta keahliannya. Sedangkan system penggajian karyawan diberikan setiap awal bulan sekali dengan besarnya gaji didasarkan atas: jabatan atau golongan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja dan keahlian.Untuk perincian gaji pegawai disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.3 : Perincian Gaji Berdasarkan Tingkat Pendidikan dan Jenjang jabatan

No	Jabatan	Timgkat Pendidikan	Gaji (Rp)
1	Direktur Utama	Sarjana Teknik Kimia (S_2) Berpengalaman minimal 5 tahun	10.000.000
2	Direktur Produksi	Sarjana Teknik Kimia (S_1 / S_2) Berpengalaman minimal 4 tahun	7.000.000
3	Direktur Adminstrasi	Sarjana Ekonomi (S_1 / S_2) Berpengalaman minimal 4 tahun	6.500.000
4	Staff Ahli	Sarjana Teknik Kimia (S_1) Berpengalaman minimal 3 tahun	6.000.000
5	Kepala Pabrik	Sarjana Teknik Kimia (S_1) Berpengalaman minimal 2 tahun	5.000.000
6	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia (S_1) Berpengalaman minimal 2 tahun	4.000.000
7	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Kimia (S_1) Berpengalaman minimal 2 tahun	4.000.000
8	KepalaBagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi (S_1)	4.000.000
9	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi (S_1)	4.000.000
10	Kepala Bagian Umum	Sarjana Sospol (S_1/D_{111})	4.000.000
11	Kepala Seksi	Diploma 111	2.500.000
12	Sekretaris	Akademi Sekretaris (S_1/D_{111})	2.000.000
13	Karyawan unit proses, utilitas, administrasi, dan	SMU/STM/sederajat	1.000.000
14	pemeliharaan	SMU/STM/sederajat	1.000.000
15	Karyawan unit humas, personalia, pengadaan, penjualan, dan keuangan	SMU/STM/sederajat	1.000.000
16	Karyawan unit keamanan	Sarjana Kedokteran	3.000.000
17	Dokter	Akademi Keperawatan	400.000
18	Perawat	SLTP/SMU/sederajat	350.000
	Sopir, Pembantu umum		

4.7. 6 Kesejahteraan Sosial dan Karyawan

Kesejahteraan yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa:

1) *Tunjangan*

   a) Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.

   b) Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

   c) Tunjangan Kematian istri dan suami

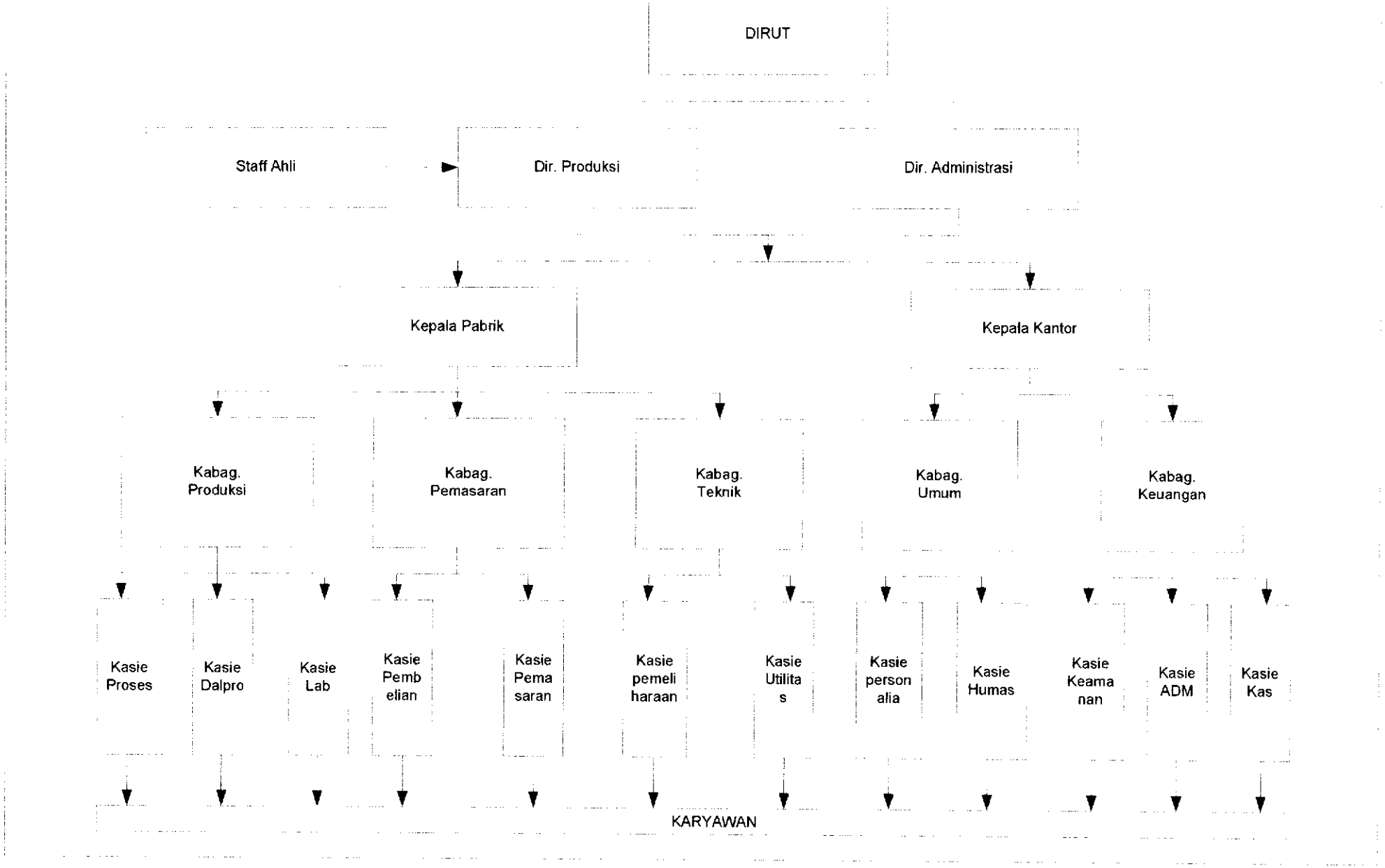
2) *Cuti*

   a) Cuti tahunan yang diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

   b) Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

   c) Cuti melahirkan diberikan kepada setiap karyawan wanita selama 3 bulan terhitung dari sebelum melahirkan sampai melahirkan

   d) Cuti menikah diberikan kepada setiap karyawan yang sudah bekerja minimal 1 tahun selama 2 hari kerja dalam 1 tahun.



Gambar 4.5 Struktur Organisasi Pabrik Aluminium Sulfat

3) *Pengobatan*

a) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakinatkan oleh kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.

b) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijakan perusahaan.

Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain:

1) Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
2) Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.
3) Sarana peribadatan seperti masjid.
4) Pakaian seragam kerja dan peralatan-peralatan keamanan seperti safety helmet, safety shoes, dan kacamata, serta tersedia pula alat-alat keamanan lain seperti masker, ear plug, sarung tangan tahan api.

Berdasarkan pertimbangan faktor-faktor diatas, maka struktur organisasi pada perancangan pabrik Aluminium Sulfat adalah menggunakan *system line and staff*. Agar system organisasi dapat berjalan dengan baik dengan pembagian tugas kerja yang jelas, hubungan antara atasan dan bawahan bisa berjalan harmonis, dan seorang hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja.

Gambar struktur organisasi pada perancangan pabrik Aluminium Sulfat disajikan pada gambar berikut:

BAB V

ANALISA EKONOMI

Pada perancangan pabrik Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat Kapasitas 4000 Ton/ Tahun ini, dilakukan evaluasi atau penilaian investasi untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang menguntungkan atau tidak. Evaluasi atau penilaian investasi tersebut ditinjau dengan metode:

1. *Discounted Cash Flow Rate*
2. *Return on Invesment*
3. *Pay Out Time*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu diadakan penaksiran terhadap beberapa faktor yaitu:

5.1 PENAKSIRAN MODAL INDUSTRI (TOTAL CAPITAL INVESMENT)

5.1.1 Modal Tetap (Fixed Capital Invesment)

Fixed Capital Invesment adalah investasi untuk mendirikan fasilitas-fasilitas produksi dan pembuatannya yaitu seluruh biaya instalasi proses, bangunan, *auxiliary service*, dan *engineering* yang terlibat dalam pendirian sebuah pabrik baru. Adapun komponen-komponen dari *Fixed Capital Invesment* adalah:

1) Physical Plant Cost (PPC)

Komponen-komponen yang termasuk dalam physical plant cost adalah:

- Delivered Equipment Cost
- Equipment Instalation
- Instrumentation
- Electrical
- Building
- Land and Yard Improvement
- Utilities

Purchased Equipment Cost (PEC) adalah harga pembelian alat-alat proses dari tempat pembelian. Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peraltan yang ada sekarang dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat sekarang adalah:

$$Ex = Ey\frac{Nx}{Ny} \qquad \text{.....(5.1)}$$

Dimana: Ex : Harga alat pada tahun x

Ey : Harga alat pada tahun y

Nx : Indeks harga pada tahun x

Ny : Indeks harga pada tahun y

Dasar perhitungan yang digunakan dalam evaluasi ekonomi ini adalah sebagai berikut:

- Kapasitas produksi : 4000 ton/tahun
- Satu tahun operasi : 330 hari
- Pabrik didirikan pada tahun : 2008
- Nilai kurs US $: US $ = Rp10000
- Umur alat : 10 tahun
- Upah buruh asing : 15 US$ / man hour
- Upah buruh Indonesia : Rp 15.000 / man hour

Daftar harga alat proses pada pabrik Aluminium Sulfat disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5.1: Harga Alat Proses

No	Nama Alat	Jumlah	Harga satuan (US$)		Harga Total (US$)
			Tahun 2000	Tahun 2008	Tahun 2008
1	Tangki 1	1	29000	30,643.60315	3,0643.60315
2	Tangki 2	1	8000	8,453.407765	8,453.407765
3	Tangki pengencer	1	60000	63,400.55823	63,400.55823
4	Reaktor	1	34600	36,560.98858	36,560.98858
5	Netralizer	1	5800	6,128.720629	6,128.720629
6	Mixer	1	2500	2,641.689926	2,641.689926
7	Thickener	1	10500	11,095.09769	1,1095.09769
8	Evaporator	1	9000	9,510.083735	9,510.083735
9	Cristalizer	1	7250	7,660.900787	7,660.900787
10	Centrifuge	1	26500	28,001.91322	2,8001.91322
11	Rotary dryer	1	77000	81,364.04973	81,364.04973
12	Ball mill	1	95000	100,384.2172	100,384.2172
13	Crusher	1	28489.20415	30,103.85745	30,103.85745
14	Heat Exchanger 1	1	1600	1,690.681553	1,690.681553
15	Cooler 1	1	6000	6,340.055823	6,340.055823
16	Heat Exhanger 3	1	9400	9,932.754123	9,932.754123
17	Pompa 1	1	780	824.207257	824.207257
18	pompa 2	1	789.4275	834.1690698	834.1690698
19	pompa 3	1	1945.9546	2,056.243466	2,056.243466
20	Pompa 4	1	789.4275	834.1690698	834.1690698
21	Pompa 5	1	667.7132	705.5564937	705.5564937
22	Pompa 6	1	543.4979	574.301171	574.301171
23	Pompa 7	1	550	581.1717838	581.1717838
24	Pompa 8	1	511.8954	540.9075686	540.9075686
25	Pompa 9	1	634.0228	669.9566576	669.9566576
26	Pompa 10	1	889.7473	940.1745918	940.1745918
27	Belt conveyor 1	1	1200	1,268.011165	1,268.011165

