No: TA/TK/2018/96

PRA RANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSITDAN ASAM SULFAT KAPASITAS 21.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Bidang Studi Teknik Kimia

Oleh:

Nama	**:**	**Anisa Maulidia**	**Nama**	**:**	**Venna Widyaswara T**
No.Mahasiswa	**:**	**13521082**	**No.Mahasiswa**	**:**	**13521099**

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2018

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	**Anisa Maulidia**	**Nama**	:	**Venna WidyaswaraT**
No.Mahasiswa	:	**13521082**	**No.Mahasiswa**	:	**13521099**

Yogyakarta, Januari 2018

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

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

Anisa Maulidia Venna Widyaswara T

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PERANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI
BAUKSIT DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 21.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama	:	Anisa Maulidia	Nama	:	Venna Widyaswara
No.Mahasiswa	:	13521082	No.Mahasiswa	:	13521099

Yogyakarta, Januari 2018

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Sutarno, Ir., M.Sc	Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 21.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama	:	**Anisa Maulidia**	**Nama**	:	**Venna WidyaswaraT**
No.Mahasiswa	:	**13521082**	**No.Mahasiswa**	:	**13521099**

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

Tim Penguji,

Pratikno Hidayat, Ir., M.Sc
Ketua

Ariany Zulkania, S.T., M.Eng
Anggota I

Tintin Mutiara, S.T., M.Eng
Anggota II

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Faisal RM, MSIE., Ph.D.

LEMBAR MOTTO

"Manjadda wa jadda"

(Nabi Muhammad SAW)

"Siapa yang meninggalkan kampung halamannya untuk mencari pengetahuan, ia berada di jalan Allah SWT"

(Nabi Muhammad SAW)

"Impossible is just a big word thrown around by small men who find it easier to live in the world they've been given than to explore the power they have to change it. Impossible is not fact. It's an opinion. Impossible is not a declaration. It's a dare. Impossible is potential. Impossible is temporary. Impossible is nothing,"

(Muhammas Ali)

"A man who only reads in too much and just uses his own brain few of falls into lazy"

(Albert Einstein)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucap syukur Alhamdulillah, saya persembahkan karya kecil ini untuk orang-orang yang saya sayangi:

- **Ibu (Eniza Sofitri)** dan **Ayah (Arbadi)**, motivator terbesar dalam hidup saya yang tidak pernah lelah mendo'akan dan menyayangi saya. Atas semua pengorbanan dan kesabaran sampai kini yang belum bisa saya balas.
- **Keluarga Besar** yang selalu memberikan semangat baik moral maupun spiritual kepada penulis dalam kehidupan sehari-hari
- **VennaWidyaswara**, terimakasih atas semua bantuan dan kerjasamanya dalam mengerjakan tugas ini, dan kesetiaan dalam susah maupun senang.
- **Sahabat-sahabatku, (Nia, Tesa, Nita, Chelin, Susi, Endah, Puput)**yang senang tiada memberikan dukungan, serta teman-teman seperjuangan di Teknik Kimia 2013, canda tawa dan kenangan yang tak akan terlupkan.

(Anisa Maulidia)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucap syukur Alhamdulillah, saya persembahkan karya kecil ini untuk orang-orang yang saya sayangi:

- **Mamah (Wiwik Widyawati)** dan **Ayah (Sutrisno)**, motivator terbesar dalam hidup saya yang tidak pernah lelah mendo'akan dan menyayangi saya. Atas semua pengorbanan dan kesabaran sampai kini yang belum bisa saya balas.
- **Keluarga Besar** yang selalu memberikan semangat baik moral maupun spiritual kepada penulis dalam kehidupan sehari-hari
- **Anisa Maulidia**, terimakasih atas semua bantuan dan kerjasamanya dalam mengerjakan tugas ini, dan kesetiaan dalam susah maupun senang.
- **Sahabat-sahabatku, (Tiwi,Yunita,KKN130,Tekim2013)** yang senantiasa memberikan dukungan, serta teman-teman seperjuangan di Teknik Kimia 2013, canda tawa dan kenangan yang tak akan terlupakan.
- **Marvelous Taruk La'bi**, terimakasih segala *support* dan bantuan yang telah diberikan yang tidak pernah lelah mengajari lewat telfon setiap hari.

(Venna Widyaswara T)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufikdan karunia-Nya, sehingga Perancangan Pabrik ini dapat diselesaikan dengan baik.Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan nabi kita NabiMuhammad S.A.W, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Akhir Perancangan Pabrik yang berjudul **"PRA RANCANGANPABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT DAN ASAM SULFAT 21.000 TON / TAHUN",** disusunsebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat selama dibangkukuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Perancangan Pabrik ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuanberbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun inginmenyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang menyertai dan meridhoi setiap jalan yang di lalui dan memberikan semua kemudahan yang di hadapi.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai panutan dan tauladan serta ajaran-ajaran yang menjadi pedoman dalam setiap langkah kehidupan.

3. Keluarga besar penulis yang selalu mendukung baik dalam bentuk do'a ataupun semangat.
4. Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Ir. Faisal RM, MSIE., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Sutarno, Ir., M.Sc dan LilisKistriyani, S.T., M.Eng.selaku pembimbing tugas akhir. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bimbingan dan arahannya selama penulis melaksanakan tugas penelitian.
7. Seluruh staff akademik Jurusan Teknik Kimia.
8. Partner tugas akhir yang selalu saling bekerja sama.
9. Teman-teman Teknik Kimia 2013 yang selalu memberikan dukungan semangat serta do'a.
10. Kakak angkatan dan adik angkatan mahasiswa Teknik Kimia UII yang banyak memberi masukan-masukan yang sangat bermanfaat.
11. Karun, Tesa, Nita, Chelin, Susi, Endah, Puput, Retno, Nana, Malina, Ita dan teman-teman lainnya yang memberikan support moral kepada penulis.
12. Tiwi,Yunita,Anto,Marvel,Anggia,Kiki,Nuqi,Yulio,Bulan,Sasa,Susi,Celin, Nia,Retno,Umi,Marlina dan teman-teman lainnya yang sudah memberikan semangat.
13. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan mengingat keterbatasan pengalaman dan kemampuan penulis,oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis demi hasil yang lebih baik di masa mendatang.

Yogyakarta, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR ..... **Error! Bookmark not defined.**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL . **Error! Bookmark not defined.**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ..... **Error! Bookmark not defined.**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI ..... **Error! Bookmark not defined.**

LEMBAR MOTTO v

HALAMAN PERSEMBAHAN vi

HALAMAN PERSEMBAHAN vii

KATA PENGANTAR viii

DAFTAR ISI xi

DAFTAR TABEL xv

DAFTAR GAMBAR xvi

ABSTRAK xvii

ABSTRACT xviii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.1.1 Lokasi Pabrik 4

1.2 Tinjauan Pustaka 6

1.2.1 Proses Kering 6

1.2.2 Proses Basah 7

1.2.4 Tinjauan proses secara umum 9

1.2.3 Kegunaan Produk 9

BAB II PERANCANGAN PRODUK 9

2.1 Spesifikasi Produk 9

2.1.1 Produk Utama 9

2.2 Speifikasi Bahan 10

2.2.1 Spesifikasi Bahan Utama 10

2.3 Pengendalian Kualitas 12

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku 12

2.3.2 Pengendalian Proses Produksi 12

BAB III PERANCANGAN PROSES 14

3.2 Spesifikasi Alat 16

3.3. Perencanaan Produksi 40

3.3.1. Analisis Kebutuhan Bahan Baku 41

3.3.2. Analisis Kebutuhan Peralatan Proses 42

BAB IV PERANCANGAN PABRIK 43

4.1. Lokasi Pabrik 43

4.2. Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*) 45

4.3. Tata Letak Alat Proses/Mesin (*Machines Layout*) 47

4.4. Alir Proses dan Material 51

4.4.1. Neraca Massa 51

4.1.2. Neraca Panas 54

4.5. Pelayanan Teknik Utilitas 58

4.5.1. Unit Pengolahan Air 58

4.5.2. Unit Penyediaan *Steam* 59

4.5.3. Unit Penyediaan Listrik 59

4.5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar 60

4.5.5. Unit Penyediaan Udara 60

4.7. Organisasi Perusahaan ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.7.1. Bentuk Perusahaan 64

4.7.2. Struktur Organisasi 64

4.6.3. Tugas dan Wewenang 67

4.6.4. Catatan 72

4.7. Evaluasi Ekonomi 76

4.7.1. Harga Index 77

4.7.2.Harga Alat 79

4.7.3. Capital Investment 80

4.7.4. Manufacturing Cost 88

4.7.5. General Expense 94

4.7.6. Total Capital Investment 96

4.7.7. Total Biaya Produksi 96

4.7.8. Analisa Keuntungan 96

4.7.9. Analisa Kelayakan 97

BAB V PENUTUP 103

5.1 Kesimpulan 103

5.2 Saran 104

DAFTAR PUSTAKA 105

LAMPIRAN A PERHITUNGAN REAKTOR

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Impor Asam Sulfat di Indonesia 2

Tabel 1.2. Perusahaan Penghasil Alumunium Sulfat di Indonesia 3

Tabel 1.3. Perusahaan Penghasil Alumunium Sulfat di Dunia 3

Tabel 3.1. Shell tiap course plate silo (S-02) 16

Tabel 3.2. Shell tiap course plate silo (S-01) 17

Tabel 3.3. Shell tiap course plate silo (S-02) 18

Tabel 3.4 Kebutuhan bahan baku 41

Tabel 4.1. Perincian luas tanah dan bangunan pabrik 46

Tabel 4.2. Gaji karyawan 73

Tabel 4.3. Jadwal kerja masing-masing regu 75

Tabel 4.4. Harga index *Chemical EngineeringProgress* (CEP) pada berbagai tahun 77

Tabel 4.5. Harga index hasil regresi linear pada berbagai tahun 78

Tabel 4.6. Total Biaya *Physical Plant Cost* 84

Tabel.4.7.Fixed Capital Investment = Direct Plant Cost + Indirect Plant Cost 86

Tabel 4.8. Total Working Capital Investment 88

Tabel 4.9. Total Direct Manufacturing Cost 91

Tabel 4.10. Total Inderect Manufacturing Cost 92

Tabel 4.11. Total Fixed Manufacturing Cost 93

Tabel 4.12. Total Manufacturing Cost (MC) 94

Tabel 4.13. Total *General Expense* 95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Data Impor Aluminum Sulfat di Indonesia 2

Gambar 4.1 Plant Layaout .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.2 Machines Layout.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif..... 56

gambar 4.4 diagram alir kuantitatif..... 57

Gambar 4.5 diagaram pengolahan air .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6. Diagram alir kebutuhan air pendingin..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7. Diagram alir pengolahan steam.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.8 strukrur organisasi..... 66

Gambar 4.9. Grafik Analisa Ekonomi 102

ABSTRAK

Pabrik Aluminium Sulfat memberikan prospek yang baik untuk meningkatkan kebutuhan Aluminium Sulfat pada industri kimia di Indonesia. Aluminium Sulfat digunakan sebagai bahan flokulasi dalam pemurnian air dan kilang pengolahan air limbah serta untuk pembuatan kertas. Pabrik Aluminium Sulfat dirancang dengan kapasitas 21.000 ton/tahun dengan bahan baku Bauksit dan Asam Sulfat 60%. Bauksit dipilih sebagai bahan baku utama karena ketersediaan bauksit di Indonesia yang sangat banyak. Pabrik Aluminium Sulfat direncanakan didirikan di daerah Tembilahan, Riau karena telah memiliki sarana penunjang dengan baik. Pembangunan Pabrik Aluminium Sulfat didirikan dengan luas 6.190 m^2. Proses produksi yang menggunakan proses basah dimana bauksit dan asam sulfat 60% akan direaksikan didalam reaktor, hasil dari rekasi adalah aluminium sulfat berbentuk *slurry* yang kemudian dikristalkan dan di vakum untuk menghilangkan kadar asam sulfat dan airnya. Proses tersebutakan dioperasikan pada kondisi tekanan 4 atm pada suhu 90°C dengan konversi 85%. Reaksi berlangsung pada fasa padat-cair, eksotermis dan ireversibel. Bauksit sebagai bahan baku utama mengalir dengan kecepatan 1.101,1183 kg/jam, dan Asam Sulfat 1.488,0961 kg/jam. Dan unit pendukung lainnya yaitu kebutuhan utilitas terdiri dari 49.847,2076 kg/jam *cooling water*; 304,1687 kg/jam *steam*; 88,6210 lt/jam bahan bakar sedangkan kebutuhan listrik sebanyak 373,3093 kwh yang disediakan oleh PLN. Analisa dalam evaluasi ekonomi dari perancangan ini dapat disimpulkan bahwa jumlah modal tetap Rp 110.114.705.271; modal pekerja Rp 16.315.104.536,43. Keuntungan sebelum pajak Rp 34.645.294.913 sedangkan keuntungan setelah pajak Rp 17.322.647.456. Persentasi dari modal kembali sebelum pajak 31,46% dan setelah pajak 15,73 %. *Pay out time* (POT) sebelum pajak 2,41 tahun sedangkan setelah pajak 3,89 tahun. Nilai penjualan pada *Break Event Point* (BEP) 47,08 % dan *Shut Down Point* (SDP) 21,36 % dengan *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) 21,51 %. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi. Dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat dengan kapasitas 21.000 Ton/Tahun layak untuk didirikan.

Kata-kata kunci: Aluminium Sulfat; Bauksit; Proses Basah

ABSTRACT

Aluminium Sulphate plant has a good prospect to increase the growth of chemical industry in Indonesia. Aluminium Sulphate are used as floculant in water purification process,waste water treatment, and paper manufacturing process. Aluminium Sulfat Factory was designed with capacity of 21,000 ton/year with raw material bauxite and 60% of sulphate acid. Bauxite was chosen as the main raw material because there is a lot of bauxite supplies in Indonesia.The manufacture of Aluminium Sulphate with capacity of 21,000 ton/year was planned to be built in Tembilahan, Riau in the area of 6,190 m^2. Production processes using a wet process in which bauxite and 60% sulfuric acid are reacted in the reactor, the result of reaction is a slurry-shaped aluminum sulphate which is then crystallized and in vacum to remove the sulfuric acid and water content. With operation condition : with 4 atm pressure and 90˚ degree Celcius temperature and convertion reaction 85%. The reaction took place in the solid-liquid phase, exothermic and ireversible. Bauxite as the main raw material flew at rate 1,101.1183 kg/hour, Sulphate Acid 1,488.0961 kg/hour. And another material needs is the utiliy consist of 49,847.2076 kg/hour of cooling water; 304,1687 kg/hour of steam; 88.6210 Lt/hour of fuel oil while the power of electricity of about 373,3093 kwh provided by PLN. Studies on the economic evaluation of this plant has led to conclude that it needs fixed capital of Rp 110,114,705,271; working capital of Rp 16,315,104,536.43,. The profit before tax is Rp 34,645,294,913while the profit after tax isRp 17,322,647,456. Percentage of return on investement (ROI) before tax is 31.46% while after tax is 15.73 %. Pay out time (POT) before tax is 2.41 years while after tax is 3.89 years. The value of break even point (BEP) is 47.08% and shut down point (SDP) is 21.36 % with Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is 21.51 %. Based on the economic analysis, It is concluded that preliminary design of Aluminium Sulphate from Bauxite with capacity 21,000 ton/years visible to be built.

Keywords: Aluminium Sulphate; Bauksit; Wet Process

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan sektor industri termasuk di dalamnya industri kimia, semakin pesat seiring dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi. Di bidang industri kimia, Indonesia memberikan perhatian yang cukup besar.

Indonesia merupakan salah satu negara yang sedang berkembang. Kebutuhan bahan-bahan kimia untuk industri-industri di Indonesia juga semakin meningkat. Namun, sedikitnya pabrik kimia di Indonesia, menyebabkan peningkatan impor bahan-bahan kimia di Indonesia. Salah satunya adalah bahan kimia berupa aluminium sulfat.

Aluminium sulfat adalah suatu senyawa kimia anorganik dengan rumus $Al_2(SO_4)_3$. Senyawa ini larut dalam air, terutama digunakan sebagai bahan flokulasi dalam pemurnian air minum dan kilang pengolahan air limbah, serta dalam pembuatan kertas. Aluminium sulfat biasa disebut alum. Alum mempunyai sifat larut dalam air dan tidak larut dalam alkohol. (Faith dan Keyes, 1957).