Lanjutan Tabel 5.1 Harga Alat Proses

28	Belt Conveyor 2	1	1200	1,268.011165	1,268.011165
29	Belt Conveyor 3	1	1200	1,268.011165	1,268.011165
30	Screw Conveyor 1	1	800	845.3407765	845.3407765
31	Screw Conveyor 2	1	800	845.3407765	845.3407765
32	Screw Conveyor 3	1	800	845.3407765	845.3407765
33	Screw Conveyor 4	1	800	845.3407765	845.3407765
34	Screw Conveyor 5	1	800	845.3407765	845.3407765
35	Screw Conveyor 6	1	800	845.3407765	845.407765
34	Belt Elevator 1	1	8200	8,664.742959	8,664.742959
35	Belt Elevator 2	1	8200	8,664.742959	8,664.742959
36	Belt Elevator 3	1	8200	8,664.742959	8,664.742959
37	Belt Elevator 4	1	8200	8,664.742959	8,664.742959
38	Belt Elevator 5	1	8200	8,664.742959	8,664.742959
39	Hopper 1	1	9400	9,932.754123	9,932.754123
40	Hopper 2	1	9400	9,932.754123	9,932.754123
41	Hopper 3	1	9400	9,932.754123	9,932.754123
42	Hopper 4	1	9400	9,932.754123	9,932.754123
43	Hopper 5	1	9400	9,932.754123	9,932.754123
44	Silo 1	1	5600	5,917.385435	5,917.385435
45	Silo 2	1	7000	7,396.731794	7,396.731794
46	Silo 3	1	4000	4,226.703882	4,226.703882
47	Blower	1	43000	43,897.26518	43,897.26518
48	Ejector	1	225.36	1,089.988583	1089.988583
	Total		555,766.2504	586,576.8965	586,576.8965

Daftar harga alat utilitas disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5.2 (a) : Daftar harga Alat Utilitas

No	Nama Alat	Jumlah	Harga satuan (US$)		Harga Total (US$)
			Tahun 2000	Tahun 2008	Tahun 2008
1	Tangki Clarifier	1	60000	63,400.55823	63,400.55823
2	Tangki Natrium	1	1,463.6407	1,546.593957	1,546.593957
3	Tangki Alum	1	3,121.3699	3,298.276569	3,298.276569
4	Tangki Anion Exchanger	1	3,401.2142	3,593.981316	3,593.981316
5	Tangki Kation Exchanger	1	1,944.8747	2,055.102361	2,055.102361
6	Tangki Daerator	1	30,000	31,700.27912	31,700.27912
7	Tangki $Na_2H_2PO_4$	1	2600	2,747.357523	2,747.357523
8	Kondensator	1	32,000	33,813.63106	33,813.63106
9	Tangki bahan bakar	1	15,000	15,850.13956	15,850.13956
10	Cooling Tower	1	12,308.2	13,005.77918	13,005.77918
11	Tangki Kaporit	1	890	940.4416138	940.4416138
12	Pompa 1	1	890	940.4416138	940.4416138
13	Pompa 2	1	890	940.4416138	940.4416138
14	Pompa 3	1	548	579.0584319	579.0584319
15	Pompa 4	1	888	938.3282619	938.3282619
16	Pompa 5	1	888	938.3282619	938.3282619
17	Pompa 6	1	890	940.4416138	940.4416138
18	Pompa 7	1	890	940.4416138	940.4416138
19	Pompa 8	1	890	940.4416138	940.4416138
20	Pompa 9	1	600	634.0055823	634.0055823
21	Pompa 10	1	888	938.3282619	938.3282619
22	Pompa 11	1	550	581.1717838	581.1717838
23	Boiler	1	43,000	45,437.06673	45,437.06673
24	Blower	1	37,848.5442	39,993.64718	39,993.64718
25	generator	1	3000	3,170.027912	3,170.027912
	Total	**25**		**269,864.311**	**269,864.311**

Daftar harga alat utilitas yang dibeli di Indonesia dalam krus rupiah disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5.2 (b) : Harga Alat Utilitas Dalam Krus Rupiah

No	Nama Alat	Jumlah	Harga Satuan (Rp) Tahun 2008	Harga Total (Rp) Tahun 2008
1	Bak pengendap	1	10.000.000	10.000.000
2	Bak saringan pasir	1	10.000.000	10.000.000
3	Bak air bersih	1	13.000.000	13.000.000
4	Bak panampung air minum sementara	1	15.000.000	15.000.000
5	Bak air pendingin	1	12.000.000	12.000.000
6	Bak air pendingin bekas	1	5.000.000	5.000.000

Daftar Physical Plant Cost (PPC) yang digunakan pada pabrik Aluminium Sulfat disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5.3 :Daftar Biaya Phycical Plant Cost

No	*Type of Expenses*	US$	Rp
1	Harga alat sampai ditempat	633,503.0482	0
2	Biaya Instalasi	64,532.84385	3.097.487.78
3	Biaya pemipaan	175,983.9206	371.127.202,4
4	Biaya instrumentasi	17,598.77334	60.182.789,58
5	Biaya insulasi	17,598.77334	50.152.324,65
6	Biaya listrik	41,061.8492	50.152.324,65
7	Bangunan	0	75.000.000.000
8	Tanah	0	30.000.000.000
9	Utilitas	0	65.000.000
	Total	**950279.2085**	**11.128.712.130**

Daftar Direct Plant Cost (DPC) yang digunakan pada Pabrik Aluminium Sulfat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.4 : Daftar Biaya Direct Plant Cost

No	*Type of Expenses*	US$	Rp
1	Physical Plant Cost	1,386,638.487	11.128.712.130
2	Enginnering Cost	415,991.5462	9.285.889.096
	Total	**1,802,630.033**	**20.414.601.226**

Daftar Fixed Capital Cost (FCC) yang digunakan pada pabrik Aluminium Sulfat disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5.5 : Daftar Biaya Fixed Capital Cost

No	*Type of Expenses*	US$	Rp
1	Direct Plant Cost	1,802,630.033	20.414.601.226
2	Contractor fee	180,263.0034	4.023.885.275
3	Contingency	27,039.4505	603.582.791,2
	Total	**2,009,932.487**	**25.042.069.292**

5.1.2 Modal Kerja (Working Capital Invesment)

Working capital adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal dari pabrik selama waktu tertentu.

Daftar biaya untuk menjalankan usaha pada pabrik Aluminium Sulfat disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 5.6 : Daftar Biaya Working Capital (WC)

No	*Type of Expenses*	Rp
1	Raw material inventory	39.429.682,48
2	Inproses inventory	211.584.033,3
3	Product inventory	6.326.640.995
4	Extend credit	199.104,9702
5	Available cash	11.599.537.824
	Total	18.177.391.640

Sedangkan total modal tetap (Fixed Capital Invesment) pada pabrik Aluminium Sulfat disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5.7 : Daftar Biaya Fixed Capital Invesment

No	*Type of Expenses*	US$	Rp
1	Direct Plant Cost	1,802,630.033	20.414.601.226
2	Contractor fee	180,263.0034	4.023.885.275
3	Contingency	27,039.4505	603.582.791,2
	Total	**2,009,932.487**	**25.042.069.292**

5.2 PENETUAN BIAYA PRODUKSI TOTAL (PRODUCTION COST)

5.2.1 Biaya Pembuatan (Manufacturing Cost)

Manufacturing Cost adalah jumlah semua biaya langsung dan biaya-biaya tetap yang timbul akibat pembuatan suatu produk. Adapun komponen-komponen dari manufacturing cost meliputi:

1) *Direct Manufactoring Cost* (DC)

Direct Manufacturing Cost adalah biaya-biaya yang sevara spesifik dibutuhkan untuk pembuatan suatu produk.

2) *Indirect Manufactoring Cost* (IMC)

Indirect Manufacturing Cost adalah biaya-biaya yang dikeluarkan sebagai akibat tak langsung dari proses produksi.

3) *Fixed Manufactoring Cost* (FC)

Fixed Manufacturing Cost adalah biaya yang berkenaan dengan FCI dimana harganya tetap, tidak tergantung pada waktu dan tingkat produksi.

Daftar biaya *Direct Manufacturing Cost* untuk pabrik Aluminium Sulfat dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 : Daftar Biaya Direct Manufacturing Cost

No	*Type of Expenses*	Rp
1	Raw Material	867.453.014,5
2	Labor cost	4.242.000.000
3	Supervision cost	424.200.000
4	Maintenant cost	4.486.632.082
5	Plant supplies	672.994.812,2
6	Royalti and Patend	4.149.105.664
7	Utilitas	4.006.729.817
	Total	**18.849.115.390**

Daftar biaya *Indirect Manufacturing Cost* untuk pabrik Aluminium Sulfat dapat dilihat pada Tabel 5.9

Tabel 5.9 : Daftar Biaya Indirect Manufacturing Cost

No	*Type of Expenses*	Rp
1	Payroll overhead	636.300.000
2	Laboratorium	424.200.000
3	Plan overhead	2.121.000.000
4	Shipping and packing	4.149.105.664
	Total	**7.330.605.664**

Daftar biaya *Fixed Manufacturing Cost* untuk pabrik Aluminium Sulfat dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 : Daftar Biaya Fixed Manufacturing Cost

No	*Type of Expenses*	Rp	US$
1	Depresiasi	1.252.134.650	156,516.8313
2	Property tax	250.420.693	31,302.58663
3	Asuransi	250.420.693	31,302.58663
	Total	**1.752.976.036**	**219,122.0045**

Sedangkan total biaya Manufacturing Cost untuk pabrik Aluminium Sulfat disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5.11 : Daftar Total Biaya Manufacturing Cost

No	*Type of Expenses*	Rp
1	*Direct Manufacturing Cost*	18.849.115.390
2	*Indirect Manufacturing Cost*	7.330.605.664
3	*Fixed Manufacturing Cost*	1.752.976.036
	Total	**27.932.697.030**

5.2.2 Biaya Pengeluaran Umum (General Expence)

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi pengeluaran yang tidak termasuk *manufacturing cost.*

Daftar biaya-biaya yang termasuk dala General Expence pada pabrik Aluminium Sulfat dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 : Daftar Biaya General Expence

No	*Type of Expenses*	Rp
1	Administration	576.187.598,1
2	Sales	1.244.731.699
3	research	829.821.132,8
4	Finance	1.671.490.372
	Total	**4.322.230.802**

5.3 ANALISA KELAYAKAN

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan evaluasi kelayakan atau analisa kelayakan.