Berdasarkan Data Badan Pusat Statistik mengenai ekspor impor produk Aluminum Sulfat dalam kurun waktu lima tahun terakhir dari tahun 2012-2016 mengalami peningkatan. Hal ini menandakan bahwa kebutuhan Alumunium Sulfat tidak hanya dibutuhkan oleh pabrik dalam negeri. Data impor Alumunium Sulfat di Indonesia dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1. Data Impor Asam Sulfat di Indonesia

Tahun	Berat (Kg)
2012	23.361
2013	160.049
2014	121.335
2015	306.912
2016	249.291

Sumber: www.bps.go.id,2017

Model persamaan regresi linear adalah:

$$y = ax + b$$

Dimana:

y = variable akibat (diperoleh)

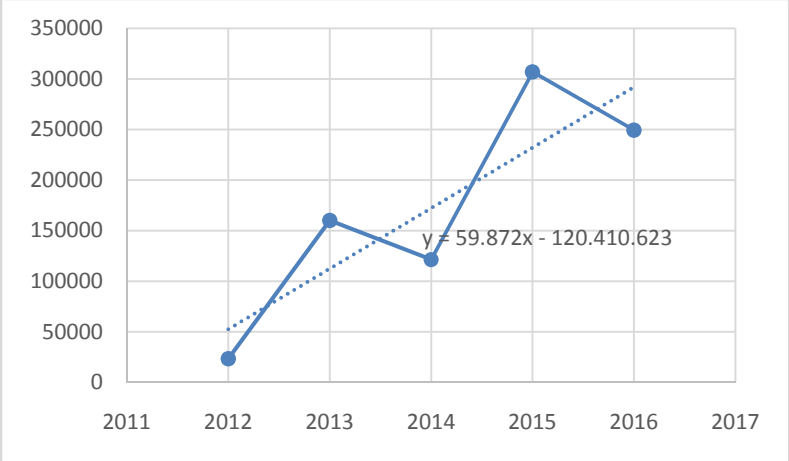
x = variable independent

b = konstanta

a =koefisien variable x

Nilai-nilai a dan b dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$a = \frac{n(\sum xy)-(\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2)-(\sum x)^2} \qquad b = \frac{(\sum y)(\sum x^2)-(\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2)-(\sum x)^2}$$



Gambar 1.1 Grafik Data Impor Aluminum Sulfat di Indonesia

Berdasarkan sumber di atas dan perhitungan menggunakan regresi linear maka diperoleh hasil regresi linear kebutuhan impor Aluminium Sulfat untuk tahun 2023 adalah 700 ton/tahun,oleh karena itu diperlukan produksi Aluminium Sulfat untuk memenuhi kebutuhan impor dan ekspor Aluminium Sulfat. Di Indonesia sudah terdapat beberapa pabrik AluminiumSulfat,yang dapat dilihat pada Tabel 1.2. Didunia ada beberapa pabrik yang memproduksi Aluminium Sulfat dengan jumlah yang cukup besar. Berikut beberapa nama-nama perusahaan yang menghasilkan Aluminium Sulfat diIndonesia dandidunia, dapat dilihat pada Tabel 1.3

Tabel 1.2. Perusahaan Penghasil Alumunium Sulfat di Indonesia

No	Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
1	PT. Dunia Kimia Utama	30.000
2	PT. Indonesia Acid Industri	44.600
3	PT. Liku Telaga	161.400
4	PT. Mahkota Indonesia	45.000
5	PT. Aktif Indonesia Indah	20.868

(PT. Lautan Luas Tbk 2014)

Tabel 1.3. Perusahaan Penghasil Alumunium Sulfat di Dunia

No	Negara Asal	Pabrik	Kapasitas (ton)
1	Cina	Sanghai Yixin Chemical Co.,Ltd	1.000.000
2	Hongkong	Hongkong Vilia Chemical.Ltd	12.000
3	Malaysia	Yucheng Jinhe Industry Co.,Ltd	134.500
4	Bangladesh	Total Link Corporation	200.000

(Alibaba, 2014)

Manfaat yang didapat dengan membangun pabrik ini antara lain adalah mengurangi impor dan ketergantungan dari luar negeri, menambah pemasukan negara dari pajak, dan mengurangi pengangguran. Dalam menghadapi era perdagangan bebas, pabrik ini juga didirikan untuk ekspor. Hal ini mengingat pasar luar negeri masih cukup besar terutama di negara – negara yang sedang tumbuh industrinya.

Berdasarkan pabrik-pabrik penghasil Aluminium Sulfat yang ada di Indonesia dan di dunia, maka penentuan kapasitas pabrik yang akan dirancang akan mengacu pada kapasitas minimal dari pabrik penghasil Aluminium Sulfat di Indonesia yaitu sebesar 20.868ton/tahun oleh PT. Aktif Indonesia Indah. Pada pra rancangan pabrik Aluminium Sulfat kapasitas yang akan dirancang adalah sebesar 21.000 ton/tahun dan direncanakan beroperasi pada tahun 2023.

1.1.1 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik memiliki bisa memilik efek yang sangat krusial dalam keuntungan proyek dan kesempatan untuk memperluas proyek ke depannya. Banyak faktor-faktor yang mempengaruhi dalam menentukan lokasi pabrik yang sesuai. Untuk lokasi pabrik Aluminium sulfat dengan kapasitas 21.000 ton/tahun rencana akan dibangun di lokasi Tembilahan,Riau. Lokasi tersebut dipilih berdasarkan faktor-faktor sebagai berikut.

1. Bahan Baku

   Bahan baku untuk pembuatan aluminium sulfat adalah bauksit dan asam sulfat. Bauksit tidak perlu diimpor karena di Indonesia memiliki pabrik

bauksit, yaitu PT. Antam (Persero) Tbk Indonesia dengan kapasitas 250 ton/jam yang berlokasi di Pulau Bintan. Sedangkan untuk bahan baku asam sulfat, diperoleh dari produk PT. Pupuk Sriwidjaya, Palembang. Dari pertimbangan ini, lokasi Tembilahan sesuai untuk pembangunan pabrik aluminium sulfat.

2. Pemasaran

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

3. Transportasi

   Tembilahan merupakaan kawasan industri yang letaknya dekat dengan pelabuhan dan jalan raya, sehingga baik pengiriman bahan baku atau pun pengiriman produk dari produsen ke konsumen dapat dilakukan dengan lancar

4. Ketersediaan Tenaga Kerja

   Dengan adanya pendirian pabrik aluminium sulfat, dapat menyerap tenaga kerja di Indonesia, terutama disekitar lokasi pendirian pabrik. Selain itu, di Pulau Sumatra merupakan salah satu pulau dengan jumlah penduduk yang cukup padat, sehingga dapat menyerap tenaga kerja yang belum memiliki

perkerjaan, baik tenaga kerja yang terdidik dan belum terdidik. Apabila tenaga kerja belum terdidik, akan diberikan *training*terlebih dahulu.

5. Utilitas

   Kebutuhan utilitas dipabrik berupa air, bahan bakar dan listrik. Dilokasi Tembilahan, kebutuhan untuk utilitas dapat terpenuhi, karena dekat dengan sumber air dan listrik diperoleh dari PLN.

6. Perizinan

   Karena Tembilahan merupakan kawasan industri, sehingga memudahkan dalam melakukan perizinan dengan pemerintah dan masyarakat setempat.

7. Perluasan

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

1.2 Tinjauan Pustaka

Secara umum, ada dua proses utama yang sering digunakan dalam industri Aluminium Sulfat, yaitu:

1. Proses Kering
2. Proses Basah

1.2.1 Proses Kering

Bauksit dari silo penyimpanan bahan baku diangkut dengan *conveyor* dan dilarutkan dalam suatu tangki yang dilapisi timah hitam untuk memperoleh konsentrasi larutan. Kemudian larutan NaOH 10% dimasukkan kedalamnya, dipanaskan dengan agitasi. PH campuran diatur 7-10 dengan jalan mengencerkannya dengan air. $Al_2(OH)_3$ yang terbentuk kemudian diendapkan

dengan alat yang disebut tangki pengendapan. Endapan yang terbentuk kemudian disaring pada drum berputar penyaring hampa dan sebagian dikembalikan sebagai pembawa yang bertujuan untuk mempercepat proses pengendapan. Aluminium Hidroksida yang yang tersaring kemudian disuspensikan kedalam sejumlah air pada suatu tangki dan kemudian dilarutkan lagi dalam NaOH dengan memanaskan larutan CO_2 dilewatkan terhadap larutan ini untuk mengatur PH 7-10. Disini akan terbentuk endapan yang berbentuk gel. Hasil endapan yang berbentuk Alumina gel disaring dan dicuci di alat penggerak pengering berputar, gel dikeringkan pada suhu 400-800˚C. Kemudian didinginkan di alat pendingin berputar, selanjutnya dimasukan ke alat mesin penghancur sehingga didapatkan produk yang diinginkan. (Mc.Ketta,1997)

Pada proses ini Aliminium Sulfat dibuat dengan cara memanaskan bahan yang mengandung Al_2O_3 dengan asam sulfat pada suhu 170˚C dan tekanan 1 atm. Bahan yang umum digunakan dalam proses ini adalah kaolin. (I.B. Agra,1975)

1.2.2 Proses Basah

Pada proses ini aluminium sulfat dibuat dengan cara melarutkan bahan yang mengandung Al_2O_3 dengan asam sulfat 60% dalam suatu reaktor pada suhu 90˚C dan tekanan 1 atm. Bahan yang umum digunakan dalam proses ini adalah bauksit. Bauksit dengan kandungan feri oksida sangat rendah paling menguntungkan untuk diproses sebagai bahan baku karena produk yang dihasilkan akan semakin murni. Komposisi biji bauksit berpengaruh terhadap

pemilihan konsentarsi asam sulfat, waktu reaksi, suhu reaksi, ukuran partikel bauksit, dan proses yang akan dipakai.

Reaksi antara asam sulfat dan padatan bauksit yang dapat larut merupakan reaksi yang sangat dipengaruhi oleh suhu dan komposisi campuran. Reaktor yang digunakan pada reaksi ini adalah RATB dengan konversi 85%. (U.S Patent No. 3216792)

Bauksit dari silo penyimpanan bahan baku diangkut dengan *conveyor* dan diumpankan ke dalam reaktor. Sementara asam sulfat (H_2SO_4) yang berasal dari tangki penyimpanan dialirkan dengan pompa dan dipanaskan lewat pemanas dan diumpankan ke dalam reaktor. Didalam reaktor terjadi reaksi selama 15-20 jam. reaksinya adalah :

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

Produk yang keluar dari reaktor dipompa ke netralizer untuk menetralkan asam sulfat sisa dengan penambahan BaS sehingga terbentuk barium sulfat. Larutan ditambahkan glue sebagai koagulan untuk mengendapkan impurities didalam *thickener*, selanjutnya dimasukkan kedalam evaporator untuk diuapkan. $Al_2(SO_4)_3$dikristalkan didalam kristalizer sehingga terbentuk $Al_2(SO_4)_3$ yang masih basah. Kemudian dikeringkan dengan alat pengeringmelewati *screw conveyor* yang dilengkapi dengan *blower* dan produk disimpan kedalam silo.

1.2.4 Tinjauan proses secara umum

Dalam pembuatan aluminium sulfat digunakan bahan baku Al_2O_3 (60%) dan H_2SO_4(80%) yang direaksi dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) pada kondisi operasi yaitu temperature 90°C dan tekanan 4 atm. Perbandingan mol Al_2O_3 : H_2SO_4 adalah 1 : 3.

Proses yang dipakai adalah proses basah karena lebih menguntungkan dan ekonomis dibandingkan proses kering. Hal itu berdasarkan pertimbangan:

1. Kelebihan proses basah
   - Limbah yang dihasilkan berupa H_2S yang sangat sedikit, kemudian dimasukan kedalam unit pengolahan limbah sehingga tidak membahayakan.
   - Alat yang digunakan pada proses basah lebih sedikit sehingga dapat menghemat uang modal.
2. Kekurangan proses kering
   - Limbah yang dihasilkan berupa debu yang berbentuk serbuk yang sangat halus, dapat membahayakan paru-paru manusia.
   - Alat yang digunakan pada proses kering terlalu banyak, sehingga akan banyak mengeluarkan uang modal.

1.2.3 Kegunaan Produk

Aluminium sulfat merupakan bahan penunjang yang penting untuk bermacam-macam industri (Keyes,1975). produk alumunium sulfat berupa kristal putih. Adapun kegunaan aluminium sulfat adalah:

- Sebagai pelekat kertas yang digunakan pada proses pembuatan pulp dan kertas yaitu untuk mengendapkan damar yang larut dalam kanji pada serat kertas, mengontrol pH pada bubur kertas, setting ukuran kertas dan membantu mengolah air pulp dengan cara menambahkan aluminium sulfat kedalam pilp kertas sebelum masuk kedalam mesin pembuat kertas.
- Untuk menjernihkan air, mengontrol pH air dan membantu mengolah air buangan yaitu sebagai koagulan yang dapat mengendapkan bermacam-macam kotoran dan bakteri sehingga air itu menjadi bersih terbebas dari pencemaran dan memenuhi standar air minum yang diijinkan.
- Sebagai bahan baku pembuatan kaleng untuk mengawetkan makanan, sebagai koagulan pada industri karet sintesis, sebagai isolasi atau penyekat selulosa, sebagai bahan pembantu pada proses pencelupan batik (tekstil), pembuatan bahan-bahan kimia, katalis pencegah api pada bahan penyekat, kosmetik, obat-obatan, alat pemadam api, bahan cat, penyamakan kulit, semen, plastik. (Mc.Ketta, 1997 dan KirkOthmer,1994)

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Produk Utama

1. Aluminium Sulfat

Bentuk	: Kristal
Kemurnian	: 98 % dengan 2% H_2O dan H_2SO_4
Densitas (g/cm^3)	: 2698
Berat Molekul	: 342,15
Titik Leleh (°C)	: 660,2
Titik Didih (°C)	: 2494
Spesific Gravity	: 1,69

(Kirk-Othmer,1994)

2.2 Speifikasi Bahan

2.2.1 Spesifikasi Bahan Utama

1. Bauksit

Komponen	Persen Berat %	Berat Molekul, kg/mol
Al_2O_3	53,58	101,96
H_2O	28,85	18,016
Fe_2O_3	11,79	159,7
SiO_2	4,82	60,06
TiO_2	0,96	79,9

Bentuk : Granular

Spefisic Gravity : 2,55

Warna : Merah Muda

2. Asam Sulfat (H_2SO_4)

Bentuk	: Cair
Kemurnian	: 98%
Densitas (g/cm^3)	: 1,84
Berat Molekul	: 98,084
Titik Lebur (^oC)	: 10 (pada 283 K)
Titik Didih (^oC)	: 208
Spesific Gravity	: 1,810
Tekanan Uap	: < 10 Pa (pada 20^oC)
Pengotor	: H_2O 2%

(Wikipedia,2014)

3. Air (H_2O)

Bentuk	: Cair
Densitas (g/cm^3)	: 998 (pada 293 K)
Berat Molekul	: 18,015
Titik Beku (^oC)	: 0
Titik Didih (^oC)	: 100
Temperatur Kritis (^oC)	: 647,3
Tekanan Kritis	: 218, 3074 atm
Volume Kritis	: 57,1 cm^3/mol

(Kirk-Othmer,1994)

2.3 Pengendalian Kualitas

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

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang bertujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses didalam pabrik. Uji yang dilakukan antara lain uji densitas, visikositas, kadar komposisi komponen, kemurnian bahan baku.

2.3.2 Pengendalian Proses Produksi

Pengendalian proses produksi pabrik ini merupakan aliran dan alat sistem kontrol

2.3.2.1 Alat Sistem Kontrol

a. *Sensor*, digunakan untuk identifikasi variable-variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, *thermocouple* untuk sensor suhu.
b. *Controller* dan indikator, meliputi level indikator dan *control, temperature indicator pressure control, flow control*.

c. *Actuator*, digunakan untuk *manipulate* agar variabelnya sama dengan variable *controller.* Alat yang digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve*.

2.3.2.2 Aliran Sistem Kontrol

a. *Aliran pneumatic* (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
b. Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.
c. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

.2.3.2.3 Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang akan dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka dilakukan uji densitas, visikositas, volatilitas, kemurnian produk, dan komposisi komponen produk.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Pembuatan Aluminium sulfat menggunakan proses basah dengan bahan baku bauksit dan asam sulfat 98% padasuhu 30 °C dan tekanan 1 atm. Asam sulfat 98% diencerkan dalam *mixer* (M-01) dengan menggunakan air sehingga menjadi asam sulfat 60% dengan keluaran sebanyak 4890,4144 kg/jam. Asam sulfat 60% menuju *heat exchanger* (HE-01) untuk merubah suhu sebelum masukreaktor. Kemudian asam sulfat dan bauksit diumpankan ke Reaktor (R-01) dengan jenis Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) atau dengan nama lain *Continious stirred tank (CSTR)* pada suhu 90 °C dengan tekanan 4 atm.

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

Keluar dari reaktor, produk yang dihasilkan berupa cairan kental atau *slurry* sebanyak 5995,3840 kg/jam kemudian didinginkan melalui *screw conveyor* (SC-01) berjaket untuk menurunkan suhu 65 °C. *Slurry* yang sudah mengalami penurunan suhu, kemudian di *filter press* (FP-01) untuk memisahakan antara Fe, Ti, dan SiO menuju UPL. Produk yang keluar dari *filter press* (FP-01) yaitu sebesar 5633,3840 kg/jam kemudian di kristalisasi dengan alat *crystalizer* (CY-01) umpan masuk pada suhu 65 °C. Didalam *crystalizer* (CY-01) berjenis *tank,slurry* akan mengalami pengkristalan pada suhu 65-60 °C. Hasil

crystalizer(CY-01) berupa produk berbentuk garam halus namun masih banyak mengandung asam sulfat dan air.

Produk hasil keluaran yang masih mengandung cairan kemudian di vakum dengan menggunakan alat *rotary drumvacum filter* (F-01) dengan umpan masuk pada suhu 65 °C. Hasil produk dari RDVF (RD-01) berupa cake dibawa menuju langsung ke *silo* (S-01) menggunkan *screw conveyor* (SC-01) sedangkan hasil cairan kemudian digunakan kembali. Komponen cairan yang berasal dari RDVF (RD-01) berupa asam sulfat dengan kemurnian 60% dimasukan kedalam *evaporator* (EV-01) untuk mengurangi kadar air sebelum di masukan ke *mixer* sebagai bahan *recycle*. Asam sulfat keluaran hasil *evaporator* (E-01) dimasukkan ke dalam *Cooler* (CL-01) untuk menurunkan suhu dari 65 °C menjadi suhu 30°C. Kemudian di masukkan kedalam mixer (M-01) pada suhu 30 °C sebanyak 676,6770 kg/jam. Produk RDVF (RD-01) berupa *cake* yaitu aluminium sulfat kemudian di bawa menuju *silo* (S-01) menggunakan *screw conveyor* dengan *blower* (B-01) sebanyak 2631,6269 kg/jam.

3.2 Spesifikasi Alat

1. Tangki Penyimpanan Bahan Baku Asam Sulfat (T-01)

Tugas	:	Menyimpan bahan baku asam sulfat sebanyak 2623,7842 kg/jam
Jenis	:	Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan *conical roof*
Fase	:	Cair
Kondisi operasi	:	Tekanan = 1 atm Suhu = 30 °C
Spesifikasi	:	Diameter = 1,37 m Tinggi = 2,06 m Tebal Shell = 0,375in Tebal Head = 0,128 in

Tabel 3.1. shell tiap course plate silo (S-02)

Digunakan plat dengan lebar 8 ft sehingga dinding tangki dibagi menjadi :

Plat	H, ft	Tebal (in)	Tebal standar (in)
1	24	0,265	0,375
2	16	0,216	0,375
3	8	0,167	0,25
4	0	0,118	0,25

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel* 316

Harga : $34177,4955

2. SiloBauksit (S-01)

Tugas : Menyimpan bahan baku padatan bauksit sebanyak 1101,1183 kg/jam

Jenis : *Cylindrical vessel design* dengan dasar conical

Fase : Padatan

Kondisi opearsi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30 °C

Spesifikasi : Diameter = 10,66 m

Tinggi = 5,48 m

Tebal Shell = 0,5 in

Tebal Head = 1 13/16 in

Tabel 3.2. shell tiap *course plate* silo (S-01)

Digunaka *plate* dengan lebar 4,5 ft sehingga dinding tangki dibagi menjadi:

Plat	H, ft	Tebal (in)	Tebal standar (in)
1	18	0,150	0,1875
2	13,50	0,150	0,1875
3	9	0,150	0,1875
4	4,50	0,150	0,1875
5	0	0,149	0,1875

Jumlah	:	1 buah
Bahan	:	*Stainless steel* SA-285 Grade C
Hartga	:	$344528,5921

3. Silo Aluminium Sulfat (S-02)

Tugas	:	Menyimpan produk aluminium sulfat sebanyak 2651,9813 kg/jam
Jenis	:	*Cylindrical vessel design* dengan dasar conical
Fase	:	Padatan
Kondisi operasi	:	Tekanan = 1 atm
		Suhu = 30 °C
Spesifikasi	:	Diameter = 12,19 m
		Tinggi = 4,87 m
		Tebal Shell = 0,5 in
		Tebal Head = 1 13/16 in

Tabel 3.3. shell tiap *course plate* silo (S-02)

Digunaka *plate* dengan lebar 5,3 ft sehingga dinding tangki dibagi menjadi :

Plat	H, ft	Tebal (in)	Tebal standar (in)
1	16	0,1527	0,1875
2	10,66	0,1517	0,1875
3	5,33	0,1508	0,1875
4	0,00	0,1498	0,1875

Jumlah	:	1 buah
Bahan	:	*Stainless steel* SA-285 Grade C
Harga	:	$362022,2865

4. Mixer

Tugas	:	Mencampurkan asam sulfat 98% dengan air sebanyak 2623,7842 kg/jam
Jenis pengaduk	:	*Flat blade turbine with 6 blade*
Ukuran	:	Diameter *mixer* = 1,822 m Tinggi*mixer* = 1,828 m Tinggi cairan = 0,110 m Tebal Shell = 3/16 in Tebal Head = 0,130 in
Head and bottom mixer	:	Jarak pengaduk dari dasar = 0,455 m Lebar *buffle* = 0,151 m Tipe = *Torishperical dishead* ID = 1,81 m OD = 1,82m
Vtotal	:	0,504m^3
Kecepatan pengaduk	:	53,31 rpm
Waktu pengadukan	:	30 menit
Bahan	:	*Stainless steel* SA-167 grade 316
Harga	:	$505,23600

5. Reaktor (R-01)

Tugas	:	Mereaksikan asam sulfat 60% dengan bauksit menjadi produk aluminium sulfat sebanyak 5995,3840 kg/jam.
Jenis	:	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Kondisi operasi	:	Tekanan = 2 atm Suhu = 90 °C
Ukuran reaktor	:	Diameter = 1,5953 m Tinggi = 2,3930 m
Volume cairan dalam reaktor	:	4781,0526 liter
Tinggi cairan dalam reaktor	:	2,1628 m
Dipilih tebal *shell*	:	0,1607 in
Dipilih tebal *head*	:	0,3125 in
Jenis pengaduk	:	- Pengadukan type *impeller turbin* dengan 6 *flat blades* - Jumlah *buffle* 4 buah
Diameter *impeler*	:	0,5545 m
Tinggi *impeler*	:	2,3930 m
Lebar *buffle*	:	0,0942 m
Daya	:	24 Hp
Luas perpindahan panas	:	0,0104 ft^2

Jaket pendingin		
Diameter jaket	:	1,7171 m
Luas perpindahan panas	:	0,0104 ft^2
Tinggi jaket	:	2,3930 m
Tebal jaket	:	0,3125 in
Bahan	:	*Stainless steel* SA-167 grade 11 type 316
Harga	:	$340317,1472

6. *Screw conveyor* berjaket (SC-02)

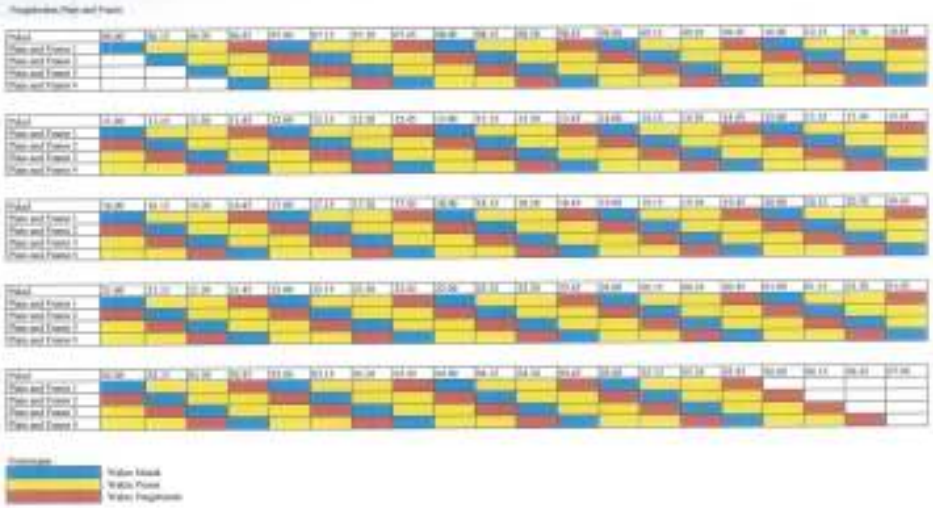
Tugas	:	Memindahkan dan mendinginkan komponen aluminium sulfat menuju filter press sebanyak 5995,3840 kg/jam
Ukuran	:	Diameter *flight* = 0,254 m Diameter pipa = 0,0635 m Panjang = 4,5 m
Kecepatan motor	:	55 putaran/menit
Daya	:	0,5 Hp
Jaket screw conveyor		
Tebal jaket	:	0,1875 in
Jarak pendingin dengan conveyor	:	0,159 m
Tekanan	:	1,22 atm
Diameter pengaduk	:	0,152 m

Daya pengaduk	:	1 Hp
Bahan	:	*Stainless steel*
Harga	:	$2880,8348

7. Filter press

Tugas	:	Memisahkan aluminium sulfat dengan Fe,Ti, dan SiO_2 sebanyak 361,9423 kg/jam menjadi 5633,4417 kg/jam
Kondisi operasi	:	Tekanan = 1 atm Suhu = 65 °C
Ukuran	:	Ukuran filter = 94 in x 94 in Jumlah *plate and frame* = 11 buah Luas filter = 0,185 m^2 Waktu operasi = 3600detik Fitering = 0,016 menit Waktu pencucian = $3x10^{-3}$ detik Jumlah waktu siklus = 59,99 menit
Bahan	:	*Stainless steel* 316 A
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	$2347,6052

Penjadwalan *Filter Press*



enjadwalan *Filter Press*

Penjadwalan *Filter Press*

8. Kristalizer

Tugas	:	Mengkristalkan slurry aluminium sulfat yang keluar dari plate and frame sebanyak 5633,4417 kg/jam	
Jenis	:	Continious stirred tank crystaliser	
Kondisi operasi	:	Tekanan	= 3 atm
		Suhu	= 65 ºC
Ukuran	:	Diameter	= 1,635 m
		Tinggi	= 2,452 m
		Tebal shell	= 0,1875 in
		Tebal head	= 0,1875 in
Volume cairan	:	3,850 m^3	
Tinggi cairan dalam tank	:	1,100 m	
Jenis pengaduk	:	- Pengadukan *type impeller turbin* dengan 6 *flat blades*	
		- Jumlah *buffle* 4 buah	
Diameter pengaduk	:	1,52 m	
Tinggi pengaduk	:	1,82 m	
Lebar buffle	:	0,775 m	
Daya	:	162 Hp	
Luas perpindahan panas	:	4423,170 ft^2	

Koil

Diameter koil	:	0,003 m
Luas perpindahan panas per coil	:	175,862 ft^2
Jumlah lilitan coil	:	19 lilitan
Tinggi coil	:	155,753 m
Bahan	:	Stainless steel
Harga	:	$32725,0521

9. *Rotary drum vacum filter*

Tugas	:	Memisahkan antara kristal aluminium sulfat dengan cairannya sebanyak 6231,6269 kg/jam	
Kondisi operasi	:	Tekanan	= 1 atm
		Suhu	= 65 °C
Ukuran	:	Diameter drum	= 0,406 m
		Panjang drum	= 0,508 m
Pembagian area operasi	:	Sudut pembentukan *cake*	= 61°
		Sudut *first dewatering*	= 117°
		Sudut *washing*	= 60°
		Sudut *second dewatering*	= 115°
		Sudut *dead zone*	= 20°
Bahan	:	*Stainless steel*	

Jumlah	:	1 buah
Harga	:	$411587,7539

10. Evaporator

Tugas	:	Menguapkan air yang berlebihan pada asam sulfat untuk di *recycle* ke mixer-01 sebanyak 3156,3523 kg/jam
Jenis	:	*Long tube vertikal evaporator*
Kondisi operasi	:	Tekanan = 1 atm
		Suhu = 50 °C
Ukuran	:	OD tube = 1 in
		ID tube = 0,782 in
		BWG = 12
		Panjang = 2 ft
		Jumlah tube = 32 buah
		P_T = 1,25 in, tringularpitch
		Diameter = 1,018 m
		Tebal shell = 0,25 in
		Tinggi head = 2,27 m
		Tinggi total =]2,037 m
Bahan	:	*Stainless steel*
Harga	:	$1727,5715

11. *Screw conveyor* (SC-05)

Tugas	:	Mengangkut produk aluminium sulfat menuju silo-02 sebanyak 2651,9813
Ukuran	:	Diamter *flight* = 10 in
		Diameter pipa = 2,5 in
		Panjang = 15 ft
		Kecepatan putar = 55 rpm
Bahan	:	*Stainless steel*
Daya	:	1,69 hp
Harga	:	$647,9146

12. Blower

Tugas	:	Memberikan udara panas untuk *conveyor*
Kondisi operasi	:	Tekanan = 1 atm
		Suhu = 150 ^{o}C
Laju alir volumetrik (Q)	:	0,376 m^3 / jam
Daya	:	0,5 hp
Harga	:	$8,2797

13. *Cooler* (CL-01)

Tugas	:	Mendinginkan hasil asam sulfat dari evaporator menuju mixer
Type alat	:	*Double pipe heat exchanger*
Beban panas cooler	:	140680,7309Btu/jam
Luas transfer panas	:	7,827 Ft^2
Umpan dan pendingin		
Kecepatan umpan masuk	:	2357,3226Kg/jam
Jumlah hairpin	:	2 hairpin
Inner pipe	:	OD pipa, BWG = 2,38 in
		ID pipa = 2,067 in
		Flow area = 3,35 in^2
		Surface area = 0,622 ft^2/ft
		Pressure drop = 7,95 psi
		Panjang = 16 ft
		Jumlah = 1buah
		Bahan = *stainless steel*
Annulus	:	OD pipa, BWG = 3,5 in
		ID pipa = 3,068 in
		Pressure drop = 4,404 psi
		Panjang = 16 ft
Harga	:	$2618,5760

14. Pompa (P-01)

Tugas	:	Mengalirkan asam sulfat 98% menuju *mixer*
Jenis	:	*Centrifugal Pump*
Tipe	:	*Radial vane field*
Spesifikasi	:	Putaran spesifikasi : 292,356 rpm
Ukuran pipa	:	NPS = 3/4 in
		Sch No. = 40
		OD = 1,32 in
		ID = 1,049 in
		Head pompa = 17,5 m
		Power pompa = 0,90 Hp
		Power motor = 1 Hp
Jumlah	:	1 buah
Bahan	:	*Stainless steel*
Harga	:	$212,8100

15. Pompa (P-02)

Tugas	:	Mengalirkan air menuju *mixer*
Jenis	:	*Centrifugal Pump*
Tipe	:	*Radial vane field*

Spesifikasi	:	Putaran spesifikasi : 253,198 rpm
Ukuran pipa	:	NPS = 1 in
		Sch No. = 40
		OD = 1,05in
		ID = 0,824in
		Head pompa = 6,15 m
		Power pompa = 0,92 Hp
		Power motor = 1 Hp
Jumlah	:	1 buah
Bahan	:	*Stainless steel*
Harga	:	$212,8100

16. Pompa (P-03)

Tugas	:	Mengalirkan asam sulfat dari mixer menuju *heat exchanger-01* untuk memanaskan asam sulfat 60%
Jenis	:	*Centrifugal Pump*
Tipe	:	*Radial vane field*
Spesifikasi	:	Putaran spesifikasi : 442,27 rpm
Ukuran pipa	:	NPS = 1,5 in
		Sch No. = 40
		OD = 1,90 in

		ID = 1,61 in
		Head pompa = 1,5 m
		Power pompa = 0,0003 Hp
		Power motor = 1/2 Hp
Jumlah	:	1 buah
Bahan	:	*Stainless steel*
Harga	:	$1032,9577

17. Pompa (P-04)

Tugas	:	Mengalirkan air pencuci ke RDVF
Jenis	:	*Centrifugal Pump*
Tipe	:	*Radial vane field*
Spesifikasi	:	Putaran spesifikasi : 303,26 rpm
Ukuran pipa	:	NPS = 1 in
		Sch No. = 40
		OD = 0,5 in
		ID = 1,049 in
		Head pompa = 1,5 m
		Power pompa = 1,26 Hp
		Power motor = 1 1/2 Hp
Jumlah	:	1 buah
Bahan	:	*Stainless steel*

Harga	:	$1032,9577

18. Pompa (P-05)

Tugas	:	Mengalirkan asam sulfat dari RDVF menuju evaporator sebanyak 3579,6457 kg/jam
Jenis	:	*Centrifugal Pump*
Tipe	:	*Radial vane field*
Spesifikasi	:	Putaran spesifikasi : 805,3 rpm
Ukuran pipa	:	NPS = 0,75 in Sch No. = 40 OD = 1,05 in ID = 0,824 in *Head* pompa = 1,2 m Power pompa = 0,022 Hp Power motor = 1 Hp
Jumlah	:	1 buah
Bahan	:	*Stainless steel*
Harga	:	$704,7661

19. Pompa (P-06)

Tugas	:	Mengalirkan asam sulfat dari evaporator menuju mixer

Jenis	:	*Centrifugal Pump*
Tipe	:	*Radial vane field*
Spesifikasi	:	Putaran spesifikasi : 805,3 rpm
Ukuran pipa	:	NPS = 0,75 in
		Sch No. = 40
		OD = 1,05 in
		ID = 0,824 in
		Head pompa = 11,80 m
		Power pompa = 0,022 Hp
		Power motor = 1 Hp
Jumlah	:	1 buah
Bahan	:	*Stainless steel*
Harga	:	$704,7661

20. *Screw conveyor* (SC-01)

Tugas	:	Mengangkut bauksit dari silo menuju reaktor
Ukuran	:	Diamter *flight* = 10 in
		Diameter pipa = 2,5 in
		Panjang = 15 ft
		Kecepatan putar = 55 rpm
Bahan	:	*Stainless steel*
Daya	:	1,69 hp

Harga	:	$2880,8348

21. *Screw conveyor* (SC-03)

Tugas	:	Mengangkut komponen dari *filter press* menuju kristalizer
Ukuran	:	Diamter *flight* = 10 in
		Diameter pipa = 2,5 in
		Panjang = 15 ft
		Kecepatan putar = 55 rpm
Bahan	:	*Stainless steel*
Daya	:	1,69 hp
Harga	:	$1032,9577

22. *Screw conveyor* (SC-04)

Tugas	:	Mengangkut komponen dari Kristaliser menuju RDVF sebanyak 5633,4417 kg/jam
Ukuran	:	Diamter *flight* = 10 in
		Diameter pipa = 2,5 in
		Panjang = 15 ft
		Kecepatan putar = 55 rpm
Bahan	:	*Stainless steel*
Daya	:	1,69 hp

Harga : $608,2236

23.(*Heat Exchanger*-01)

Tugas	: Memanaskan asam sulfat dari mixer menuju reaktor sebanyak 1054,5638 kg/jam
Jenis	: Shell and tube
Beban Panas, Btu/jam	: 29304700,77
Luas transfer Panas,ft3	: 593,65
Panjang, ft	: 20
Shell side :	
Fluida dingin	: Steam
ID, in	: 12
Baffle space, in	: 6
Pass	: 1
Tube side :	
Fluida panas	: Asam sulfat
Jumlah tube	: 113
OD, in ;BWG	: 1 ; 16
ID, in	: 0,87
Pass	: 1

Dirt factor min, $hr.ft^2.F/Btu$	: 0,001
Dirt factor available, $hr.ft^2.F/Btu$	: 0,00297
Bahan	: *Stainlees Steel*
Harga ($)	: 32.275,35

3.3. Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

a. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

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

b. Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Material (bahan baku)

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

- Manusia (tenaga kerja)

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

- Mesin (peralatan)

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

3.3.1. Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku bauksit diperoleh dari pabrik bauksit milik PT. Antam (Persero) Tbk Indonesia yang berlokasi di Pulau Bintan, sedangkan bahan baku H_2SO_4 diperoleh dari PT. Pupuk Sriwidjaya Palembang, yang berlokasi di Palembang.