Beberapa cara yang digunakan untuk mengetahui kelayakan adalah:

1) *Return On Investment* (ROI)

   Return On Invesment adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun yang didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan. Dirumuskan sebagai berikut:

$$ROI = \frac{profit}{FCI} x100\% \qquad .....(5.2)$$

ROI sebelum pajak:

$$ROI_b = \frac{Profit\ before\ taxes}{Fixed\ Capital\ Cost} x100\% \qquad .....(5.3)$$

ROI sesudah pajak:

$$ROIa = \frac{Profit\ after\ taxes}{Fixed\ Capital\ Cost} x100\% \qquad .....(5.4)$$

2) *Pay Out Time*

Pay Out Time adalah jumlah yang brselang , sebelum didapatkan suatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang dibutuhkan untuk mengembalikan fixed capital investment dari keuntungan yang diperoleh dan depresiasi. Dirumuskan sebagai berikut:

$$POT = \frac{FCI}{profit + depresiasi} x100\% \qquad .....(5.5)$$

POT sebelum pajak:

$$POT_b = \frac{Fixed\ Capital\ Invesment}{Profit\ before\ taxes + Depresiasi} \qquad .....(5.6)$$

POT sesudah pajak:

$$POT_a = \frac{Fixed\ Capital\ Invesment}{Profit\ after\ taxes + Depresiasi} \qquad .....(5.7)$$

3) Break Event Point

Break Event Point adalah titik impas produksi, dimana pabrik dikatakan tidak untung dan tidak rugi. Dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{BEP} = \frac{Fa + 0{,}3\,Ra}{Sa - Va - 0{,}7\,Ra} x100\% \qquad \text{.....(5.8)}$$

4) Shut Down Point

Shut Down Point adalah 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 operasi atau tutup. Dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{SDP} = \frac{0{,}3Ra}{Sa - Va - 0{,}7\,Ra} x100\% \qquad \text{.....(5.9)}$$

5) Discounted Cash Flow

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan 'DCFR' dibuat 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 and discounted cash flow ' adalah laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik (10 tahun). Dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{(WC + FCI)(1+i)^{10}}{CF} = \left[(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \ldots + (1+i) + 1\right] + \left[\frac{(WC + SV)}{CF}\right] \ldots(5.10)$$

Dimana : n : umur pabrik

WC : Working capital

FCI : Fixed Capital Investment

SV : Salvage value (harga tanah)

CF : Annual cost

❖ Hasil Analisa Kelayakan

1) Perkiraan Keuntungan

a. Keuntungan sebelum pajak = Rp 9.236.128.808

b. Keuntungan sesudah pajak = Rp 4.618.064.404

2) Return On Invesment

a. ROI sebelum pajak = 21,37%

b. ROI setelah pajak = 11%

3) Pay Out Time

a. POT sebelum pajak = 2,7 tahun

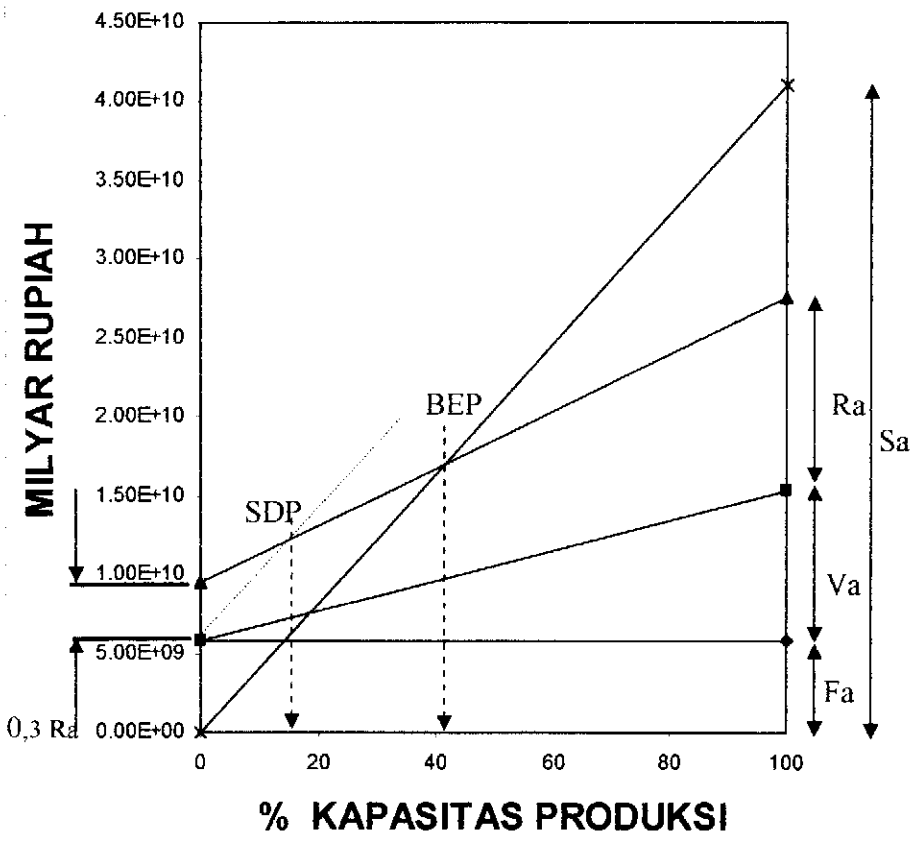
b. POT setelah pajak = 3,9 tahun

4) Break Event Point (BEP) = 41%

5) Shut Down Point (SDP) = 17%

6) Discount Cash Flow (DCF) = 31%

Dari hasil analisa data diatas maka dapat digambarkan grafik hubungan kapasitas produksi terhadap Break Event Point (BEP) dan Shut Down Point (SDP) sebagai berikut:



Gambar 5.1. Grafik Hubungan Kapasitas Produksi Terhadap BEP dan SDP

BAB V1

SIMPULAN

Pabrik Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat dengan kapasitas 4000 ton/tahun ini, direncanakan akan didirikan di Cilegon, Jawa Barat. Cilegon adalah tempat yang strategis, selain dekat dengan bahan baku dan pemasaran, juga mudah dalam hal transportasi karena dekat dengan pelabuhan dan adanya jalan tol Jakarta-Cilegon.

Kapasitas 4000 ton/tahun dibutuhkan bahan baku berupa bauksit sebanyak 7847,6516 ton/tahun dan asam sulfat dengan konsentrasi 80% sebanyak 4727,4836 ton/tahun dengan konversi sebesar 41% dapat menghasilkan produk dengan kemurnian tinggi yaitu 98,8%.

Ditinjau dari segi peralatan, proses pembuatan Aluminium Sulfat dari bauksit dan asam sulfat ini juga ekonomis, karena hanya memerlukan 1 buah reaktor. Pabrik Aluminium Sulfat juga digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah, karena berjalan pada kondisi operasi suhu 105°C dan tekanan atmosferik.

Hasil analisa kelayakan pabrik tersebut untuk kapasitas 4000 ton/tahun adalah sebagai berikut:

1) Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 9.236.128.808,- dan sesudah pajak sebesar Rp 4.618.064.404,-
2) *Return of Invesment* sebelum pajak adalah sebesar 21,37%. Syarat minimum sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah adalah sebesar 11 % [2]. *Return of Invesment* sesudah pajak sebesar 11%
3) *Pay out Time* sebelum pajak sebesar 2,7 tahun. Syarat POT maksimum sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah adalah 5 tahun [2]. *Pay out Time* sesudah pajak sebesar 3,9 tahun.
4) *Break Event Point* (BEP) sebesar 41%. Nilai BEP di Indonesia adalah berkisar 40-60%.
5) *Shut Down Point* (SDP) sebesar 17%.
6) *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)* sebesar 31 %. Syarat minimum DCFRR sebesar 1,5 x bunga bank. Dimana bunga tabungan bank kira-kira 0,2 – 1%. Sedangkan keuntungan dari pabrik bisa diperhitungkan sebagai bunga adalah sebesar 31%. Hal ini menunjukkan keuntungan dari pabrik lebih besar dari keuntungan yang diperoleh jika menabung di bank sebesar modal berdirinya pabrik dalam jangka waktu umur ekonomis pabrik.

Dari hasil pertimbangan dan analisa ekonomi serta analisa kelayakan di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat kapasitas 4000 ton/tahun ini layak didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Aldrich, 1989, "*Catalog Handbook of Fine chemicals*", Aldrich Chemical Company, Inc., Winconsin, USA.

[2] Aries, R.H., and Newton, R.D., 1955, " *Chemical Engineering Cost Estimation*". Mc. Grow Hill Book Companny, New York.

[3] Brown, G.G., 1963, "*Unit Operation*". Charles Tutle Company, Tokyo.

[4] Badan Pusat Statistik, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri*, Impor Menurut Jenis Barang dan Negara Asal", Jakarta.

[4] Brownel, E.E., and Young, E.H., 1959, "*Process Equipment Design*", Willey Eastern, Ltd., New Delhi.

[5] Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, "*Chemical Engineering*", Vol 6, Pergamon Press, England.

[6] Evans, F.L, 1979, "*Equipment Design Handbook*", Vol. 2, 2 ed., gulf Publishing Company, Houston, Texas.

[7] Faith, Keyes and Clark., 1875, "Industrial Chemical", 2 nd edition., Ally & Sons, New York.

[8] Kern, D.Q., 1959, "*Process Heat Transfer*", Mc Graw Hill Book Company, Koagaukssha, Ltd., Tokyo.

[9] Kirk, R.E., and Othmer., D.F., 1982, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 3th ed., Vol II, John Wiley and Sons, Inc., New York.

[10] Levenspiel, O., 1972, "*Chemical Reaction Engineering*", 2nd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York.

[11] Ludwing, E.E., 1984, "*Applied Process design for Chemical and Petrochemical Plant*", 2nd ed., Vol I dan III, Gulf Publishing Company, Houston.

[12] Mc. Ketta.J.J., 1978, "*Encyclopedia of Chemical Processing and Design*", Vol 47 Marchell Dekker Inc, New York.

[13] Perry, R.H., and Green, D.W., 1984, "*Perry's Chemical Engineeris Handbook*", 6th ed, Mc Graw Hill Book Company, Singapore.

[14] Peters, M.S., *and Timerhouse, K.D., 1981, "Plant Design and Economic for Chemical* Engineers", 3th ed., Mc Graw Hill Book Company, Kogakusha, Ltd., Tokyo.

[15] Rase, H.F., 1977, "*Chemical Reactor Design for Process Plant*", Vol. 1, John Wiley and Sons, New York.

[16] Shreve, R.N., 1956, "*Chemical Process Industries*", 2nd ed., Mc. Graw Hill Book Co., Inc., Kogakusha Co., Ltd., Tokyo.

[17] Smith, J.M., and Van Ness, H.C., 1975, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*", 3 ed., Mc Graw Hill Book Company, Kogakusha, Ltd., Tokyo.

[18] Sri Warnijati Agra., 1996, "*Kinetika dan Katalisis*", Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

[18] Treybal, R.E., 1981, "*Mass Transfer Operation*", 3th ed., Mc Graw Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo.

[19] Ulrich, G.D., 1984, "*A Guide to Chemical Engineering Process design and Economic*", John Wiley and Son, New York.

REAKTOR

Fungsi	: Tempat berlangsungnya reaksi antara Al_2O_3 dan H_2SO_4 membentuk $Al_2(SO_4)_3$.
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk.
Fase	: Padat - cair
Kondisi Operasi	: T = 105°C P = 1 atm

❖ Kinetika Reaksi

Pada reaksi netralisasi bauksit dan asam sulfat terbentuk aluminium sulfat yang dilakukan pada fase padat-cair. Pada reaksi antara padatan biji bauksit dan larutan asam sulfat ini karena bahan bakunya padatan dan cairan maka partikel padatan akan mengalami penyusutan ukuran butir dan jika reaksi dilakukan sampai sempurna maka partikel bauksit akan habis. Langkah-langkah dalam reaksi ini meliputi tiga tahap yaitu:

1. Difusi reaktan dari badan fluida melalui lapisan film fluida menuju permukaan padatan.
2. Reaksi permukaan antara reaktan dengan padatan.
3. Difusi produk dari permukaan padatan melalui lapisan film fluida kembali ke badan fluida.

Karena tidak ada lapisan yang terbentuk sehingga tidak ada tahanan transfer massa di lapisan abu.

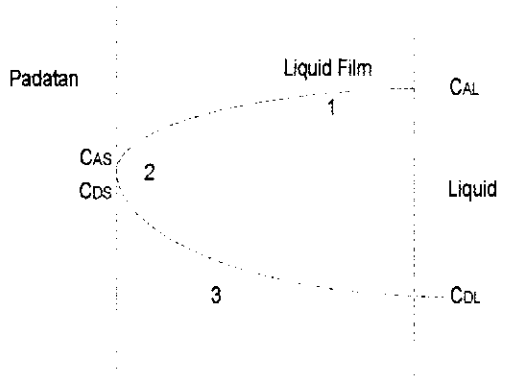
Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penyusunan model kinetika reaksi heterogen ini adalah:

1. Keadaan steady state
2. Selama reaksi berlangsung perubahan volum dalam reaktor diabaikan ($\Delta V = 0$)
3. Distribusi bauksit dan asam sulfat merata di semua bagian reaktor karena pengadukan sempurna.
4. Partikel biji bauksit berbentuk bola (sphere) dan selama reaksi berlangsung bentuknya tetap bola.

Jika digambarkan mekanisme reaksinya adalah sebagai berikut:

$$Al_2O_3 + 3\ H_2SO_4 \qquad Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

(A) (B) (C) (D)



❖ **Menentukan Konstanta Kecepatan Reaksi**

Persamaan reaksi kimia yang terjadi dalam reaktor alir tangki berpengaduk isothermal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Al_2O_3 + 3\ H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

(A) (B) (C) (D)

(-rA) = k CA CB

Neraca Massa komponen A

Rate of Input – Rate of Output – Rate of Reaction + Rate of Production = Rate of acc

$$0 \quad - \quad 0 \quad - \quad (-rA)\ V \quad + \quad 0 = \frac{d(V\,CA)}{dt}$$

$$\frac{d(V\,CA)}{dt} = -(\ rA)V \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

A yang bereaksi = A yang terakumulasi

$$(-rA)\ v \quad = -\frac{d(V\,CA)}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

$$k\ CA\ CB\ V \quad = -\frac{d(V\,CA)}{dt}$$

$$k\ CA\ CB \quad = -\frac{d(V\,CA)}{dt}$$

Dimana, CA $= CA_0\ (1\text{-}XA)$

CB $= CB_0 - CA_0\ .\ XA$

Persamaan 2 akan menjadi:

$$dt = \frac{dCA}{k\,CA\,CB} = -\frac{CA_0\,d(1-XA)}{k\,CA_0(1-XA)(CB_0 - CA_0.XA)}$$

$$dt = -\frac{d(1-XA)}{k(1-XA)(CB_0 - CA_0.XA)}$$

$$dt = -\frac{d(1-XA)}{k(1-XA)CA_0(M-XA)}$$

dimana $M = CB_0/CA_0$

$$dt = \frac{dXA}{k\,CA_0(1-XA)(M-XA)} \qquad \text{..... (3)}$$

Persamaan 3 diintegralkan

$$k\,CA_0 \;{}_0\int^t dt = {}_0\int^{XA} \frac{dXA}{(1-XA)(M-XA)}$$

Penyelesaian Integral

$$\frac{1}{(1-XA)(M-XA)^3} = \frac{a}{(1-XA)} + \frac{b}{(M-XA)} = \frac{a(M-XA)+b(1-XA)}{(1-XA)(M-XA)}$$

a (M-XA) + b (1-XA) = 1

Untuk harga XA =1 maka

a (M-XA) + b (1-XA) = 1

a (M-1) + b (1-1) = 1

a (M-1) = 1

$$a = \frac{1}{(M-1)}$$

Untuk harga XA = 0 maka:

a (M-XA) + b (1-XA) = 1

a (M-0) + b (1-0) = 1

$$\frac{1}{(M-1)}M + b = 1$$

$$b = 1 - \frac{M}{(M-1)}$$

$$b = \frac{(M-1)}{(M-1)} - \frac{M}{(M-1)}$$

$$b = -\frac{1}{(M-1)}$$

Sehingga:

$$\int \frac{dXA}{(1-XA)(M-XA)} = \int \frac{a(M-XA)}{(1-XA)(M-XA)}dXA + \int \frac{b(1-XA)}{(1-XA)(M-XA)}dXA$$

$$= \int \frac{a}{(1-XA)}dXA + \int \frac{b}{(M-XA)}dXA$$

$$= \int \frac{1}{(1-XA)(M-1)}dXA + \int \frac{1}{(M-1)(M-XA)}dXA$$

$$= -\frac{1}{(M-1)}ln(1-XA) + \frac{1}{(M-1)}ln\left(1-\frac{XA}{M}\right)$$

$$= \frac{1}{(M-1)}x\frac{1}{ln(1-XA)} + \frac{1}{(M-1)}ln\left(\frac{M-XA}{M}\right)$$

$$= \frac{1}{(M-1)}ln\left[\frac{(M-XA)}{M(1-XA)}\right] \qquad \text{.....} (4)$$

Persamaan 3 dan 4

$$k\,CA_0 \int_0^t dt = \int_0^{XA} \frac{dXA}{(1-XA)(M-XA)}$$

$$k\,CA_0\,t = \frac{1}{(M-1)} ln\left[\frac{(M-XA)}{M(1-XA)}\right]$$

$$k = \frac{1}{CA_0\,t(M-1)} ln\left[\frac{(M-XA)}{M(1-XA)}\right]$$

Jadi konstanta kecepatan reaksi adalah:

$$k = \frac{1}{8{,}1573x1x(1{,}00016-1)} ln\left[\frac{(1{,}00016-0{,}41)}{1{,}00016(1-0{,}41)}\right] = 0{,}08517$$

Dimana, $CA_0 = C\ Al_2O_3$, $CB_0 = C\ H_2SO_4$

$$CA_0 = \frac{6{,}0853 kgmol/jam}{0{,}745991 m^3/jam} = 8{,}1573 kgmol/m^3 = 8{,}1572 mol/lt$$

$$CB_0 = \frac{6{,}0863 kgmol/jam}{0{,}745991 m^3/jam} = 8{,}1586 kgmol/m^3 = 8{,}1586 mol/lt$$

$$M = \frac{CB_0}{CA_0} = \frac{8{,}1586}{8{,}1573} = 1{,}00016$$

❖ **Optimasi Jumlah Reaktor**

Tabel A.1 : Kecepatan Volume Umpan

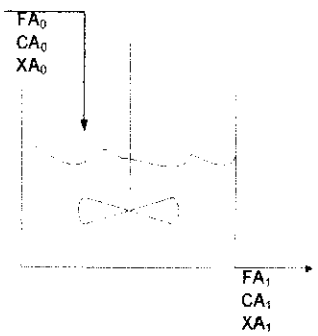
Komponen	Massa (kg/jam)	ρ, kg/m^3	Fv=m/ρm^3/jam)
Al_2O_3	620,4545	3990	0,1555
Fe_2O_3	7,6769	5120	0,001499395
TiO_2	155,8314	4170	0,03736964
SiO_2	13,8929	2320	0,005988319
H_2SO_4	596,9045	1834	0,325465921
H_2O	192,9957	1000	0,1929957
Total	1587,7559		0,745991

❖ Menentukan Jumlah Reaktor

Asumsi : - Pengadukan sempurna sehingga konsentrasi keluar reaktor sama dengan konsentrasi di dalam reaktor.

- Kecepatan volumetrik masuk reaktor sama denga kecepatan volumetrik keluar reaktor.

Jumlah Reaktor = 1



Neraca Massa Reaktor 1

Input- Output – Yang bereaksi = Accumulasi

$FV * CA_0 - FV * CA_1 - (-rA) * V = 0$

$FV * CA_0 - FV * CA_1 = (-rA)$

$FV * CA_0 - FV * CA_0 (1-XA_1) = (-rA) * V$

$$V_1 = \frac{FVxCA_0[1-(1-XA_1)]}{k\,x\,CA}$$

$$= \frac{FV\,x\,CA_0\,x\,XA_1}{k\,x\,CA}$$

$$= \frac{FV\,x\,CA_0\,x\,XA_1}{k\,x\,CA_0(1-XA)}$$

$$= \frac{FV\,x\,XA_1}{k\,x(1-XA)}$$

Diketahui:

XA1 = 0,41

K = 0,08517

FV = 745,991 lt/jam

Persamaan Umum

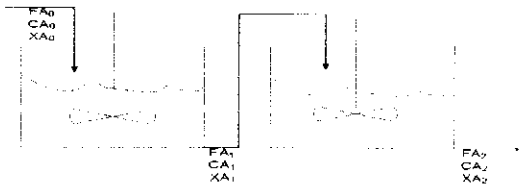
$$XA_{n-1} = XA_n - \frac{V\,k(1-XA_n)}{FV}$$

$$XA_0 = XA_1 - \frac{V\,k(1-XA_1)}{FV}$$

$$0 = 0{,}41 - \frac{Vx0.08517x(1-0{,}41)}{745{,}991}$$

$$V_1 = 6086{,}6564$$

Jumlah Reaktor = 2



Reaktor 1

$$V_1 = \frac{FV\ x\ XA_1}{k\ x(1 - XA_1)}$$

Reaktor 2

Neraca Massa = Input – Output – Yang bereaksi = Accumulasi

$FV * CA_1 - FV * CA_2 - (-rA) * V_2 = 0$

$$V = \frac{FV\ x(CA_1 - CA_2)}{(-rA)}$$

$$= \frac{FV\ x(CA_1 - CA_2)}{k\ x\ CA_2}$$

$$= \frac{FV\ x\ CA_0\ x\ XA_1}{k\ x\ CA_1}$$

$$= \frac{FV\ x\ CA_0(XA_2 - XA_1)}{k\ x\ CA_0(1 - XA_2)}$$

$$= \frac{FV\ x(XA_2 - XA_1)}{k\ x(1 - XA_2)}$$

Diketahui:

XA_2 = 0,41

K = 0,08517

FV = 745,991lt/jam

V coba-coba = 2642,4996 lt

$$XA_1 = XA_2 - \frac{V\,x\,k\,x(1 - XA_2)}{FV}$$

$$XA_1 = 0{,}41 - \frac{2642{,}4996\,x\,0{,}08517\,x(1 - 0{,}41)}{745{,}991}$$

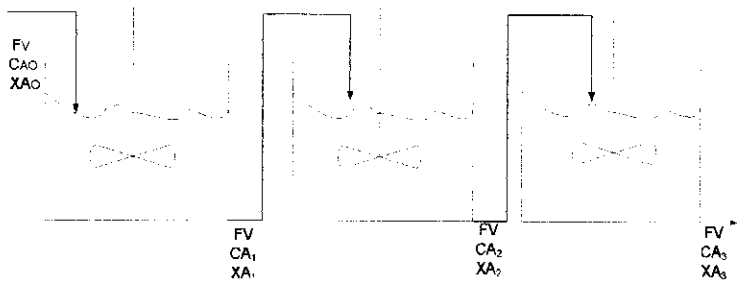
$$= 0{,}2320$$

$$XA_0 = XA_1 - \frac{V\,x\,k\,x(1 - XA_1)}{FV}$$

$$= 0{,}2320 - \frac{2642{,}4996\,x\,0{,}08517\,x(1 - 0{,}2320)}{745{,}991}$$

$$= 2{,}98305.10^{-4}$$

Jumlah Reaktor = 3



Reaktor 1

$$V_1 = \frac{FV\,x\,XA_1}{k\,x(1 - XA_1)}$$

Reaktor 2

$$V_2 = \frac{FV\,x(XA_2 - XA_1)}{k\,x(1 - XA_2)}$$

Reaktor 3

Neraca Massa = Input – Output – Yang bereaksi = Accumulasi

$FV * CA_2 - FV * CA_3 - (-rA) * V_3 = 0$

$$V_3 = \frac{FV\,x(CA_2 - CA_3)}{(-rA)}$$

$$= \frac{FV\,xCA_0\,x(XA_3 - XA_2)}{k\,xCA_0\,x(1 - XA_3)}$$

$$V_3 = \frac{FV\,x(XA_3 - XA_2)}{k\,x(1 - XA_3)}$$

Diketahui:

K = 0,08517

XA_3 = 0,41

FV = 745,991 lt/jam

V coba-coba =1683,9999 lt

$$XA_2 = XA_3 - \frac{V\,x\,k\,x(1 - XA_3)}{FV}$$

$$= 0{,}41 - \frac{1683{,}9999\,x0{,}08517\,x(1 - 0{,}41)}{745{,}991}$$

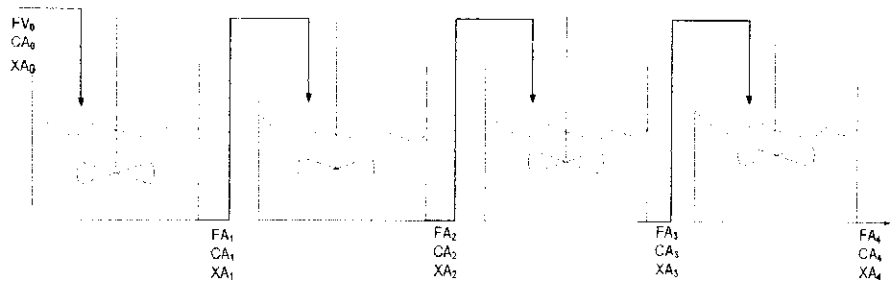
$$= 0{,}29656$$

$$XA_1 = XA_2 - \frac{V\,x\,k\,x(1 - XA_2)}{FV}$$

$$= 0{,}29656 - \frac{1683{,}9999\,x0{,}08517\,x(1 - 0{,}29656)}{745{,}991}$$

$$= 0{,}161321$$

Jumlah Reaktor = 4



Reaktor 1

$$V_1 = \frac{FV\ x\ XA_1}{k\ x(1 - XA_1)}$$

Reaktor 2

$$V_2 = \frac{FV\ x(XA_2 - XA_1)}{k\ x(1 - XA_2)}$$

Reaktor 3

$$V_3 = \frac{FV\ x(XA_3 - XA_2)}{k\ x(1 - XA_3)}$$

Reaktor 4

Neraca Massa = Input – Output – Yang bereaksi = Accumulasi

$FV * CA_3 - FV * CA_4 - (-rA) * V_4 = 0$

$$V_3 = \frac{FV\ x(CA_3 - CA_4)}{(-rA)}$$

$$= \frac{FV\ x CA_0\ x(XA_4 - XA_3)}{k\ x CA_0\ x(1 - XA_4)}$$

$$V_4 = \frac{FV\ x(XA_4 - XA_3)}{k\ x(1 - XA_4)}$$

Diketahui:

K = 0,08517

XA_4 = 0,41

FV = 745,991 lt/jam

V coba-coba = 1234,8799 lt

$$XA_3 = XA_4 - \frac{V\,x\,k\,x(1-XA_4)}{FV}$$

$$= 0{,}41 - \frac{1234{,}8799x0{,}08517x(1-0{,}41)}{745{,}991}$$

$$= 0{,}3268$$

$$XA_2 = XA_3 - \frac{V\,x\,k\,x(1-XA_3)}{FV}$$

$$= 0{,}3268 - \frac{1234{,}8799x0{,}08517x(1-0{,}3268)}{745{,}991}$$

$$= 0{,}2319$$

$$XA_1 = XA_2 - \frac{V\,x\,k\,x(1-XA_2)}{FV}$$

$$= 0{,}2319 - \frac{1234{,}8799x0{,}08517x(1-0{,}2319)}{745{,}991}$$

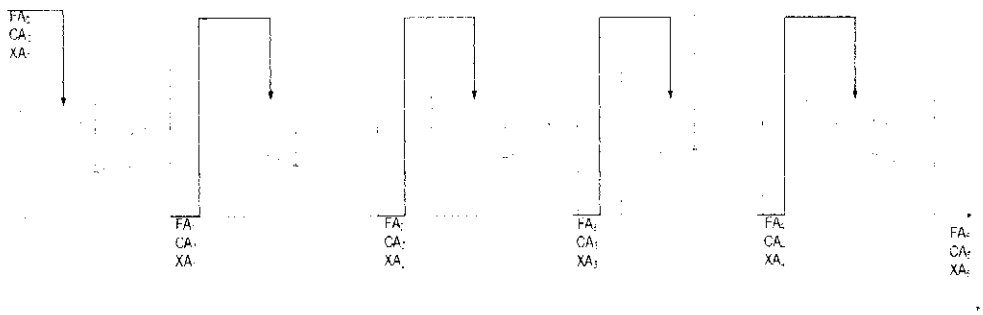
$$= 0{,}1236$$

$$XA_0 = XA_1 - \frac{V\,x\,k\,x(1-XA_1)}{FV}$$

$$= 0{,}1236 - \frac{1234{,}8799x0{,}08517x(1-0{,}1236)}{745{,}991}$$

$$= 5{,}94975.10^{-5}$$

Jumlah Reaktor = 5



Reaktor 1

$$V_1 = \frac{FV\ x\ XA_1}{k\ x\ (1 - XA_1)}$$

Reaktor 2

$$V_2 = \frac{FV\ x\ (XA_2 - XA_1)}{k\ x\ (1 - XA_2)}$$

Reaktor 3

$$V_3 = \frac{FV\ x\ (XA_3 - XA_2)}{k\ x\ (1 - XA_3)}$$

Reaktor 4

$$V_4 = \frac{FV\ x\ (XA_4 - XA_3)}{k\ x\ (1 - XA_4)}$$

Reaktor 5

Neraca Massa = Input – Output – Yang bereaksi = Accumulasi

$FV * CA_4 - FV * CA_5 - (-rA) * V_5 = 0$

$$V_5 = \frac{FV\,x(CA_4 - CA_5)}{(-rA)}$$

$$= \frac{FV\,x\,CA_0\,x(XA_5 - XA_4)}{k\,x\,CA_0\,x(1 - XA_5)}$$

$$V_5 = \frac{FV\,x(XA_5 - XA_4)}{k\,x(1 - XA_5)}$$

Diketahui:

XA_5 = 0,41

K = 0,08517

FV = 745,991 lt/jam

V coba-coba =974,7899 lt

$$XA_4 = XA_5 - \frac{V\,x\,k\,x(1 - XA_5)}{FV}$$

$$= 0{,}41 - \frac{974{,}7899x0{,}08517x(1 - 0{,}41)}{745{,}991}$$

$$= 0{,}3443$$

$$XA_3 = XA_4 - \frac{V\,x\,k\,x(1 - XA_4)}{FV}$$

$$= 0{,}3443 - \frac{974{,}7899x0{,}08517x(1 - 0{,}3443)}{745{,}991}$$

$$= 0{,}27136$$

$$XA_2 = XA_3 - \frac{V\,x\,k\,x(1 - XA_3)}{FV}$$

$$= 0{,}27136 - \frac{974{,}7899x0{,}08517x(1 - 0{,}27136)}{745{,}991}$$

$$= 0{,}19027$$

$$XA_1 = XA_2 - \frac{V\,x\,k\,x(1 - XA_2)}{FV}$$

$$= 0{,}19027 - \frac{974{,}7899x0{,}08517x(1 - 0{,}19027)}{745{,}991}$$

$$= 0{,}10016$$

$$XA_0 = XA_1 - \frac{V\,x\,k\,x(1 - XA_1)}{FV}$$

$$= 0{,}10016 - \frac{974{,}7899x0{,}08517x(1 - 0{,}10016)}{745{,}991}$$

$$= 1{,}60767.10^{-5}$$

❖ **Estimasi Harga Reaktor**

$$E_b = E_a\left(\frac{C_b}{C_a}\right)^{0,6}$$

Dimana: Ea = harga alat peralatan a

E_b = harga alat peralatan b

C_a = kapasitas peralatan a

C_b = kapasitas peralatan b

Karena bahan yang digunakan adalah carbon steel 283 grade C yang tahan korosi pada tekanan I atm = 14,7 psi, maka dari fig 42, diperoleh Ea dan Ca pada line 2 (stainless steel) 50 psi sebagai berikut [2]:

Ca = 80 gallon

Ea = $ 30,000

- Untuk 1 reaktor dengan Cb = 6086,66 lt = 1608,1004 gallon

$$E_b = 30{,}000x\left(\frac{1608{,}1004}{80}\right)^{0.6} = \$181{,}574.6256$$

- Untuk 2 reaktor dengan Cb = 2642,4996 lt = 698,1505 gallon

$$E_b = 30{,}000x\left(\frac{698{,}1505}{80}\right)^{0.6} = \$110{,}061.8201$$

- Untuk 3 reaktor dengan Cb = 1683,9999 lt = 444,9141 gallon

$$E_b = 30{,}000x\left(\frac{444{,}9141}{80}\right)^{0.6} = \$83{,}991.0419$$

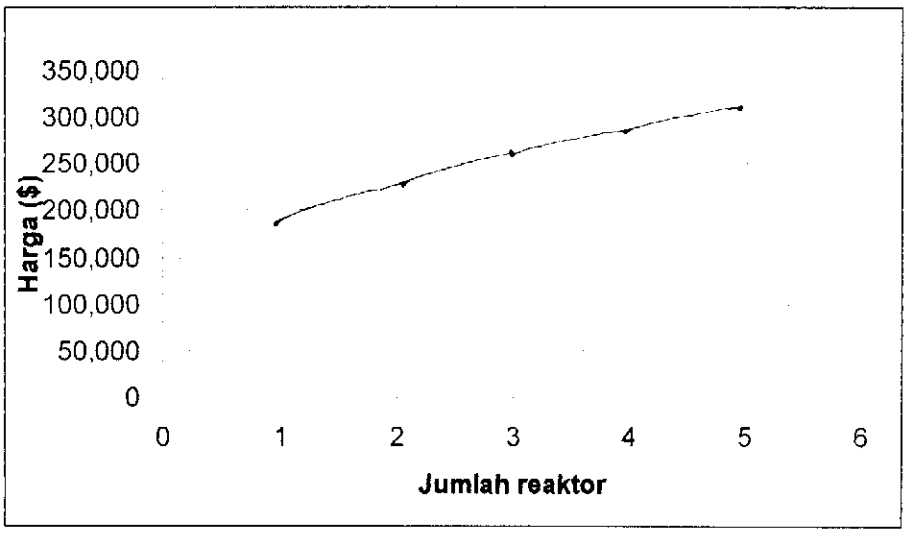
- Untuk 4 reaktor dengan Cb = 1234,8799 lt = 326,256 gallon

$$E_b = 30{,}000x\left(\frac{326{,}256}{80}\right)^{0.6} = \$69{,}727.2545$$

- Untuk 5 reaktor dengan Cb = 974,7899 lt = 257,5403 gallon

$$E_b = 30{,}000x\left(\frac{257{,}5403}{80}\right)^{0.6} = \$60{,}502.6427$$

Dari hasil estimasi reaktor, maka diperoleh hasil beberapa estimasi harga untuk beberapa reaktor sebagai berikut:



Gambar 1: Grafik Penentuan Jumlah Reaktor

Dari grafik diatas disimpulkan bahwa yang lebih ekonomis adalah penggunaan 1 buah reaktor yaitu dengan volume = 1608,1004 gallon dan harga = $ 181,574.6258.

Data panas pembentukan (ΔHf)

Tabel A.3 : Data panas pembentukan (ΔHf)

Komponen	ΔHf_{298}(kkal/mol)
$Al_2O_{3\,(c)}$	-399,09
$Fe_2O_{3(c)}$	-198,5
$H_2SO_{4\,(aq)}$	-212,03
$Al_2(SO_4)_{3\,(aq)}$	-893,9
$Fe_2(SO_4)_{3\,(aq)}$	-653,3
$H_2O_{(l)}$	-68,3174

Sumber: Tabel 3-206, section 3, p. 3-147, Perry's Chemical Engineering Handbook

Data kapasitas panas ⟶ tabel 3-181 page 3-129 section 3

Heat capacity at constant pressure (kcal/kgK)

Cp $Al_2O_{3\,(c)}$ $= 0{,}2165 + 8{,}7984 \times 10^{-5}\,T - 5124{,}4943/T^2$

Cp $Fe_2O_{3\,(c)}$ $= 0{,}1548 + 10{,}0443 \times 10^{-5}\,T - 2651{,}3505/T^2$

Cp $SiO_{2\,(c)}$ $= 0{,}1809 + 14{,}4995 \times 10^{-5}\,T - 4014{,}3264/T^2$

Cp $TiO_{2\,(c)}$ $= 0{,}1478 + 9{,}4369 \times 10^{-5}\,T - 524{,}4134/T^2$

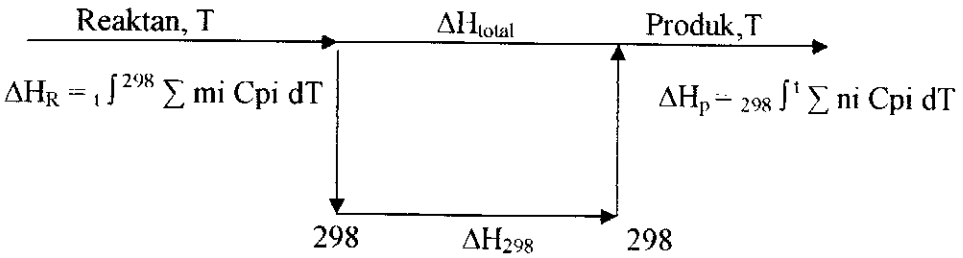
Cp $H_2O_{(l)}$ $= 1{,}07$

Cp $H_2SO_{4\,(l)}$ $= 0{,}383$

Cp $Al_2(SO_4)_{3\,(c)}$ $= 0{,}1856$

Cp $Fe_2(SO_4)_{3\,(c)}$ $= 0{,}1655$

Entalpi reaksi pada sembarang suhu dapat dituliskan dengan persamaan:



$$\Delta H_{total} = \Delta H_R + \Delta H_p + \Delta H_{298}$$

$$= {}_1\int^{298} \sum mi\ Cpi\ dT + {}_{298}\int^{t} \sum ni\ Cpi\ dT + \Delta H_{298}$$

$$= {}_{298}\int^{t} \sum ni\ Cpi\ dT - {}_{298}\int^{t} \sum mi\ Cpi\ dT + \Delta H_{298}$$

$$= \Delta H_{298} + {}_{298}\int^{t} [\sum ni\ Cpi\ dT - \sum mi\ Cpi\ dT]\ dT$$

Entalpi pada suhu standar(ΔHf_{298}) dihitung dengan :

$$\Delta H_{298} = [\sum ai\ \Delta H_p - \sum bi\ \Delta H_R] \times \text{mol yang bereaksi}$$

Dengan :

ΔH_{total} = entalpi reaksi pada sembarang suhu, kcal/jam

ΔH_{298} = entalpi reaksi pada suhu standart, kcal/jam

ΔHf_i = entalpi pembentukan komponen i, kcal/kgK

Cpi = kapasitas panas komponen i, kcal/kg K

ai = koefisien reaksi komponen i untuk produk

bi = koefisien reaksi komponen i, untuk reaktan

ni = massa komponen i, untuk produk (kg)

mi = massa komponen i, untuk reaktan (kg)

Reaksi (1) $Al_2O_3 + 3\ H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3\ H_2O$

Reaksi (2) $Fe_2O_3 + 3\ H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 3\ H_2O$

❖ Menentukan ΔH_{298} untuk reaksi (1) dan (2)

ΔH_{298} (1) $= 3 \times \Delta Hf\ H_2O + \Delta Hf\ Al_2(SO_4)_3 - [\Delta Hf\ Al_2O_3 + 3 \times \Delta Hf\ H_2SO_4]$

$= 3 \times (-68{,}3174) + (-893{,}9) - [-399{,}09 + 3 \times (-212{,}03)]$

= - 63,6722 kcal/mol x 1000 mol/kmol

= - 6367,2 kcal/mol x mol Al_2O_3 yang bereaksi

= 63672,2 kcal/mol x 0,041 kmol/jam

= - 2610,5602 kcal/jam

ΔH_{298} (2) $= 3 \times \Delta Hf\ H_2O + \Delta Hf\ Fe_2(SO_4)_3 - [\Delta Hf\ Fe_2O_3 + (3 \times \Delta Hf\ H_2SO_4)]$

$= 3 \times (-68{,}3174) + (-653{,}3) - [-198{,}5 + 3 \times (-212{,}03)]$

= -23,6622 kcal/mol x 1000 mol/kmol

= -23662,2 kcal/kmol x mol Fe_2O_3 yang bereaksi

= -23662,2 kcal/kmol x ($5x10^{-4}$) kmol/jam

= -11,8311 kcal/jam

$\Delta H_{298\ total}$ = ΔH_{298} (1) + ΔH_{298} (2)

= (-2610,5602) kcal/jam + (-11,8311) kcal/jam

= -2622,3913 kcal/jam

❖ Hasil Perhitungan ΔHR

Entalpi masuk reaktor pada T = 30°C = 303 K

Tabel A.4: Entalpi masuk reaktor pada T = 30°C = 303 K

Komponen	Massa (kg/jam)	$\int_{303}^{298}$ Cp dT (kcal/kg)	Entalpi (ΔH) (kcal/jam)
Al_2O_3	620,4545	-1026,1136	-636656,8006
Fe_2O_3	7,6769	-530,995	-4076,3955
TiO_2	155,8314	-105,7635	-16481,2743
SiO_2	13,8929	-803,9876	-11169,7193
H_2O	154,39656	-5,35	-826,0216
Total			-669210,2113

Entalpi masuk reaktor T = 105°C = 378 K

Tabel A.5: Entalpi masuk reaktor pada T = 105°C = 378K

Komponen	Massa (kg/jam)	$\int_{378}^{298}$ Cp dT (kcal/kg)	Entalpi (ΔH) (kcal/jam)
H_2SO_4	596,9045	-30,64	-18145,8968
H_2O	38,59914	-85,6	-3304,08638
Total			-21449,98318

ΔHR = (-669.210,2113 – 21449,98318) kcal/jam

= -690.660,1945 kcal/jam

Entalpi keluar reaktor pada T = 105°C = 378 K

Tabel A.6 : Entalpi keluar reaktor pada T = 105°C = 378K

Komponen	Massa (kg/jam)	$\int_{298}^{378}$ Cp dT (kcal/kg)	Entalpi (ΔH) (kcal/jam)
Al_2O_3	366,0682	83,7552	30660,1153
Fe_2O_3	2,8181	48,2418	139,9502
TiO_2	155,8314	20,9309	3261,6915
SiO_2	13,8929	68,57174	952,6603
H_2SO_4	152,2106	30,64	4663,7328
H_2O	31,2521	85,6	2675,1798
$Al_2(SO_4)_3$	253,7012	14,848	12675,7554
$Fe_2(SO_4)_3$	12,0157	13,24	159,0878
Total			55188,20971

$\Delta H_{total} = \Delta HR + \Delta H_{298} + \Delta HP$

= -690660,1945 – 2622,3913 + 55188,20971

= -638094,3761 kcal/jam

❖ Sistem membuang panas (eksotermis) sebesar 638094,3761 kcal/jam sehingga system tersebut membutuhkan media pendingin.