Tabel 3.4. Kebutuhan bahan baku

Komponen	Kebutuhan Bahan Baku (ton/tahun)	Rerata Ketersediaan Bahan Baku (ton/tahun)
Bauksit = 1101,1183 kg/jam	9513,667	34.088.000
Asam Sulfat (H_2SO_4) = 899,8360 kg/jam	7774,583	44.600

Dari tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bahan baku bauksit dan asam sulfat dapat memenuhi kebutuhan pabrik, atau dengan kata lain ketersediaan bahan baku aman untuk proses produksi.

3.3.2. Analisis Kebutuhan Peralatan Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses, makan akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.

BAB IV
PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Ketepatan pemilihan lokasi sangat menentukan kelangsungan dan perkembangan pabrik di masa yang akan datang. Ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan lokasi pabrik agar pabrik yang dirancang bisa mendatangkan keuntungan yang besar.

Lokasi pabrik aluminium sulfat direncanakan didirikan di daerah Tembilahan, Riau dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Penyediaan Bahan Baku

   Bahan baku untuk pembuatan aluminium sulfat adalah bauksit dan asam sulfat. Bauksit sendiri tidak perlu diimpor karena di Indonesia memiliki pabrik bauksit, yaitu PT. Antam (Persero) Tbk Indonesia yang berlokasi di Pulau Bintan . Sedangkan untuk bahan baku asam sulfat, diperoleh dari produkPT. Pupuk Sriwidjaya, Palembang. Dari pertimbangan ini, Lokasi Tembilahan sesuai untuk pembangunan pabrik Aluminium Sulfat.

2. Pemasaran

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

3. Transportasi

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

4. Ketersediaan Tenaga Kerja

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

5. Utilitas

   Kebutuhan utilitas di pabrik berupa air, bahan bakar dan listrik. Di lokasi Tembilahan, kebutuhan untuk utilitas dapat terpenuhi, karena dekat dengan sumber air dan listrik daperoleh dari PLN.

6. Perizinan

   Karena Provinsi Riau merupakan kawasan industri, sehingga memudahkan dalam melakukan perizinan dengan pemerintah dan masyarakat setempat.

7. Perluasan

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

pertimbangan-pertimbangan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa kawasan Tembilahan layak dijadikan pabrik aluminium sulfat di Indonesia.

4.2. Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempatbekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, dan saran lain seperti utilitas, taman, dan tempat parkir. Secara garis besar, *layout* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, antara lain:

1. Daerah Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium

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

2. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

   Merupakan daerah tempat alat-alat proses berlangsung. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses.

3. Daerah Pergudangan, Umum, Bengkel, dan Garasi

4. Daerah Utilitas dan *Power Station*

   Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan.

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.1. Perincian luas tanah dan bangunan pabrik

Lokasi	**Luas, m^2**
Kantor utama	1.000
Pos Keamanan/satpam	20
Parkir Tamu	250
Parkir Truk	500
Kantor teknik dan produksi	500
Klinik	250
Masjid	400
Kantin	250
Bengkel	300
Unit pemadam kebakaran	300
Gudang alat	500
Laboratorium	300
Area proses	25.000
Control Room	300
Control Utilitas	300
Jalan dan taman	1000
Perluasan pabrik	18.810
Luas Bangunan	**6.190**
Total	**50.000**

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

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

1. Aliran bahan baku dan produk

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

2. Aliran udara

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

3. Pencahayaan

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

4. Lalu lintas manusia dan kendaraan

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

5. Pertimbangan ekonomi

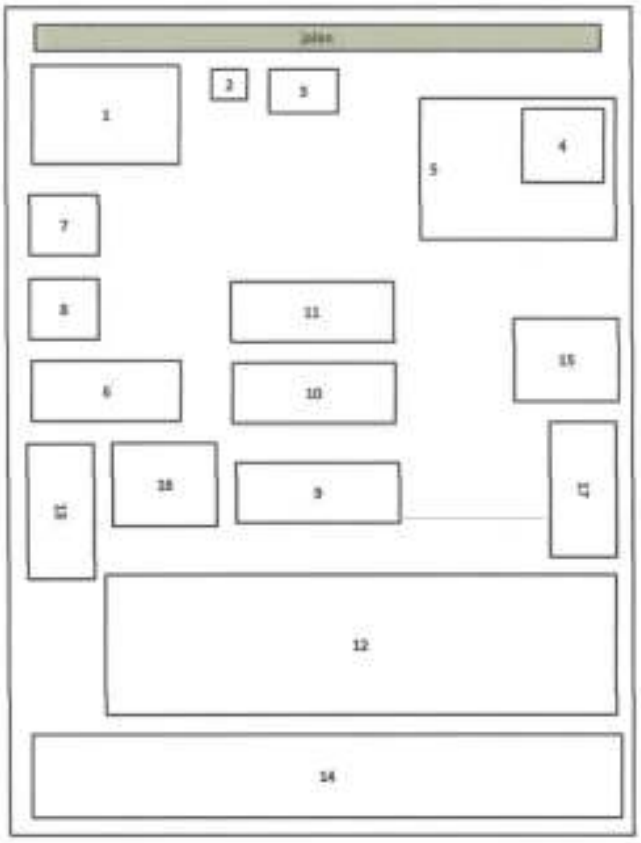
   Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik, diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak antar alat proses

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

49

Plant layout

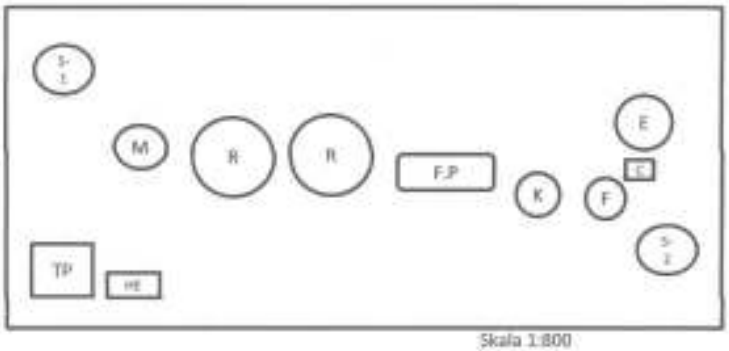


Gambar 4.1 Plant layout Skala 1 : 1000

Keterangan gambar :

1. Kantor Utama
2. Pos satpam
3. Parkir tamu
4. Masjid
5. Taman
6. Kantor teknik produk
7. Kantin
8. Klinik
9. Control room
10. Control utilitas
11. Laboratorium
12. Area Proses
13. Gudang alat
14. Perbatasan lahan

50



Skala 1:800

Gambar 4.2. Machines layout

Keterangan gambar :
S :Silo
TP : Tangki penyimpanan
HE : Heat exchanger
M : Mixer
R : Reaktor
F.P : Filter press
K : Kristaliser
F : Rotary drum vacum filter
C : Cooler
E : Evaporator

4.4. Alir Proses dan Material

4.4.1. Neraca Massa

A. *Mixer* (M-01)

Komponen	Input (kg/jam)			Output (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 13	Arus 3
H_2SO_4	2226,9160		396,8682	2623,7842
H_2O	45,4473	1563,4873	631,2705	2240,2050
$Al_2(SO_4)_3$			26,4252	26,4252
Subtotal	2272,3633	1563,4873	1054,5638	**4890,4144**
TOTAL	**4890,4144**			

B. Reaktor (R-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 4	Arus 3	Arus 5
H_2O		2240,2050	2616,2115
H_2SO_4		2623,7842	404,9262
Al_2O_3	936,5640		140,4846
SiO_2	45,1424		45,1424
Fe_2O_3	110,4209		110,4209
TiO_2	8,9910		8,9910
$Al_2(SO_4)_3$			2669,2074
Subtotal	1101,1183	4890,4144	**5995,3840**
Total	**5991,5326**		

C. *Filter press* (FP-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 5	Arus 7	Arus 6
H_2O	2616,2115	26,1621	2590,0494
H_2SO_4	404,9262	4,0526	400,8773
Al_2O_3	140,4846	140,4846	
SiO_2	45,1424	45,1424	
Fe_2O_3	110,4209	110,4209	
TiO_2	8,9910	8,9910	
$Al_2(SO_4)_3$	2669,2074	26,6921	
Subtotal	**5995,3840**	361,9423	5633,4417
Total		**5995,3840**	

D. Kristalizer(CR-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	Arus 6	Arus 8
H_2O	2590,0494	2590,0494
H_2SO_4	400,8769	400,8769
$Al_2(SO_4)_3$	2642,5153	2642,5153
Total	**5633,4416**	**5633,4416**

E. *Rotary drum vacum filter (F-01)*

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10 (produk)	Arus 11
H2O	2590,0494	598,1852	31,8823	3156,3523
H2SO4	400,8770		4,0088	396,8682
Al2(SO4)3	2642,5153		2616,0902	26,4252
Subtotal	5633,4417	598,1852	2631,6269	3579,6457
Total	**6231,6269**		**6231,6269**	

F. Evaporator (EV-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 11	Arus 12	Arus 13
H2O	3156,3523	2525,0819	631,2705
H2SO4	396,8682		396,8682
Al2(SO4)3	26,4252		26,4252
Subtotal		2525,0819	1054,5638
Total	**3579,6457**	**3579,6457**	

4.1.2. Neraca Panas

A. *Mixer* (m-01)

Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)	
Panas masuk	18750,2197	Panas keluar	487483,5832
Panas pencampuran	468733,3635		
Total	487483,5832	Total	487483,5832

B. Reaktor (R-01)

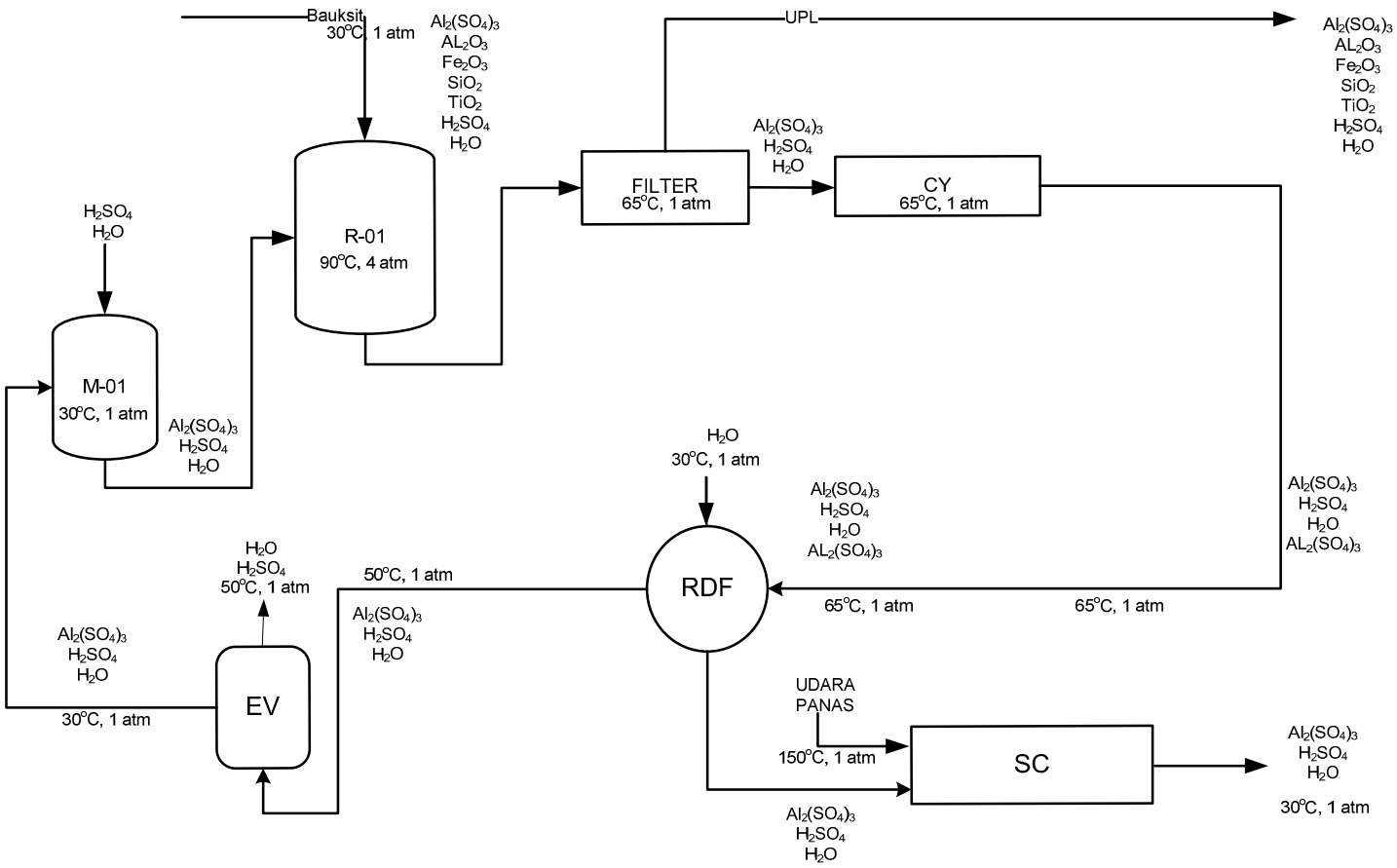
Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)	
Panas masuk	420750,0700	Panas keluar	420750,0700
Total	420750,0700	Total	420750,0700

C. Kristalizer (CY-01)

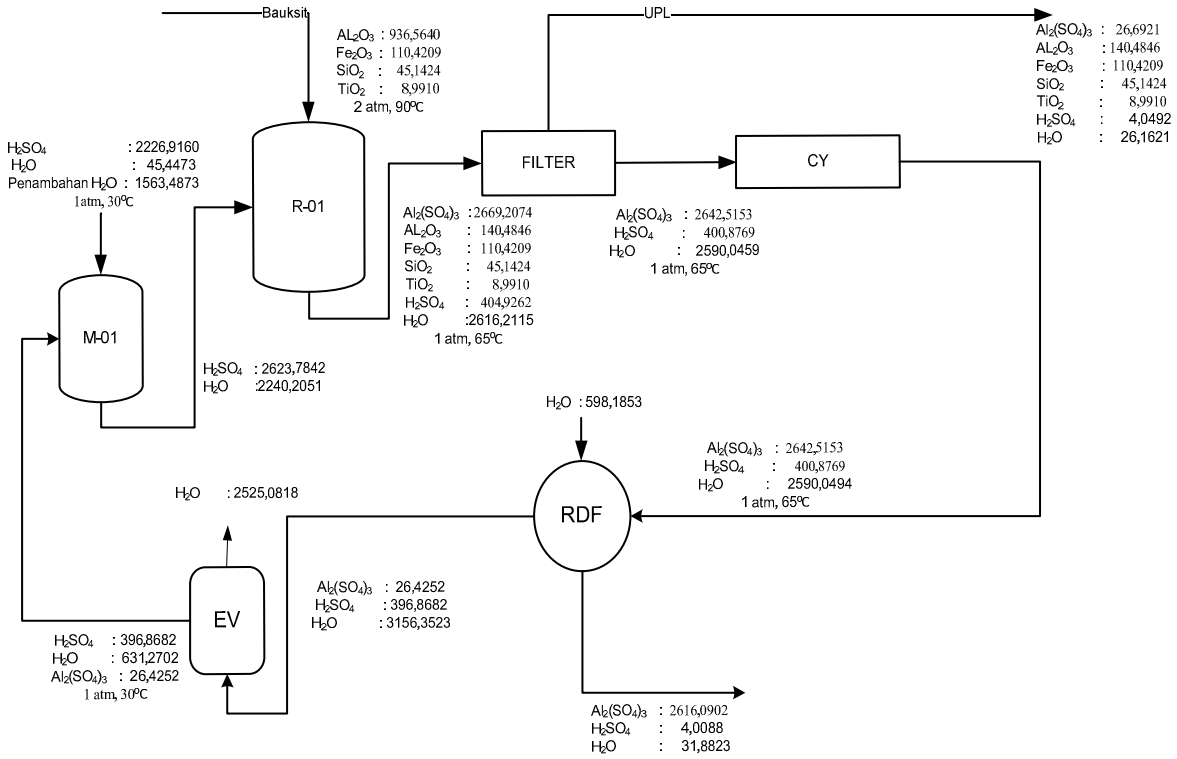
Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)	
Umpan	97370,1821	Umpan	99618,6182
Beban panas	2306405,7327	Beban panas	2304157,2967
Total	2403775,9148	Total	2403775,9148

D. Evaporator (EV-01)

Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)	
Umpan	415564,1951	Umpan	116809,3610
		Beban panas	55237,2960
		Panas penyerapan	243517,5380
Total	415564,1951	Total	415564,1951



Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.4 DIAGRAM ALIR KUANTITATIF

gambar 4.4 diagram alir kuantitatif

4.5. Pelayanan Teknik Utilitas

Utilitas adalah sekumpulan unit-unit atau bagian dari sebuah pabrik kimia yang berfungsi untuk menyediakan kebutuhan penunjang proses produksi. Unit utilitas keberadaannya sangatpenting dan harus ada dalam perancangan suatu pabrik.

Unit pendukung proses (unit utilitas) yang tersedia dalam perancangan pabrik metil klorida, terdiri dari:

1. Unit pengolahan air
2. Unit penyediaan *steam*
3. Unit penyediaan listrik
4. Unit penyediaan bahan bakar
5. Unit penyediaan udara

4.5.1. Unit Pengolahan Air

Kebutuhan ait meliputi air pendingin, air umpan *boiler* dan air untuk keperluan kantor dan rumah tangga, air untuk pemadam kebakaran dan air cadangan. Air diperoleh dari sungai terdekat yaitu sungai guntung dengan lokasi pabrik yang kemudian diolah terlebih dahulu sehingga memenuhi persyaratan. Secara sederhana, pengolahan ini meliputi pengendapan, penggumpalan, penyaringan, demineralisasi, dan deaerasi. Air yang telah digunakan sebagai air

pendingin proses dan kondensat, dapat di-*recycle* guna menghemat air, sehingga jumlah *make up* air yang diperlukan sebagai berikut :

a. Air untuk pendingin = 9969.4415 kg/jam
b. Air umpan *boiler* = 60.8337 kg/jam
c. Air untuk keperluan rumah tangga = 1.767 kg/jam

Total kebutuhan air secara kontinyu sebesar 117.969.419 kg/jam

4.5.2. Unit Penyediaan *Steam*

Kebutuhan *steam* untuk penguapan di *evaporator* dan *reboiler* sebanyak 60.833,7 kg/jam. Kebutuhan *steam* ini dipenuhi oleh *water tube boiler* utilitas. Sebelum masuk *boiler*, air harus dihilangkan kesadahannya, karena air yang sadah akan menimbulkan kerak di dalam *boiler*. Oleh karea itu, sebelum masuk *boiler*, air dilewatkan dalam *ion exchanger* dan deaerasi terlebih dahulu.

4.5.3. Unit Penyediaan Listrik

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan listrik yang meliputi :

a. Listrik untuk keperluan alat proses = 200.011,2 kWatt
b. Listrik untuk keperluan alat utilitas =29.717,6 kWatt
c. Listrik untuk instrumentasi dan kontrol = 11.486,4 kWatt
d. Listrik untuk keperluan kantor dan rumah tangga = 57.4322 kWatt

Total kebutuhan listrik adalah 298.647,4 kW. Dengan faktor daya 80% maka kebutuhan listrik total sebesar 373.309,3 kW. Kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN dan generator sebagai cadangannya.

4.5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada *boiler* dan *diesel*untuk generator pembangkit listrik. Bahan baku *boiler* menggunakan *fuel oil* sebanyak 34.416 kg/jam. Bahan bakar *diesel* menggunakan minyak solar sebanyak 75,3190 kg/jam. Total kebutuhan bahan bakar sebesar 76.289 kg/jam.

4.5.5. Unit Penyediaan Udara

Udara tekan digunakan sebagai penggerak alat-alat kontrol dan bekerja secara *pneumatic*. Jumlah udara tekan yang dibutuhkan diperkirakan 500 kg/jam pada tekanan 4 atm. Alat pengadaan udara tekan menggunakan *compressor*.

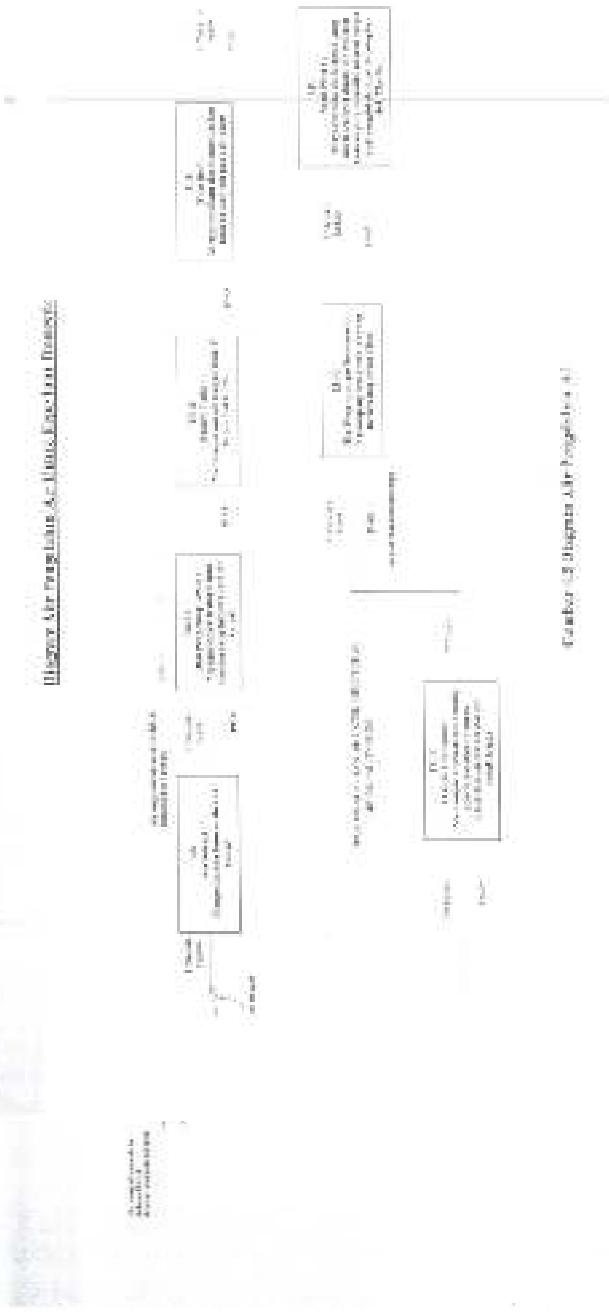
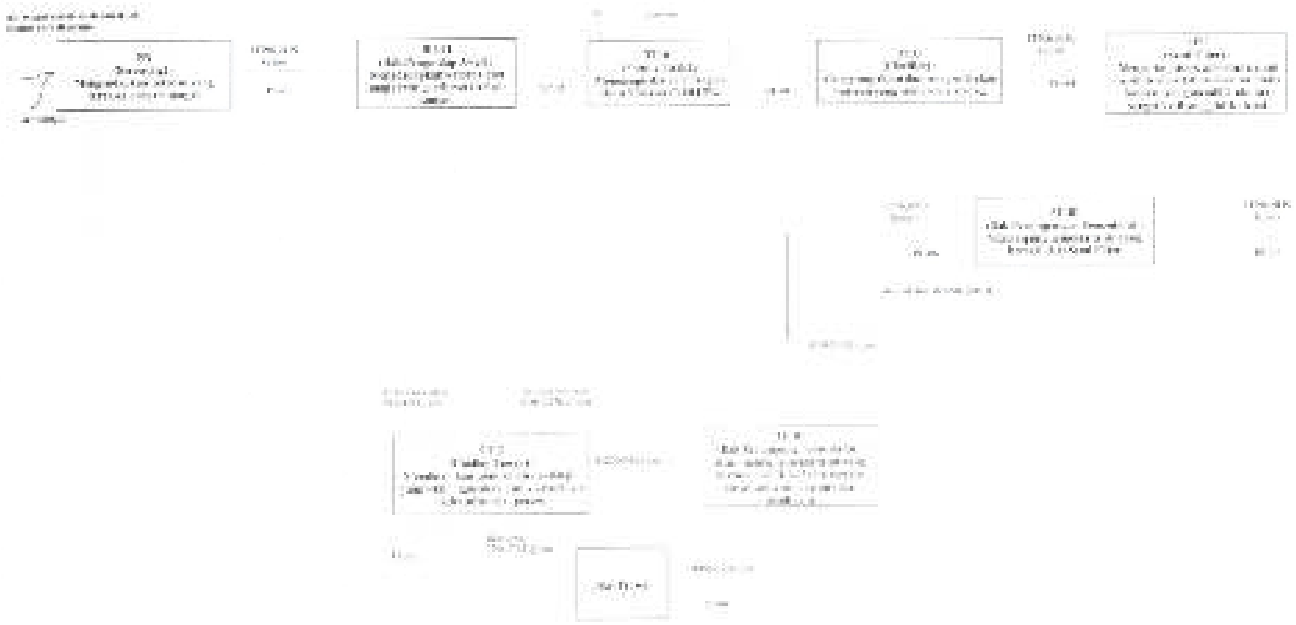
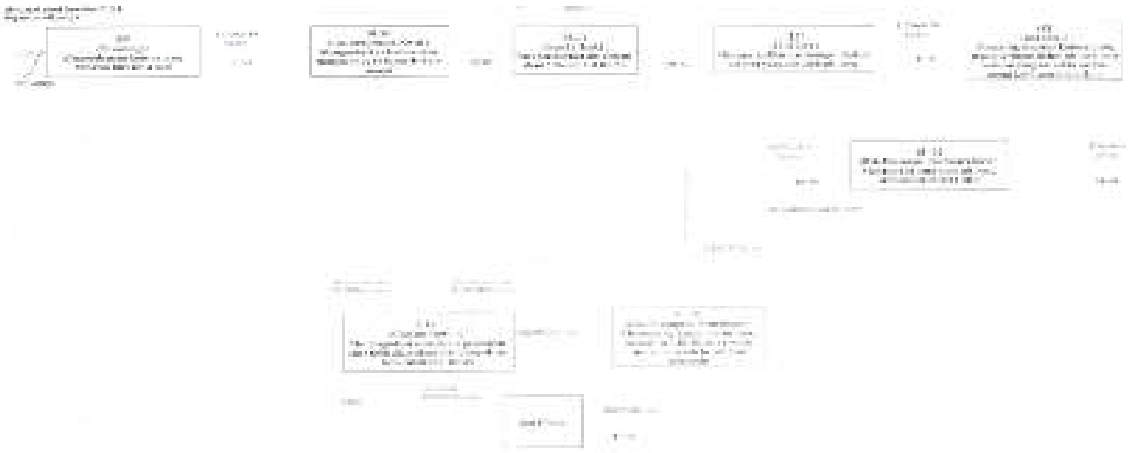


Diagram Alir Penelitian Air Untuk Kelurahan Pandugan



Gambar 4.1 Diagram alir pengelolaan air pandugan



4.7.1. Bentuk Perusahaan

Bentuk Perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik Aluminium Sulfat ini adalah Perseroan Terbatas (PT).Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal keperusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

4.7.2. Struktur Organisasi

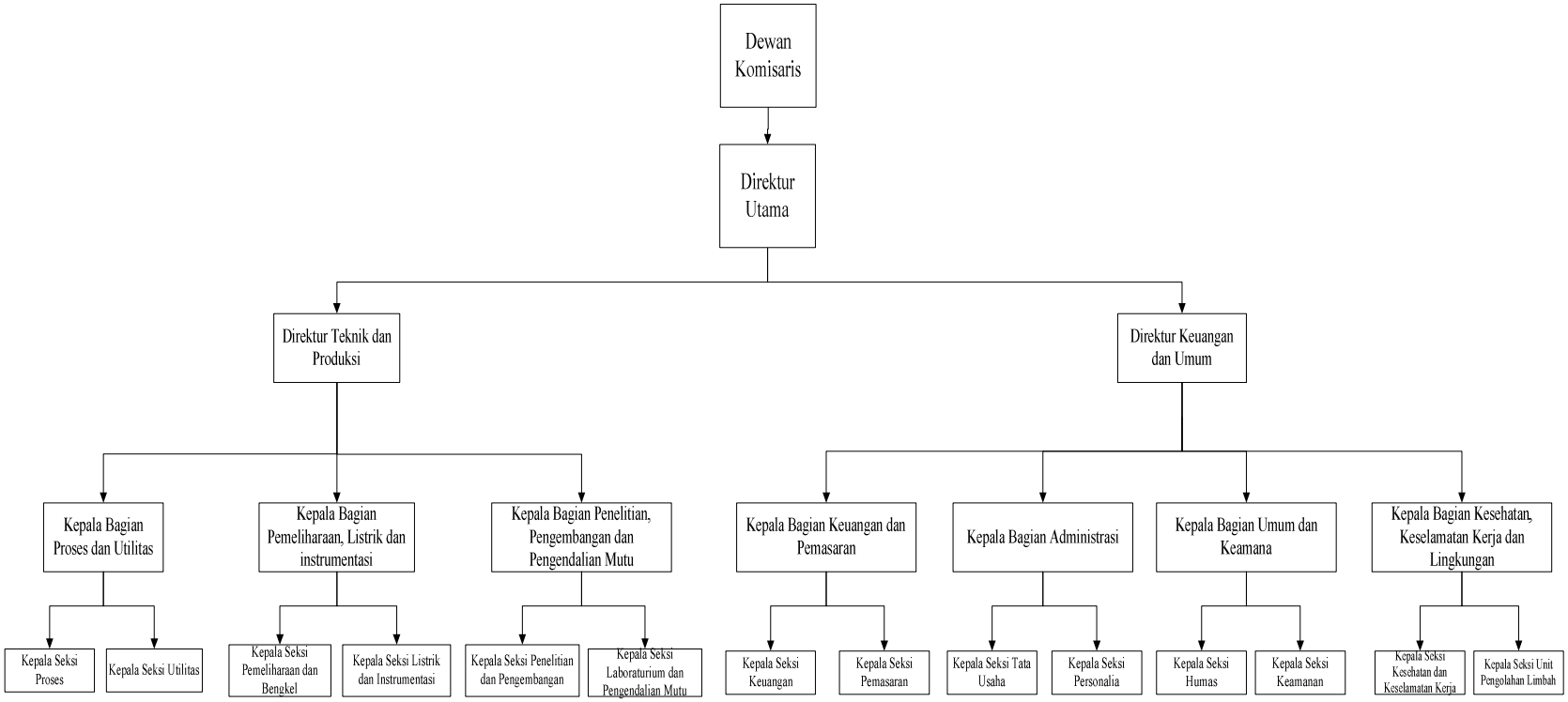
Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

a. Pemegang saham
b. Dewan komisaris
c. Direktur Utama
d. Direktur
e. Kepala Bagian

f. Kepala Seksi

g. Karyawan dan Operator

Tanggung jawab, tugas dan wewenang dari masing-masing jenjang kepemimpinan tentu saja berbeda-beda.Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu dewan komisaris.Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada rapat umum pemegang saham.



Gambar 4.8 Struktur Organisasi

Gambar 4.8 strukrur organisasi

4.6.3. Tugas dan Wewenang

4.6.3.1. Pemegang saham

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

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

4.6.3.2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertaggung jawab terhadap pemilik saham.Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

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

4.6.3.3. Direktur Utama

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

a. Direktur Teknik dan Produksi

   Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

b. Direktur Keuangan dan Umum

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

4.6.3.4. Kepala Bagian

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

4.6.3.4.1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan utilitas

4.6.3.4.2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi

4.6.3.4.3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

4.6.3.4.4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

4.6.3.4.5. Kepala Bagian Administrasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

4.6.3.4.6 Kepala Bagian Humas dan Keamanan

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

4.6.3.4.7 Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

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

4.6.3.5. Kepala Seksi

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

4.6.3.5.1. Kepala Seksi Proses

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

4.6.3.5.2. Kepala Seksi Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, *steam*, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

4.6.3.5.3. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Tugas : Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

4.6.3.5.4. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

4.6.3.5.5. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas : Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

4.6.3.5.6. Kepala Seksi Laboratorium dan pengendalian mutu

Tugas : Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembuatan, produk, dan limbah.

4.6.3.5.7. Kepala Seksi Keuangan

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

4.6.3.5.8. Kepala Seksi Pemasaran

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

4.6.3.5.9. Kepala Seksi Tata Usaha

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

4.6.3.5.10. Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

4.6.3.5.11. Kepala Seksi Humas

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

4.6.3.5.12. Kepala Seksi Keamanan

Tugas : Meyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi lagsung masalah keamanan perusahaan.

4.6.3.5.13. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

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

4.6.3.5.14. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

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

4.6.4. Catatan

a. Cuti Tahunan

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

b. Hari libur nasional

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

c. Kerja Lembur (*Overtime*)

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

d. Sistem Gaji Karyawan

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

Tabel 4.2. Gaji karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	30.000.000	30.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	1	20.000.000	20.000.000
Direktur Keuangan dan Umum	1	20.000.000	20.000.000
Kepala Bagian	7	15.000.000	15.000.000
Kepala Seksi Personalia	1	10.000.000	10.000.000
Karyawan Proses	20	3.500.000	3.500.000
Karyawan admin	2	3.500.000	3.500.000
Karyawan Keamanan	4	3.000.000	3.000.000
Sekretaris	1	7.000.000	7.000.000
Medis	2	3.500.000	3.500.000
Paramedis	2	3.500.000	3.500.000
Sopir	3	2.500.000	2.500.000
Cleaning Service	3	2.000.000	2.000.000
Total	145		

e. Jam Kerja Karyawan

Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan dapat digolongkan menjadi 2 golongan karyawan *non-shift* (harian) dan karyawan shift

1) Jam kerja karyawan *non-shift*

- Senin – Kamis

  Jam Kerja : 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

  Istirahat : 12.00 – 13.00

- Jumat

  Jam Kerja : 07.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00

  Istirahat : 11.30 – 13.30

- Hari Sabtu dan Minggu libur

2) Jam kerja karyawan *shift*

Jadwal kerja karyawan *shift* dibagi menjadi :

- *Shift* Pagi : 07.00 – 15.00
- *Shift* Sore : 15.00 – 23.00
- *Shift* Malam : 23.00 – 07.00

Karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat yang dilakukan secara bergantian. Setiap regu mendapatkan giliran 6 hari kerja dan satu hari libur untuk setiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu disajikan dalam tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3. Jadwal kerja masing-masing regu

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

Keterangan :

P = Shift Pagi M = Shift Malam S = Shift Siang L = Libur

4.7. Evaluasi Ekonomi

Analisa ekonomi berfungsi untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak jika didirikan.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

a. Modal (*Capital Investment*)

1) Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)

2) Modal kerja (*Working Capital Investment*)

b. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

1) Biaya Produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)

2) Biaya Produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)

3) Biaya tetap *(Fixed Manufacturing Cost*)

c. Pengeluaran Umum (*General Expense*)

d. Analisis Keuntungan

1)Keuntungan sebelum pajak (*Profit Before Taxes*)

2)Keuntungan setelah pajak (*Profit After Taxes*)

e. Analisis kelayakan

1) Percent Return On Investment (ROI)

2) Pay Out Time (POT)

3) Break Even Point (BEP)

4) Shut Down Point (SDP)

5) Discounted Cash Flow (DCF)

f. Kesimpulan Evaluasi Ekonomi

4.7.1. Harga Index

Dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga- harga lain diperhitungkan pada tahun pabrik didirikan. Untuk mencari harga pada tahun pabrik didirikan, maka dicari index pada tahun pabrik didirikan.

Tabel 4.4.Harga index *Chemical EngineeringProgress* (CEP) pada berbagaitahun

Tahun (X)	indeks (Y)
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356
1991	361.3
1992	358.2
1993	359.2
1994	368.1
1995	381.1
1996	381.7
1997	386.5
1998	389.5
1999	390.6
2000	394.1
2001	394.3
2002	395.6

2003	402
2004	444.2
2005	468.2
2006	499.6
2007	525.4

Pabrik direncanakan berdiri pada tahun 2023. Nilai index *Chemical Engineering Progress* (CEP) pada tahun pendirian pabrik diperoleh dengan cara regresi linier. Dari regresi linier diperoleh persamaan: y=7,302 x - 14188

Tabel 4.5.Harga index hasil regresi linear pada berbagai tahun

Tahun	Index
2017	539.13
2018	546.44
2019	553.74
2020	561.04
2021	568.34
2022	575.644
2023	583.9460

4.7.2.Harga Alat

Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio index harga.

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$

Dimana : Ex : Harga alat pada tahun x

Ey : Harga alat pada tahun y

Nx : Index harga pada tahun x

Ny : Index harga pada tahun y

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak ada spesifikasi di referensi maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan:

$$Eb = Ea\left[\frac{Cb}{Ca}\right]^{0,6}$$

Dimana: Ea : Harga alat a

Eb : Harga alat b

Ca : Kapasitas alat a

Cb : Kapasitas alat b

Dasar Perhitungan :

a. Kapasitas produksi : 21.000 ton/tahun

b. Pabrik beroperasi : 360 hari kerja

c. Umur alat : 10 tahun

d. Nilai kurs : 1 US $ = Rp 13.270

e. Tahun evaluasi : 2023

f. Untuk buruh asing : $ 20/*manhour*

g. Gaji karyawan Indonesia : Rp 10.000/*manhour*

h. 1 *manhour* asing : 2 *manhour* Indonesia

i. 5% tenaga asing : 95% tenaga Indonesia

4.7.3. Capital Investment

Capital investment adalah biaya untuk pengadaan fasilitas-fasilitas pabrik beserta kelengkepannya dan biaya untuk mengoperasikan pabrik.

Capital investment terdiri dari :

a. *Fixed Capital Invesment*

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

b. *Working Capital Invesment*

Working Capital investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan/mengoperasikan suatu pabrik selama waktu tertentu.

A. *FIXED CAPITAL INVESTMENT*

Phisical Plant Cost (PPC)

1. Puchased Equipment Cost (PEC)

a. Harga alat proses = Rp. 20.543.168.658,98

b. Harga alat Utilitas = Rp. 1.993.059.220,05

Total PEC = Rp. 22.536.227.879,03

2. *Delivered Equipment Cost (DEC)*

Biaya pengangkutan (15% PEC) = 0,15 x Rp. 22.536.290.049,30

= Rp. 3.380.443.507,39

Biaya administrasi dan pajak (10% PEC) = 0,1 x Rp. 22.536.290.049,30

= Rp. 2.253.629.004,93

Total DEC = Rp. 3.380.443.507,39 + Rp. 2.253.629.004,93

= Rp. 5.634.072.512,32

3. Instalasi

Material (11%. PEC) = 0,11 x Rp. 22.536.290.049,30

= Rp. 2.478.991.905

Buruh (32% PEC) = 0,32 x Rp. 22.536.290.049,30

= Rp. 7.211.612.815,78

- Buruh Asing = 0,05 x Rp. 7.211.612.815,78

= Rp. 360.580.640,79

- Buruh Lokal = 0,95 x Rp. 7.211.612.815,78x2 man hour indonesia x Rp. 10.000

$ 20 1 man hour asing

= Rp. 515.115.201

4. Pemipaan

Material (49%. PEC) = 0,49 x Rp. 22.536.290.049,30

= Rp. 11.042.782.124,16

Buruh (37% PEC) = 0,37 x Rp. 22.536.290.049,30

= Rp. 8.338.427.318,24

Buruh Asing = 0,05 x Rp. 8.338.427.318,24

= Rp. 416.921.365,91

- Buruh Lokal = 0,95 x Rp. 8.338.427.318,24x2 man hour indonesia x Rp. 10.000

  $ 20 1 man hour asing

  = Rp. 595.601.951

5. Instrumentasi

   Material (24%. PEC) = 0,24 x Rp. 22.536.290.049,30

   = Rp. 5.408.709.611,83

   Buruh (6% PEC) = 0,06 x Rp. 22.536.290.049,30

   = Rp.1.352.177.402,15

   - Buruh Asing = 0,05 x Rp.1.352.177.402,15

     = Rp. 67.608.870,15

   - Buruh Lokal = 0,95 x Rp.1.352.177.402,15x2 man hour indonesia x Rp. 10.000

     $ 20 1 man hour asing

     = Rp. 80.486.750,18

6. Isolasi

   Material (3%. PEC) = 0,03 x Rp. 22.536.290.049,30

   = Rp. 676.088.701,48

   Buruh (5% PEC) = 0,05 xRp. 22.536.290.049,30

   = Rp. 1.126.814.504,46

- Buruh Asing = 0,05 x Rp. 1.126.814.504,46

  = Rp. 56.340.725,12

- Buruh Lokal = 0,95 x Rp. 1.126.814.504,46x2 man hour Indonesia x Rp. 10.000

  $ 20 1 man hour asing

  = Rp. 80.48.750,18

7. Listrik

   Biaya listrik (10%. PEC) = 0,1 x Rp. 22.536.290.049,30

   = Rp. 2.253.629.005

8. Bangunan

   Luas bangunan = 6190 m^2

   Harga bangunan = Rp. 1.500.000/ m^2

   Total biaya bangunan = Rp. 1.500.000 / m^2 x 6190 m^2

   = Rp. 9.285.000.000

9. Tanah

   Luas tanah = 18810 m^2

   Harga tanah = Rp. 500.000 / m^2

   Biaya tanah = Rp. 500.000 / m^2 x 23.810 m^2

   = Rp. 11.905.000.000

Tabel 4.6. Total Biaya *Physical Plant Cost*

Komponen	**Biaya (Rp)**
Purchased Equipment Cost (PEC)	22.536.290.049,30
Delivered Equipment Cost (DEC)	5.634.072.512,32
Instalasi	3.354.687.747,34
Pemipaan	12.055.305.441
Instrumentasi	5.572.902.582
Isolasi	812.916.176,78
Listrik	2.253.629.005
Bangunan	9.285.000.000
Tanah	11.905.000.000
Total PPC =	73.409.803.514,23

10. Engineering dan Construction

Untuk PPC antara US$ 1000,000 - US$ 5000,000, Engineering and Construction 25 % PPC

- Dollar = 0,25 x $ 5.519.534,10

= $ 1.379.883,52

- Rupiah = 0,25 x Rp.73.409.803.514,23

= Rp. 18.352.450.879

Direct Plant Cost (DPC)

Direct Plant Cost (DPC = PPC + Biaya *engineering dan construction*

- Dollar = $ 5.519.534,10+ $ 1.379.883,52

= $ 6.899.417,62

- Rupiah = Rp.73.409.803.514,23+ Rp. 18.352.450.879

= Rp 91.762.254.393

Indirect Plant Cost (IPC)

11. *Contractor Fee* (10 % DPC)

- Dollar = 0,1 x $ 6.899.417,62

= $ 689.941,76

- Rupiah = 0,1 x 91.762.254.393

= Rp. 9.176.225.439

12. *Contingency* (10 % DPC)

- Dollar = 0,1 x $ 6.899.417,62

= $ 689.941,76

- Rupiah = 0,1 x Rp, 91.762.254.393

= Rp. 9.176.225.439

Tabel.4.7.Fixed Capital Investment = Direct Plant Cost + Indirect Plant Cost

Komponen	Biaya ($)	Biaya (Rp)
Direct Plant Cost (DPC)	6.899.417,62	91.762.254.393
Indirect Plant Cost (IPC)		
- *Contractor Fee*	689.941,76	9.176.225.439
- *Contingency*	689.941,76	9.176.225.439
Total FCI =	**8.279.301,15**	**110.114.705.271,39**

Total FCI (dalam Rupiah) = Rp. 110.114.705.271,39

B. *WORKING CAPITAL INVESTMENT*

1. *Raw Material Inventory*(waktu penyimpanan bahan baku 14 hari)

= (14 hari/360 hari) x Total biaya bahan baku

=(14 hari/360 hari) x Rp. 34.939.005,50

= Rp. 1.358.739.102,90

2. *Inprocess Inventory* (Persediaan bahan baku dalam proses untuk 1 hari proses)

= (1 hari/360 hari) x (50% x Total manufacturing cost)

- Dollar = (1/360) x (0,5 x $6.076.828,51)

= $ 8.440,04

- Rupiah = (1/360) x (0,5 x Rp.80.821.819.218,07)

= Rp. 112.252.526,69

3. *Product Inventory* (waktu penyimpanan produk 14 hari)

   = (14 hari/360 hari) x Total manufacturing cost

   - Dollar = (14/360) x $ 6.076.828,51

   = $ 236.321,11

   - Rupiah = (14/360) x Rp. 80.821.819.218,07

   = Rp. 4.965.890.557,97

4. *Extended Credit* = (14 hari/360 hari) x Penjualan produk

   =(14 hari/360 hari) x Rp. 127.694.328.633

   = Rp. 4.965.890.557,97

5. *Available Cash*(untuk 1 bulan)

   = (30 hari/360 hari) x Total manufacturing cost

   - Rupiah = (30/330) x Rp. 80.821.819.218,07

   = Rp. 6.735.151.601,51

Tabel 4.8. Total Working Capital Investment

Komponen	Biaya (Rp)
Raw material inventory	1.358.739.102,90
Inprocess Inventory	112.252.526,69
Produk inventory	3.143.070,37
Extended credit	4.965.890.557,97
Available cash	6.735.151.601,51
Total WCI =	**16.315.104.536,43**

Total WCI (dalam Rupiah) = Rp. 16.315.104.536,43

4.7.4. Manufacturing Cost

Manufacturing Cost merupakan jumlah direct, indirect dan fixed manufacturing cost, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

a. *Direct Manufacturing Cost (DMC)* adalah pengeluaran langsung dalam pembuatan suatu produk
b. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)* adalah pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk
c. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)* adalah pengeluaran tetap yang tidak bergantung waktu dan tingkat produksi

A. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

1. Bahan Baku :

   a. Bauksit

      Harga = Rp 532/kg

      Kebutuhan = 19027324,13 $^{kg}/_{tahun}$

      Biaya = Rp 532/kg x 19027324,13 $^{kg}/_{tahun}$

      = Rp. 10.122.536.439

   b. Asam Sulfat

      Harga = Rp. 1.596/kg

      Kebutuhan = 15549166,08 $^{kg}/_{tahun}$

      Biaya = Rp. 1.596/kg x 15549166,08 $^{kg}/_{tahun}$

      = Rp. 24.816.469.064

2. Produk :

   a. Aluminium sulfat

      Harga = Rp. 2793/kg

      Produksi = 45.719.415,91 $^{kg}/_{tahun}$

      Annual Penjualan = Rp. 2793 /kg x 45.719.415,91 $^{kg}/_{tahun}$

      = Rp. 127.694.328.633

3. Gaji karyawan

   Total Gaji karyawan = Rp. 177.000.000/bulan

Total Gaji karyawan per tahun = Rp.177.000.000 /bulan x 12 bulan

= Rp. 2.124.000.000

Supervision (25% Gaji karyawan)

= 0,25 x Rp. 2.124.000.000

= Rp. 531.000.000

4. *Maintenance* (10% FCI)

- Dollar = 0,1x $ 8.279.301

= $ 827.930

- Rupiah = 0,1 x Rp. 110.114.705.271

= Rp. 11.011.470,52

5. *Plant Suplies* (15% Maintenance)

- Dollar = 0,15 x $ 827.930

= $ 124.190

- Rupiah = 0,15 x Rp. 11.011.470,52

= Rp. 1.651.720,57

Royalty dan Pattent (1% Penjualan)

= 0.01 x Rp. 127.694.328.633

= Rp. 1.276.943.286

6. Total biaya kebutuhan bahan untuk Utilitas= Rp. 1.711.481.826,58

Tabel 4.9. Total Direct Manufacturing Cost

Komponen	**Biaya (Rp)**	**Biaya ($)**
Bahan baku	34.939.005.503	2.626.992,89
Gaji karyawan	2.124.000.000	159.699
Supervision	531.000.000	39.925
Maintenance	11.011.470.527	827.930
Plant supplies	1.651.720.579	124.190
Royalty dan *patent*	1.276.943.286	96.010,77
Kebutuhan untuk utilitas	1.711.481.826,58	128.683
Total DMC =	**53.245.621.722,17**	**4.003.430,2**

B. *Indirect Manufacturing Cost*

1. *Payroll Overhead* (15% Gaji karyawan)

   = 0,15 x Rp. 2.124.000.000

   = Rp.318.600.000

2. Laboratorium (10% Gaji karyawan)

   = 0,1 x Rp. 2.124.000.000

   = Rp. 212.400.000

3. *Plant Overhead* (50% Gaji karyawan)

   = 0,5 x Rp. 2.124.000.000

   = Rp. 1.062.000.000

4. *Packing and shipping*(10 % penjualan)