PERANCANGAN DIMENSI REAKTOR

❖ **Dimensi reaktor**

- Kecepatan alir volumetrik umpan, FV = 745,991 lt/jam = 0,745991 m^3/jam
- Volume larutan dalam reaktor, Vl = FV x θ

= 0,745991 m^3/jam x 8,1591 jam

= 6,0866 m^3

- Waktu tinggal dalam reaktor, $\theta = \frac{V}{FV}$

$$= \frac{6086,6564 lt}{745,991 lt / jam} = 8,1591 \, jam$$

- Safety faktor = 20%

Volume design = 1,2 x Vl

= 1,2 x 6,0866 m^3 = 7,30392 m^2

Dipilih tangki silinder tegak dengan L = 1,2 D

$$Vl = \frac{\pi}{4} x D^2 x L = \frac{\pi}{4} x D^2 x (1,2D)$$

Maka: $D^3 = \left(\frac{4 x VL}{1,2 x \pi} \right)$

$$D = \left(\frac{4 x VL}{1,2 x \pi}\right)^{1/3} = \left(\frac{4 x 6,0866}{1,2 x 3,14}\right)^{1/3} = 1,86\ m$$

L = 1,2 x 1,86m = 2,232m

Tinggi tangki: $H = \frac{4xVr}{\pi D^2} = \frac{4x7,30392m^3}{3,14x(1,86m)^2} = 2,69m = 105,9055in$

$$\frac{H}{D} = \frac{2,69}{1,86} = 1,446m$$

Luas penampang cairan dalam reaktor

$$A = \frac{\pi}{4} x D^2 = \frac{\pi}{4} x(1,86m)^2 = 2,7158m^2$$

Tinggi cairan dalam reaktor

$$H_L = \frac{V}{A} = \frac{6,0866m^3}{2,7158m^2} = 2,2412m$$

❖ **Menentukan Tebal dinding reaktor**

Untuk menghitung tebal tangki/shell (ts) digunakan persamaan :

$$ts = \frac{P x ri}{fE - 0,6 p} + c$$

Dimana: ts = tebal shell/dinding,in

P = tekanan design,psi

ri = jari-jari dalam shell,in

f = maximum allowable stress, psi

E = effisiensi pengelasan,in

C = factor korosi = 1/8 = 0,125in

P operasi = P desain + P hidrostatik – P udara luar

P design = 1 atm = 14,7 psi

ρ total umpan reaktor = $\frac{M}{FV} = \frac{1587,7559\,kg/jam}{0,745991\,m^3/jam} = 2128,3848\,kg/m^3$

P hidrostatik = ρ x L = 2128,3848 kg/jam x 2,232 m = 4750,5548 kg/m^2

= 6,757 psi

ri = 0,5 D = 0,5 x 1,86m = 0,93m = 36,6141 in

Bahan yang digunakan adalah carbon steel SA-283 Grade C dengan:

f = 12650 psi

C = 0,125

E = 85%

$$ts = \frac{(6,757\,lb/in^2)(36,6141\,in)}{(12650\,lb/in^2\,x0,85)-(0,6\,x6,757\,lb/in^2)} + 0,125 = 0,148\,in$$

- Tebal sheel minimum yang dibutuhkan adalah 0,148 in

  Maka dipilih tebal sheel standart = 5/16 in

❖ **Menentukan Tebal Head dan Bottom Reaktor**

- Jenis head yang dipilih adalah torispherical dished head.

$$th = \frac{0,885\,P\,ri}{fE - 0,1P} + C$$

Dimana: th= tebal head, in

ri = Inside perical or crown radius, in

- ID sheel = 1,86m = 73,23 in = 6,1025 ft
- OD sheel = 73,23 in + 2 x (5/16) = 73,855 in

Dari tabel 5.7 (*Brownell LE & Young EH*, untuk OD (72-78) in, maka:

r = 78

icr = 4 ¾ in = 3 in

t = 5/16 in = 0,3125 in

$$t_{head} = \frac{(0{,}885 x 6{,}757 lb/in^2 x 36{,}6141 in)}{(12650 x 0{,}85) - (0{,}1 x 6{,}757 lb/in^2)} + 0{,}125 = 0{,}1453 in$$

Untuk t_{head} = 5/16 in diperoleh standart straight flange (sf) = 1,5 – 3 in dipilih sf = 3 in = 0,25 ft.

❖ **Menentukan Tinggi Reaktor Total**

Untuk torispherical dished head icr = 4 ¾ in = 3 in

Sf = 3 in = 0,25 ft = 0,0762 m

a = jari-jari dalam sheel = 0,5 x ID = 0,5 x 73,23 in = 36,615 in

b = tinggi head = r – AC

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

$= \sqrt{75^2 - 23{,}615^2} = \sqrt{5625 - 1129{,}968225} = 67{,}0449$

b = r-AC = 78 in – 67,0449 in = 10,9550 in

OA = tinggi head total

= sf + b + t = 3 in + 10,9550 in + 0,3125 in = 14,2675 in = 0,3624 m

Volume head, VH $= 4{,}9.10^{-5} \times ID^3 = 4{,}9.10^{-5} \times (73{,}23\ in)^3 = 19{,}2426\ in^3$

Volume Flange, Vsf $= \frac{\pi}{4} x\, ID^2 x(sf) = \frac{\pi}{4} x(6{,}1025\ ft)^2 x\, 0{,}25\ ft$

$= 7{,}3084\ ft^3$

Volume head total, VHt $= VH + Vsf$

$= 0{,}011135\ ft^3 + 7{,}3084\ ft^3 = 7{,}3196\ ft^3 = 0{,}2073 m^3$

Volume sheel, Vs $= Vr - 2\ VHr = 7{,}30392\ m^3 - 2\ (0{,}2073 m^3) - 6{,}8893 m$

Volume total reaktor $= Vshell + 2\ VHt = 6{,}8893\ m^3 + 2\ (0{,}2073 m^3)$

$= 7{,}30392\ m^3$

Tinggi shell, Hs $= \frac{4Vs}{\pi x\, ID^2} = \frac{4x6{,}8893 m^3}{3{,}14x(1{,}86 m)^2} = 2{,}54 m$

Tinggi cairan dalam shell, L' $= \frac{4(Vl - VHt)}{\pi x\, ID^2} = \frac{4(6{,}0866 m^3 - 0{,}2073 m^3)}{3{,}14 x(1{,}86 m)^2} = 2{,}1645 m$

Tinggi total reaktor $= Hs + 2OA = 2{,}54m + 2\ (0{,}3624m) = 3{,}2648m$

Jumlah pengaduk yang diperlukan $= \frac{WELH}{ID}$ *(Persamaan 89, Rase P. 345)*

WELH = Water equivalent Liquid Height

= Tinggi cairan x Sp. Gravity

Tinggi cairan = Tinggi cairan pada bagian shell + tinggi head + sf

= 2,5878m + 0,3624m + 0,0762m = 3,0264m

Spesifik gravity $= \frac{2128,3848\ kg/m^3}{1000\ kg/m^3} = 2,1284$

WELH = 3,0264m x 2,1284 = 6,4414m

Jumlah pengaduk $= \frac{WELH}{ID} = \frac{6,4414m}{1,86m} = 3,5\ buah = 3\ buah$

Kecepatan putaran pengaduk, $N = \frac{600}{\pi d}\sqrt{\frac{WELH}{2d}} = \frac{600}{3,14 \times 2,0341\ ft}\sqrt{\frac{6,4414}{2 \times 2,0341\ ft}}$

= 117,24 rpm = 1,954 rps = 7034,4 rph

❖ **Menentukan viskositas campuran larutan**

Ketentuan viskositas asam sulfat pada masing-masing variasi adalah sebagai berikut:

	X	Y
Sulfuric acid 98%	7	24,8
Sulfuric acid 60%	10,2	21,3
Water	10,2	13

Harga x dan y dihubungkan pada fig 3-43 (homograph for viscoties of liquid at 1 atm)

Pada T = 105° C page 3-252 diperoleh:

μ H_2SO_4 98% = 2,7 Cp

μ H_2SO_4 60% = 1,55 Cp

μ H_2O = 0,25 Cp

Dengan cara interpolasi, viskositas H_2SO_4 80% dapat dicari:

$$\frac{80-60}{98-60} = \frac{\mu - 1,55}{2,7-1,55} = 2,155Cp = 2,155.10^{-2}\, g\,.\, cms$$

ln M mix = $\sum$ Wj ln mj atau dapat ditulis: ln μ camp = $\sum$ xi ln μi

Dimana: μ camp = viskositas campuran

μi = viskositas pada komponen i

Xi = fraksi berat untuk komponen i

Tabel A.7: viskositas bahan masuk reaktor

Komponen	Massa, kg/jam	Xi	μi
Al_2O_3	620,4545	0,3907	-
Fe_2O_3	7,6769	$4,8351.10^{-3}$	-
TiO_2	13,8929	$8,7500.10^{-3}$	-
SiO_2	155,8314	0,09814	-
H_2SO_4 80%	596,9045	0,3759	2,155
H_2O	192,9957	0,1215	0,25
Total	1587,7559	1	

Ln μ mix $= \sum$ xi ln μi

= (0,3759 ln 2,155) + (0,125 ln 0,25)

= 0,1202 cp

μ camp = 1,1277 cp

$$N\,Re = \frac{N\,x\,d^2\,x\,\rho}{\mu} = \frac{(1{,}954rps)\,x\,(62cm)^2\,x\,(2{,}12838gr\ \ cm^3)}{0{,}1202.10^{-2}\,gr\ \ cm^3} = 1{,}33.10^7$$

Power yang dibutuhkan:

$$P = \frac{Np\,x\,N^3\,x\,d^5\,x\,\rho}{550\,x\,gc}$$

$$= \frac{5{,}5\,x\,(1{,}954rps)^3\,x\,(2{,}0341\,ft)^5\,x\,(2128{,}3848kg\ \ m^3\,x2{,}2lb\ \ (3{,}28\,ft)^3}{550x32{,}2\,ft\ \ sec^2} = 10{,}7\ \text{Hp}$$

Daya pengaduk adalah 10,7 Hp

Catatan: 1 HP = 550 lbf.ft/gec

Effisiensi motor penggerak = 80%

Daya motor penggerak $= \dfrac{P}{effisiensi\ motor} = \dfrac{10{,}7}{80\%} = 13{,}375\,HP$

Digunakan power pengadukan motor adalah 13,375 HP

❖ **Perancangan Koil**

➢ Menentukan koefisien transfer panas

Nilai koefisien perpindahan panas pada RATB dengan baffle dan didinginkan dengan koil pendingin .

$$hc = \frac{0{,}87\,K}{Dt}\left(\frac{L^2\,x\,N\,x\,\rho}{\mu}\right)^{2/3}\left(\frac{C\,x\,\mu}{K}\right)^{1/3}\left(\frac{\mu}{\mu w}\right)^{0{,}14}$$

Dimana, $\left(\frac{\mu}{\mu w}\right)^{0{,}14} = 1$

Hc = koeffisien transfer panas cairan, BTU/jam ft^2 °F

Dt = diameter reaktor, ft = 1,86m = 0,5669 ft

K = konduktifitas panas, BTU/jam ft °F

L = diameter putar pengaduk, ft = 2,0341 ft

N = kecepatan putaran pengaduk, rps = 1,954 rps = 7034,4 rph

ρ = densitas campuran, lb/ft^3 = 132,7576 lb/ft^3

μ = viskositas campuran = 2,7255 lb/ftjam

μ w = viskositas air

Cp = kapasitas panas larutan, BTU/lb°F

Tabel A.8 : kapasitas panas bahan masuk reaktor pada T = 303 K

Komponen	Massa, kg/jam	Fraksi berat (Xi)	Kap. Panas (kcal/kg)	Kond. Panas (BTU/jam ft °F)	Xi . Ki
Al_2O_3	620,4545	0,6516	1023,6842	2,7	1,75932
Fe_2O_3	7,6769	$8,0618.10^{-3}$	531,195	-	-
TiO_2	155,8314	0,1636	0,88082	-	-
SiO_2	13,8929	0,0146	1,1224	-	-
H_2O	154,3966	0,1621	3,35	0,398	0,0645
Total	952,25226	1			