   =0,1 x Rp.127.694.328.633

   = Rp. 12.769.432.863,34

Tabel 4.10. Total Inderect Manufacturing Cost

Komponen	**Biaya (Rp)**
Payroll overhead	318.600.000
Laboratorum	212.400.000
Plant overhead	1.062.000.000
Packing and shipping	12.769.432.863,34
Total IMC =	**14.362.432.863**

C. *Fixed Manufacturing Cost*

1. *Depresiasi* (10% FCI)

   - Dollar = 0,1 x $ 8.279.301

     = $ 827.930,11

   - Rupiah = 0,1 x Rp. 110.114.705.271

     = Rp. 11.011.470.527,13

2. *Property Tax* (1% FCI)

   - Dollar = 0,01 x $ 8.279.301

     = $ 82.793,01

   - Rupiah = 0,01 x Rp. 110.114.705.271

     = Rp. 1.101.147,052,71

3. Asuransi (1% FCI)

   - Dollar = 0,01 x $ 8.279.301

     = $ 82.793,01

   - Rupiah = 0,01 x Rp. 110.114.705.271

     = Rp. 1.101.147,052,71

Tabel 4.11. Total Fixed Manufacturing Cost

Komponen	Biaya ($)	Biaya (Rp)
Depresiasi	827.930,11	11.011.470.527,13
Property tax	82.793,01	1.101.147,052,71
Asuransi	82.793,01	1.101.147,052,71
Total FMC =	**993.516,14**	**13.213.764.632,56**

Tabel 4.12. Total Manufacturing Cost (MC)

Komponen	Biaya ($)	Biaya (Rp)
Direct Manufacturing Cost	4.003.430,20	53.245.621.722,17
IndirectManufacturing Cost	1.079.882,17	14.362.432.863
Fixed Manufacturing Cost	993.516,14	13.213.764.632,56
Total MC =	**6.076,828,51**	**80.821.819.218,07**

Total MC (dalam Rupiah) = Rp. 80.821.819.218,07

4.7.5. General Expense

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

1. Administrasi (3% MC)

   - Dollar = 0,03 x $ 6.076.828,51

     = $ 182.304,86

   - Rupiah = 0,03 x Rp. 80.821.819.218,07

     = Rp. 4.041.090.960,90

2. Penjualan (5% MC)

   - Dollar = 0,05 x $ 6.076.828,51

     = $ 303.841,43

   - Rupiah = 0,05 x Rp. 80.821.819.218,07

     = Rp. 4.041.090.960,90

3. *Research* (4% MC)

- Dollar = 0,04 x $ 6.076.828,51

  = $ 234.073,14

- Rupiah = 0,04 x Rp. 80.821.819.218,07

  = Rp. 3.232.872.768,72

4. *Finance*(2% WCI+FCI)

- Dollar = 0,02 x ($1.226.699,59+ $8.279.301)

  = $ 190.120,01

- Rupiah = 0,04 x(Rp.16.315.104.536,43+ Rp.110.114.705.271)

  = Rp. 2.528.596.196,16

Tabel 4.13. Total *General Expense*

Komponen	**Biaya (Rp)**	**Biaya ($)**
Administrasi	4.041.090.960,90	182.304,86
Penjualan	4.041.090.960,90	303.841,43
Research	3.232.872.768,72	234.073,14
Finance	2.528.596.196,16	90.120,01
Total GE =	**12.227.214.502,32**	**9919.339,95**

Total *General Expense* (dalam Rupiah) = Rp. 12.227.214.502,32

4.7.6. Total Capital Investment

Total *Capital Investment*= FCI + WCI

=(Rp.16.315.104.536,43+ Rp.110.114.705.271)

= Rp.126.429.809.808

4.7.7. Total Biaya Produksi

Total Biaya Produksi = *Manufacturing Cost* + *General Expense*

=Rp.80.821.819.218,07+ 12.227.214.502,32

= Rp. 93.049.033.720,39

4.7.8. Analisa Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total Penjualan = Rp. 127.694.328.633

Total Biaya Produksi= Rp. 93.049.033.720,39

Keuntungan = Total penjualan – Total biaya produksi

= Rp. 127.694.328.633- Rp.93.049.033.720,39

= Rp. 34.645.294.913

b. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak (50% keuntungan) = 0,5 x Rp. 34.645.294.913

= Rp. 17.322.647.457

Keuntungan sesudah pajak = Keuntungan sebelum pajak – pajak

= Rp.34.645.294.913- Rp. 17.322.647.457

= Rp. 17.322.647.457

4.7.9. Analisa Kelayakan

1. Return on Investment (ROI)

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Pr}\,ofit\,(keuntungan\ )}{Fixed\ \text{Capital Investment (FCI)}} \times 100\,\%$$

a. Sebelum Pajak

$$ROI_b = \frac{\text{Pr}\,ofit(keuntungan\ sebelum\ pajak)}{Fixed\,\text{Capital Investment(FCI)}} \times 100\%$$

$$= \frac{Rp.34.645.294.913}{Rp.110.114.705.271}\,x100\%$$

$$= 31{,}46\ \%$$

Batasan : *Minimum High Risk,* ROI_b = 11-44 %

Kesimpulan : Pabrik memenuhi syarat

b. Sesudah Pajak

$$ROI_a = \frac{\text{Pr}\,ofit(keuntungan\ sesudah\ pajak)}{Fixed\,\text{Capital Investment (FCI)}} \times 100\%$$

$$= \frac{Rp.17.322.647.457}{Rp.110.114.705.271}\,x100\%$$

$$= 15{,}73\ \%$$

2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang dicapai.

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

a. Sebelum Pajak

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

$$= \frac{Rp.110.114.705.271}{Rp.45.656.765.440}$$

$$= 2{,}41 \text{ tahun}$$

Batasan : *Maximum High Risk,* $POT_b = 2$ tahun

Kesimpulan : Pabrik memenuhi syarat

b. Sesudah Pajak

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

$$= \frac{Rp.110.114.705.271}{Rp.28.334.117.983}$$

$$= 3{,}89 \text{tahun}$$

3. Break Even Point (BEP)

Break Even Point adalah titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan break even point kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan.

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

a. *Annual Fixed Cost (Fa)*

Depresiasi	= Rp 11.011.470.527,13
Proerty Tax	= Rp 1.101.147.052,71
Asuransi	= Rp 1.101.147.052,71
Total	= Rp 13.213.764.632,56

b. *Annual Regulated Expenses (Ra)*

Gaji karyawan	= Rp. 9.576.000.000
Payroll Overhead	= Rp. 318.600.000
Supervision	= Rp. 531.000.000
PlantOverhead	= Rp. 1.062.000.000
Laboratorium	= Rp. 212.400.000
GeneralExpense	= Rp. 1.227.214.502,32
Maintenance	= Rp. 11.011.470.527
PlantSupplies	= Rp. 1.651.720.579
Total	= Rp. 36.590.405.608,53

c. *Annual Variable Value (Va)*

Raw Material	= Rp 34.939.005.503
PackingandShipping	= Rp 12.769.432.863,34
Utilitas	= Rp 1.711.481.826,58
Royalty dan *Patent*	= Rp 1.276.943.286 +
Total	= Rp 50.696.863.479

d. *Annual Sales Value(Sa)* = Rp. 127.694.328.633

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

=

$$\frac{Rp.13.213.764\ .632{,}56\ + (0{,}3xRp.36.590.405.608{,}53)}{(Rp.127.694.328.633 - Rp.50.696.863.479 - (0{,}7xRp.36.239.444.565{,}83)} x100\,\%$$

=47,08 %

Batasan : *Chemical Industry,* BEP = 40 -60 %

Kesimpulan : Pabrik memenuhi syarat

4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar fixed cost.

$$SDP = \frac{0{,}3Ra}{Sa - \text{Va} - 0{,}7\text{Ra}} x100\%$$

=

$$\frac{0{,}3xRp.36.590.405.608{,}53}{(Rp.127.694.328.633 - Rp.50.696.863.479 - (0{,}7xRp.36.590.405.608{,}53)} x100\,\%$$

=21,36 %

5. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Discounted Cash Flow Rate of Return adalah laju bunga maksimum dimana pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank

selama umur pabrik.

Umur pabrik (n) = 10 tahun

FixedCapital Investment (FCI)	=	Rp.110.114.705.271
Working Capital Investment (WCI)	=	Rp. 16.315.151.601,51
Salvage value (SV)=Depresiasi	=	Rp. 11.011.470.527
Cash flow (CF)	=	*Annual profit + depresiasi + finance* Rp. 30.862.714.180

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

Persamaan untuk menentukan DCFR :

$$\frac{(WC + FCI)x(1+i)^{10}}{CF} = \left[(1+i)^9 + (1+I)^8 + ... + (1+i) + 1\right] + \frac{(WC + SV)}{CF}$$

R = S

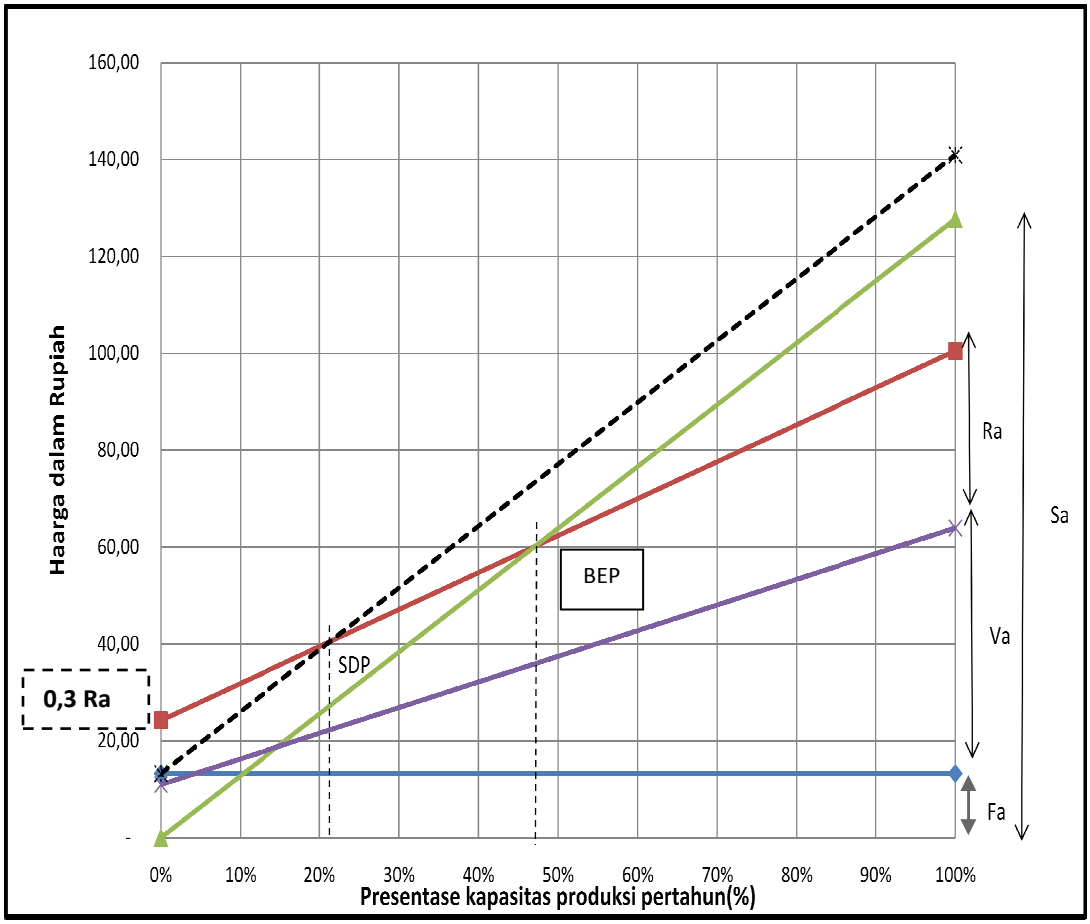
Dengan trial & error diperoleh nilai i = 21,51 %

DCFR = 21,51 %

Batasan : *Minimum* Nilai DCFR = 1,5 x bunga bank

Bunga bank : 10 %

Kesimpulan : Memenuhi syarat (1,5 x 10% = 15 %)



Gambar 4.9. Grafik Analisa Ekonomi

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pabrik aluminium sulfat dengan bahan baku bauksit dan asam sulfat dengan kapasitas 21.000 ton/tahun dapat digolongkan pabrik beresiko rendah karena :

1. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat bahan baku produk serta lokasi pabrik maka pabrik aluminium sulfat dengan bahan baku bauksit dan asam sulfat ini tergolong beresiko rendah
2. Berdasarkan hasil ekonomi adalah sebagai berikut :
   a. Keuntungan yang diperoleh :

      Keuntungan sebelum pajak Rp. 34.645.294.913 dan keuntungan setelah pajak Rp. 17.322.647.457
   b. *Return On Investment* (ROI):

      Presentase ROI sebelum pajak 31,46% dan setelah pajak 15,73%. Syarat ROI setelah pajak untuk pabrik kimia yaitu 11% - 44% (Aries Newton, 1955).
   c. *Pay Out Time* (POT) :

      POT sebelum pajak yaitu 2,41 tahun dan sesudah pajak yaitu 3,89 tahun. Syarat POT setelah pajak untuk pabrik adalah maksimum 5 tahun (Aries Newton, 1955).
   d. *Break Even Point* (BEP) :

Untuk nilai BEP didapat 47,08% dan SDP yaitu 21,36%. BEP untuk pabrik kimia memiliki batas yaitu 40-60%.

e. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 21,51%. Syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga pinjaman bank yaitu 1,5 x suku bunga pinjaman bank (1,5 x 10% = 15%)
f. Dari hasil analisa ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik aluminium sulfat dari bauksit dan asam sulfat dengan kapasitas 21.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

5.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendiri suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut :

1. Optimasi pemilihan sepeti alat proses atau alat penunjang bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk aluminium sulfat dapata direalisasikan sebagai saran untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

Agra, S.W., 1985, Ringkasan reaktor kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Ali, Akbar , 2013, "Pra Rancangan Pabrik Aluminium Sulfat dari bauksit''. Jakarta

Alibaba, "*Machinary"* http://alibaba.com., , "Harga Bauksit,Asam Sulfat dan Produk Aluminium Sulfat", diakses pada 5 Desember 2017

Aries, R.S and Newton, R.D, 1954, " *Chemical Engineering Cost Estimation* ", Mc GrawHill Book Co. Inc, New York

Badan Pusat Statistik, 2016, " Data Ekspor dan Impor Aluminium Sulfat", http://bps.go.id., diakses pada 25 Desember 2016

Brown, G.G, 1978, " *Unit Operation* ", 14th ed, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons. Inc, New York

Brownell, L.E and Young, E.H, 1983, " *Process Equiment Design* ", John Wiley and Sons. Inc, New York

Coulson, J.J and Richardson, J.F, 1983, " *Chemical Equiment Design* ", John Wiley and Sons. Inc, New York

Coulson, J.J and Richardson, J.F, 1983, " *Chemical Equiment Design* ", vol 6, Pergamon Press, Oxford

Faith, W.L., Keyes, D.B., and Cark, R.L., 1957, *Industrial chemistry,*John Wiley and Sons, London

Fogler, H.S., 1999, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, 3rd edition, Prentice Hall PTR, New Jersey

Hill, C.G, 1996, " *An Introduction to Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design* ", John Wiley and Sons. Inc, New York

Kern, D.Q, 1985, " *Process Heat Transfer* ", Mc GrawHill Book Co. Ltd, New York

Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1997*, Encyclopedia of Chemical Tecnology*, 4th ed., The Interscience Encyclopedia Inc, New York

Levenspiel, O., 1999, *Chemical Reaction Engineering*, 3rd edition, John Wiley & Sons, New York

Ludwig, E.E, 1984, " *Aplied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants* ", 2nd ed, vol 1, 2, 3., Gulf Publishing Company

Mc Cabe, W.L, Smith, J.C, and Harriot, P., 1985, " *Unit Operation of Chemical Engineering* ", 4th ed, Mc GrawHill Book Co. Singapore

Mc Ketta, J.J and Cunningham, W.A, 1975, " *Encyclopedia of Chemical Processing and Design* ", vol 1, Marcell Decker. Inc, New York

Perry, R.H and Chilton, C.H, 1986 " *Chemical engineering's Hand Book* ", 6th ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Peters, M.S and Timmerhouse, K.D., and West., R.E., 2004, " *Plant Design and Economic's for Chemical engineering's* ", 5th ed, Mc GrawHill Book Co. Ltd., New York

Rase, H.F and Barrow, M.H, 1957, " *Chemical Reactor Design for Process Plant* ", John wiley and Sons. Inc, New York

Smith, J.M, 1973, " *Chemical Engineering Kinetic's* ", 3rd ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Smith, J.M and Van Ness, H.C, 1975," *Introduction toChemical Engineering Thermodinamic's* ", 2nd ed, Mc GrawHill Book Co. Ltd., New York

Thyagarajan, M.S., Kumar, R, and Kuloor, N.R, 19a66, *Hydrochlorination of Methanol to Methyl Chloride in Fixed Catalyst Bed, L&EC Process Design And Development* Vol. 5 1966, Bangalore

Treyball, R.E, 1979, " *Mass Transfer Operation's* ", 3rd ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Ulrich, G.D, 1984, " *A Guide to Chemical engineering Process Design and Economic's* ", John Wiley and Sons. Inc, New York

U.S Patent No. 3216792, diakses pada 3 Maret 2017

U.S Patent No. 3216765, diakses pada 3 Maret 2017

Wallas, Stenley, M., 1991, " *Chemical Process Equiment Selection and Design* ", Mc GrawHill Book Co., Tokyo

Yaws, C.L., 1999*, Chemical Properties Handbook, McGraw Hill Companies Inc*.,

USA

LAMPIRAN A PERHITUNGAN REAKTOR

Fungsi	:	Mereaksikan bauksit dan asam sulfat menjadi aluminium sulfat
Jenis	:	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Sifat Reaksi	:	Eksotermis
Kondisi operasi	:	Tekanan (P) : 2 atm
		Suhu (T) : 90°C
		Konversi (X) : 85%

A. Kinetika Reaksi

Reaksi :

$$Al_2O_3 + 3\ H_2SO_4 \longrightarrow (Al_2SO_4)_3 + 3H_2O$$

Persamaan kecepatan reaksi :

$(-rA) = \frac{dCA}{dt} = k.C_A.C_B$

$rA = k.C_A.C_B$

Jadi, $-ra = k.C_A^2$

reaksi orde 2, dengan :

$$-\int_{C_{AO}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A^{\,2}} = K \int dt$$

$$\left(\frac{1}{Ca}\right) - \left(\frac{1}{Ca0}\right) = k.t$$

Optimasi Reaktor

Komponen	BM (kg/kmol)	Input		ρ	V	
		Kmol	Kg	Kg/m³	m³	L
H_2O	18	32,68	588,26	965,77	0,6091	609,10
H_2SO_4	98	27,54	2699,50	1752,03	1,5440	1540,78
Al_2O_3	102	9,18	936,56	4112,02	0,2277	227,76
SiO_2	60	0,75	45,14	7915,50	0,0057	5,70
Fe_2O_3	159,69	0,69	110,42	3156,69	0,0349	34,97
TiO_2	79,86	0,11	8,99	4534,07	0,0019	1,98
$Al_2(SO_4)_3$	342	0	0			
Total		70,966	4388,88	22436,12	2,42	2420,31

$$\rho_{campuran} = \frac{massa\ campuran}{vol.campuran}$$

Rhocampuran = 1813,35 kg/m^3

Fv = 2,4203 m^3/jam

Nilai k = 0,1120 m^3/kmol.jam

V0 = 2420, 31 L/jam

Ca0 = 3,79 mol/l

Xa = 0,85

Cb0 = 11,38

mba = 3

Mencari volume reaktor dan konversi reaktor

$$Vn = \frac{Fv(Xn - X_{n-1})}{k(1 - Xn)}$$

1 reaktor		
xa1 =	0,85	
xa0 =	0	
vreaktor =	15009,71848	L
	3962,565678	gallon
s.time	6,201550388	jam

2 reaktor		
Xa2 =	0,85	
xa1 =	0,624374252	
xa0 =	7,57121E-05	
vreaktor =	3984,210546	L
	1051,831584	gallon
vtotal =	2103,663168	gallon
s.time	1,646152291	jam

3 reaktor		
Xa3 =	0,85	
Xa2 =	0,726796547	
xa1 =	0,489540301	
xa0 =	-2,18967E-05	
vreaktor =	2175,587235	L
	574,35503	gallon
vtotal =	1723,06509	galon
s.time	0,898885204	jam

4 reaktor		
Xa4 =	0,85	
xa3 =	0,766186795	
xa2	0,630449678	
xa1 =	0,402875882	
xa0 =	-0,0001566	
v reactor	1480,014843	L
	390,7239186	gallon
v total =	1562,895674	gallon
s.time	0,611496254	jam

Menghitung harga total reaktor

jumlah reaktor	Volume 1 reaktor (gallon)	harga 1 reaktor (dollar)	Harga total (dollar)
1	3962,565678	186900	186900
2	1051,831584	92500	185000
3	574,35503	67200	201600
4	390,7239186	54800	219200

Berdasarkan hasil perhitungan optimasi maka akan digunakan dua reactor yang disusun secara seri.

INPUT REAKTOR :

Komponen	BM (kg/kmol)	Input		ρ	V	
		Kmol	Kg	Kg/m³	m³	L
H_2O	18	32,68	588,26	965,77	0,6091	609,10
H_2SO_4	98	27,54	2699,50	1752,03	1,5440	1540,78
Al_2O_3	102	9,18	936,56	4112,02	0,2277	227,76
SiO_2	60	0,75	45,14	7915,50	0,0057	5,70
Fe_2O_3	159,69	0,69	110,42	3156,69	0,0349	34,97
TiO_2	79,86	0,11	8,99	4534,07	0,0019	1,98
$Al_2(SO_4)_3$	342	0	0			
Total		70,966	4388,88	22436,12	2,42	2420,31

1. Menghitung konsentrasi umpan

   Reaktan pembatas pada reaksi ini adalah Bauksit.

$$C_{A0} = \frac{molA}{\sum Fv} = 3{,}79 \text{ mol/l}$$

$$C_{B0} = \frac{molA}{\sum Fv} = 11{,}38 \text{ mol/l}$$

2. Menghitung harga k

Reaksi dapat ditulis dengan :

$$Al_2O_3 + 3\ H_2SO_4 \longrightarrow (Al_2SO_4)_3 + 3\ H_2O$$

$$A + 3B \longrightarrow C + 3D$$

M :	C_{AO}	C_{BO}	C_{CO}	C_{DO}
R :	$-C_{AO}X_A$	$-3C_{AO}X_A$	$C_{AO}.X_A$	$3C_{AO}X_A$
S:	$C_A-C_{AO}.X_A$	$C_{BO}-3C_{AO}X_A$	$C_{CO}+C_{AO}.X_A$	$C_{DO}+C_{AO}X_A$

Maka,

Diketahui :

Konversi (x) = 85%

T = 2 jam = 120 menit

k.t = $(1/C_A) – (1/C_{A0})$

k.t = $(1/C_{A0}) – (Xa /(1- Xa))$

Harga k = 0,1120 m^3/kmol.jam

B. Perancangan Reaktor

Asumsi :

- Volume cairan selama reaksi tetap
- Kondisi isothermal

Volume cairan dalam reaktor :

Vcairan = 3,9842 m^3

= 2984,21L

= 243131,26in^3

Perancangan dibuat dengan over design 20%, sehingga volume reaktor menjadi :

Vdesign = 3,9842x 20%

= 4,7810 m^3

= 4781,05L

1. Menentukan Diameter dan Tinggi Tangki Reaktor

Dipilih RATB berbentuk silinder tegak dengan perbandingan D:H = 1 : 1,5

(Brownell & young, table 3.3, P.43)

$V_{reaktor}$ = 4781,05 L

$V_{reaktor} = V_{shell} + 2V_{head}$

$V_{reaktor} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$

(Brownell & Young, P.88)

D $= \sqrt[3]{\frac{4 \times Vshell}{\pi}}$

D = 1,5952 m

H = 1,5 x D

H = 2,3930 m

2. Menentukan Tebal Dinding (shell) Reaktor

Digunakan persamaan;

$$t_S = \frac{P.ri}{f.E - 0.6P} + C$$

(*Eq.13-12 , P.25Brownell&Young*)

Dimana :

t_s	:	Tebal dinding shell, in	
P	:	Tekanan design ($P_{operasi}$ x 1,2)	= 2 atm
r_i	:	jari-jari reaktor	= 31,4043 in
E	:	Effisiensi sambungan las	= 0,8
f	:	Tekanan maksimal yang diizinkan	= 18.750 psi
C	:	Korosi yang diizinkan	= 0,1572 in

Maka, t_s = 0,1607 in

Digunakan tebal *shell* standar = 0,25 in

ID_{shell} = 65,5 in

OD_{shell} = $ID_{shell} + 2t_s$

= 63,1303 in

OD standard = 66 in

ID standar = 66 in

3. Menetukan Jenis Head

Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA-283 Grade O*

Bentuk *head* : *Torishperical dishead*

Dengan pertimbangan dalam pemilihan jenis *head* yaitu :

- *Flanged & Standard Dished head*

  Umumnya digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangki dengan diameter kecil.

- *Torishperical Flanged & Dished Head*

  Digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis.

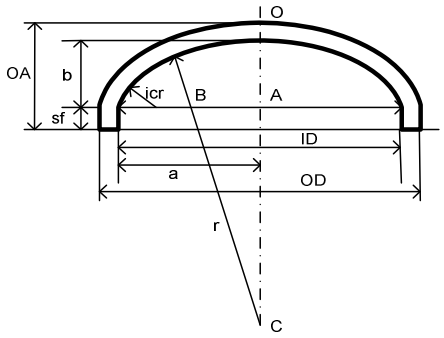
- *Elliptical Dished Head*

  Digunakan untuk operasi tekanan tinggi dan harganya cukup ekonomis

- *Hemispherical Head*

  Digunakan untuk tekanan operasi sangat tinggi, kuat, ukuran yang tersedia terbatas dan harganya cukup mahal. (*P-87 Brownell,1959)*

4. Menentukan Ukuran Head :



Keterangan gambar :

ID : diameter dalam *head*

OD : diameter luar *head*

a : jari-jari dalam *head*

t : tebal *head*

r : jari-jari dalam *head*

icr : *inside corner radius*

b : *deep of dish*

sf : *straight of flanged*

OA : tinggi *head*

Tebal *head* dihitung dengan :

$$th = \frac{0{,}885.P.rc}{f.E.144 - 0{,}1P} + C$$

(*Eq.13-12 P.25Brownell&Young*)

Dimana : rc *(inside spherical or crown radius,* in)

Maka : t head = 0,2686 in

t head standar = 0,3125 in

5. Menentukan Ukuran Head

Ukuruan *head* :

a = ID/2 = 33 in

AB = a-icr = 29 in

BC = r-icr = 62 in

AC = $\sqrt{BC^2 - AB^2}$ = 54,79 in

b = r-AC = 11,20 in

Tinggi *head* = Sf + b + t*head*

Tinggi *head* = 2 + 11,20 + 0,2686

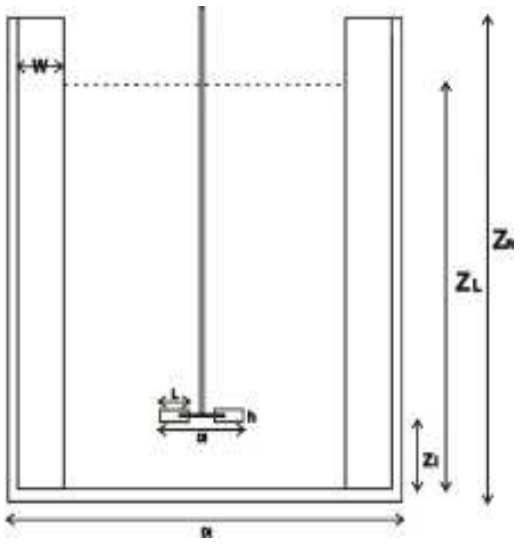
Tinggi *head* = 18,6436 in

6. Menghitung Pengaduk Reaktor

Fungsi : Untuk mengaduk komponen agar homogen

Tipe Pengaduk :Impeller turbin dengan 6 flat blades dan 4 buah buffle

(*Fig. 8.4, P-341, HF. Rase*)



Keterangan gambar :

Z_R = Tinggi reaktor

ZL = Tinggi cairan

Zi = Tinggi pengaduk dari dasar

Dt = Diameter reaktor

Di = Diameter pengaduk

L = Lebar pengaduk

h = Tinggi pengaduk

w = Lebar *baffle*

Diketahui :

Dt (Diameter reaktor) = 62,80 in

ZR (Tinggi reaktor) = 94,21 in

ID reaktor = 66 in

ρcampuran = 1813,35 kg/m³

-Diameter pengaduk :

$$\frac{ID}{Di} = 3$$

Di = 0,5545 m

= 1,7746 ft

-Lebar blade pengaduk :

$$Wb = \frac{1}{4}.Di$$

Wb = 0,1848 m

= 0,5915 ft

-Lebar buffle dengan jumlah 4 blade :

$$W = 0{,}17.ID$$

W = 0,0942m

-Tinggi cairan pada tangki

$$Vcairan = Hcairan.(\frac{1}{4}.\pi.ID^2)$$

V cairan = 0,4439 m³

Hcairan = V cairan / $\frac{1}{4}.\pi.ID^2$2,8850

Hcairan = 2,1628 m

Penentuan jarak pengaduk dari dasar tangki :

Zi / Di = 0,75-1,3

Zi = Di x 1,3

Zi = 0,7209 m

(*G.G Brown,p.257*)

Zl / Di = 0,7209 / 0,5545

= 1,3000 m

7. Menghitung Kecepatan Pengaduk Reaktor

$$\frac{WELH}{2Di} = \left[\frac{H \cdot Di \cdot N}{600}\right]^2 \qquad \textit{(Eq. 8-8, P-345, HF. Rase)}$$

Dimana :

WELH : *Water Equipment Liquid Height*

Di : Diameter pengaduk (ft)

N : Kecepatan putaran pengaduk (rpm)

H : Tinggi pengaduk (ft)

$$\text{WELH} = Zl \times {\rho cairan}/{\rho air}$$

WELH = 4,0609 m

= 13,3232 ft

$$\text{N} = \frac{600}{\pi \cdot Di}\sqrt{\frac{WELH}{2Di}}$$

= 202,0987 rpm

= 3,3683 rps

8. Menghitung Bilangan Reynold

$$Nre = \frac{\text{N} \times \text{Di}^2 \times \rho\text{cairan}}{\mu}$$

= 64

Karena Nre < 2100 maka alirannya *laminer*

9. Menghitung Power

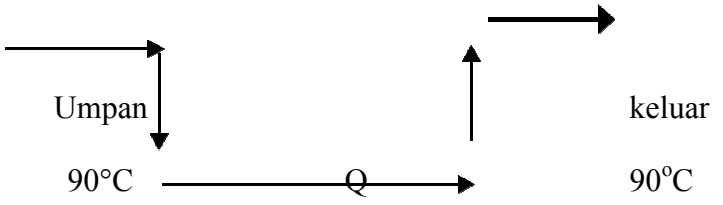
$$P = \frac{P0 \times N^2 Di^5 \rho cairan}{Gc}$$

P = 23,8847 Hp

P standar = 24 Hp

C. Menghitung Neraca Panas

$H_2SO_4 + Al_2O_3 \longrightarrow (Al_2SO_4)_3$



ΔH_1 ΔH_2

ΔH_{R25oC}

Menghitung panas reaksi (Q)

Komponen	BM	Input		Cp	Q
		Kg/jam	Kmol/jam	Kj/mol	Kj
H2O	18	588,26	32,68	4888,8227	159772,18
H2SO4	98	2699,50	27,54	9332,003	257059,28
Al2O3	102	936,56	9,18	397,8856	3653,38
SiO2	60	45,14	0,75	216,9407	163,22
Fe2O3	159,69	110,42	0,69	127,1304	87,90
TiO2	79,86	8,99	0,11	125,1600	14,08
Al2(SO4)3	342			1288,9057	
Total		4388,88		16376,8456	420750,07

Q = 420750,07 Kj

Menghitung Q yang berasal dari bahan keluar Reaktor

Komponen	BM	Input		Cp	Q
		Kg/jam	**Kmol/jam**	Kj/mol	Kj
H2O	18	1009,71	56,09	4888,82	274239,57
H2SO4	98	404,92	4,13	9332,00	38558,89
Al2O3	102	140,48	1,37	5530,61	7617,30
SiO2	60	45,14	0,75	3021,13	2273,02
Fe2O3	159,69	110,42	0,69	1668,40	1153,65
TiO2	79,86	8,99	0,11	1630,49	183,55
Al2(SO4)3	342	2669,20	7,80	17531,06	136824,66
Total		4388,88		43602,53	460850,67

Q = 460850,67 Kj

Menghitung ΔHR

Panas reaksi pada suhu standar

Al2O3	=	-1675,7	kJ/mol
H2SO4	=	-735,13	kJ/mol
Al2(SO4)3	=	-3440,8	kJ/mol
H2O	=	-286	kJ/mol

Total panas reaksi (ΔHR) = 1315,97 kJ/mol

Pada suhu 68			
C	=	341,0000	K
Hr	=	(Hf produk)+ (Cp dT produk)	
Hr	=	-3726,8000	+
Hf produk			
(68 C)	=	18693,0833	
Hr reaktan			
(68 C)	=	-2410,83	+
	=	12451,7807	

Hr total (68C)	=	Hr produk - Hr reaktan	
	=	6241,3026	kJ/mol
	=	6,241302639	
	=	2134,525502	Kj/jam

Overall heat balance

$$Q = \Delta HR + \Delta H3 - (\Delta H1 + \Delta H2)$$

Q = 42235,13 kJ/jam

Neraca panas total di reaktor

Komponen	Input		Output
	Q1 (Kj/jam)	Q2 (Kj/jam)	Q (