Komposisi bahan masuk reaktor pada T = 378 K

Komponen	Massa, kg/jam	Fraksi berat (Xi)	Kap. Panas (kcal/kg)	Kond. Panas (BTU/jam ft °F)
H_2O	38,59914	0,0607	85,6	0,223
H_2SO_4	596,9045	0,9393	30,4	0,398
Total	635,5036	1		

$$\| \text{Cp camp} = \sum \text{Cpi} \cdot \text{Xi} \|$$

Dimana: Cp camp = kapasitas panas campuran

Cpi = kapasitas panas untuk komponen i

Xi = fraksi berat untuk komponen i

Cp campuran (1) = (0,6516 x 1026,1136) + ($8,0618.10^{-3}$ x 530,995) + (0,0146 x 803,9876) + (o,1636 x 105,7635) + (0,1621 x 5,35)

= 702,8047 kcal/kg

Cp campuran (2) = (0,0607 x 85,6) + (0,9393 x 30,4)

= 33,75064 kcal/kg

Cp campuran total = 736,5553 kcal/kg = 1326,9687 BTU/lb

$\| K = \sum Xi \times Ki \|$

Dimana: K = koduktivitas panas campuran

Ki = konduktivitas panas untuk komponen i

Xi = fraksi berat untuk komponen i

Konduktivitas panas pada T = 303 K

K = (0,6516 x 2,7) + (0,1621 x 0,398)

= 1,82382 BTU/jam ft °F = 156,8485 BTU/jam ft

Konduktivitas panas pada T = 378 K

K = (0,0607 x 0,223) + (0,9393 x 0,398)

= 0,3874 BTU/jam ft °F = 85,6154 BTU/jam ft

Konduktivitas panas campuran: K = 2,21122 BTU/jam ft °F

= 242,4639 BTU/jam ft

$$\left(\frac{L^2 x N x \rho}{\mu}\right)^{2/3} = \left\{\frac{(2{,}0341 ft)^2 x (7034{,}4 \ jam) x (132{,}7576 lb \ ft^3)}{2{,}7255 lb / ft \ jam}\right\}^{2/3}$$

= 12625,8792

$$\left(\frac{Cp x \mu}{K}\right)^{1/3} = \left(\frac{1326{,}9687 \ BTU / lb \ x \ 2{,}7255 lb / ft \ jam}{242{,}4639 \ BTU \ jam \ ft}\right)^{1/3} = 2{,}4593$$

$$Hc = \frac{0{,}87 \times 2{,}2112\ BTU/jam\ ft\ °F}{0{,}5669\ ft} \times 12625{,}8792 \times 2{,}4593 \times 1$$

= 105369,2676 BTU/jam ft^2 °F

Jadi, koefisien panas adalah 105369,2676 BTU/jam ft^2 °F

- Kebutuhan air pendingin

Suhu reaktor = 105 °C = 221°F

Suhu air masuk = 30 °C = 86 °F

Suhu air keluar = 40 °C = 104 °F

$$\Delta t = LMTD = \frac{(221-104)°F - (221-86)°F}{\ln \frac{(221-104)°F}{(221-86)°F}} = 125{,}7854°F$$

Kebutuhan air pendingin:

$$W = \frac{Q}{Cp \times \Delta T} = \frac{638094{,}3761\ kcal/jam}{1\ kcal/kmol\ K \times 10\ K} = 63809{,}4376\ kg/jam = 140549{,}422\ lb/jam$$

Debit air pendingin

$$Fv = \frac{W}{\rho} = \frac{63809{,}4376\ kg/jam}{995{,}647\ kg/m^3} = 64{,}0884\ m^3/jam = 0{,}0178\ m^3/sec$$

- Luas penampang aliran (A)

V = 1,5m/sec – 2,5m/sec diambil 2,5m/sec

$$A = \frac{Fv}{V} = \frac{0{,}6297\ ft^3/sec}{8{,}202\ ft/sec} = 0{,}0768\ ft^2$$

$$ID = \sqrt{\frac{4Q}{\pi x V}} = \sqrt{\frac{4x0,0178m^3/sec}{3,14 x 2,5m/sec}} = 0,0953m = 3,7529in$$

Dari tabel Kern hal 844, diperoleh:

NPS = 4in

OD = 4,50in

ID = 4,026in

A' = 12,7in^2

A" = 1,178 ft^2/ft

- Menentukan Mass Velocity (V)

$$Gt = \frac{W}{A'} = \frac{140549,422lb/jam}{0,0882ft^2} = 1593530,862lb/ft^2 jam$$

$$V = \frac{Gt}{\rho air} = \frac{1593530,862lb/ft^2 jam}{62,1016lb/ft^3} = 7,1278ft/sec$$

- Menentukan hi dan hi_0

$$Re = \frac{ID x Gt}{\mu} = \frac{0,3355ft x 1593530,862lb/ft^2 jam}{2,7255lb/ft jam} = 196158,3578$$

Dari Fig 28 Kern, diperoleh hi = 1590 BTU/jam ft^2 °F

$$hi_0 = hi x \frac{ID}{OD} = 1590 BTU/jam ft^2 °F x \left(\frac{0,3355ft}{0,375ft}\right) = 1422,52 BTU/jam ft^2 °F$$

- Menentukan clean overall coefficient (Uc) dan dirty overall coefficient (Ud)

Uc = clean overall coefficient

Ud = dirty overall coefficient

$$Uc = \frac{hc\,x\,hi_0}{hc + hi_0} = \frac{105369{,}2676\,BTU/jam\,ft^2\,°F\,x\,1422{,}52\,BTU/jam\,ft^2\,°F}{105369{,}2676\,BTU/jam\,ft^2\,°F + 1422{,}52\,BTU/jam\,ft^2\,°F}$$

= 1403,5713BTU/jam ft^2 °F

Dirty overall coefficient

Dari hal 153 Kern diketahui:

Rd = 0,002 BTU/jam ft^2 °F

hd = 1/Rd$_{min}$ = 1/0,002 = 500 BTU/jam ft^2 °F

$$Ud = \frac{hd\,x\,Uc}{hd + Uc} = \frac{500\,BTU/jam\,ft^2\,°F\,x\,1403{,}5713\,BTU/jam\,ft^2\,°F}{500\,BTU/jam\,ft^2\,°F + 1403{,}5713\,BTU/jam\,ft^2\,°F}$$

= 368,6679BTU/jam ft^2 °F

- Menentukan luas perpindahan panas (A)

Δt = LMTD = 125,7854 °F

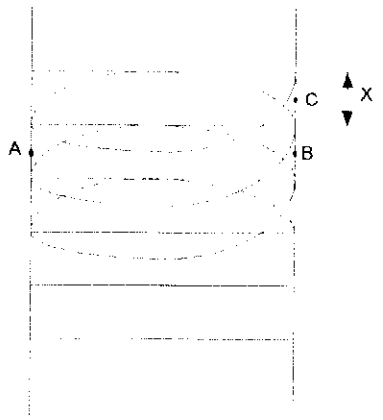
Q = 638094,3761 kcal/jam = 2532120,54 BTU/jam

$$A = \frac{Q}{Ud\,x\,\Delta t\,x\,LMTD} = \frac{2532120{,}54\,BTU/jam}{369{,}6679\,BTU/jam\,ft^2\,°F\,x\,125{,}7854\,°F} = 54{,}46\,ft^2$$

- Perhitungan panjang koil

$$L = \frac{A\,disain}{A''} = \frac{54{,}46\,ft^2}{1{,}178\,ft^2/ft} = 46{,}2271\,ft = 14{,}0902\,m$$

❖ **Penentuan Jumlah lengkungan koil**



AB = DC

BC = X

AC = $\sqrt{AB^2 + BC^2}$

Diameter tangki (Dt) = 1,86m = 0,5669ft

Diameter helix (DC) = 0,8 Dt = 0,8 x 1,86m = 1,488m = 4,8819ft

Jarak antar gulungan koil (x) = 1 x OD pipa koil = 1 x 6,625in = 6,625in = 0,5521ft

AB = DC = 4,8819ft

BC = x = 0,5521ft

AC = $\sqrt{AB^2 + BC^2} = \sqrt{4,8819^2 + 0,5521^2} = 4,9130\,ft$

Keliling busur AB = $\frac{1}{2} x \pi x DC = \frac{1}{2} x 3,14 x 4,8819\,ft = 7,6646\,ft$

Keliling busur AC = $\frac{1}{2} x \pi x AC = \frac{1}{2} x 3,14 x 4,9130\,ft = 7,71341\,ft$

Keliling lingkaran koil = keliling busur AB + keliling busur AC

= 7,6646ft + 7,71341ft = 15,37801ft = 4,6872m

Jumlah lengkungan koil (N) = $\frac{panjang\ koil}{keliling\ lingkaran\ koil} = \frac{46,2271\ ft}{15,37801\ ft} = 3\ lili\ tan$

Tinggi tumpukan koil = X x N = 0,5521ft x 3 = 1,6563ft = 0,5048m

Koil sepenuhnya tercelup dalam cairan karena tinggi koil < tinggi cairan (0,5048m < 2,2412m)

Tinggi cairan setelah ada koil (Zc)

$$Zc = \frac{(Vc + Vkoil)}{Ashell}$$

$$Vkoil = \frac{\pi}{4} x OD^2 x L = \frac{\pi}{4} x(0,1683m)^2 x 14,0902m = 0,3133m^3$$

$$Ashell = \frac{\pi}{4} x Dt^2 = \frac{\pi}{4} x Dt^2 = \frac{\pi}{4} x(1,86m)^2 = 2,7158m^2$$

$$Zc = \frac{6,0866m^3 + 0,3133m^3}{2,7158m^2} = 2,3565m$$

- Menentukan Pressure drop koil

$$\Delta Pt = \frac{f\ x\ Gt^2\ x\ L}{5,22.10^{10}\ x\ ID\ x\ S\ x\ \phi t} = \frac{3,5013.10^{-3}\ x(1593530,862)^2\ x\ 46,2271\ ft}{5,22.10^{10}\ x\ 0,3355\ ft\ x\ 62,5\ x\ 1}$$

= 0,3755 Psia

Dimana, S = spesifik gravity = 62,5lb/ft^3

L = panjang pipa, ft = 46,2271ft

D = ID pipa,ft = 0,3355ft

F = faktor friksi

$$\Phi t = \left(\frac{\mu}{\mu w}\right)^{0,14} = 1$$

$$\text{Faktor friksi} = 0,0035 + \frac{0,264}{(Ret)^{0,42}} = 0,0035 + \frac{0,264}{(196158,3578)} = 3,5013.10^{-3}$$

Dari perhitungan yang telah diperoleh pada perancangan pabrik Aluminum Sulfat reaktor yang digunakan adalah 1 buah. Untuk hasil rancangan reaktor disajikan pada gambar berikut: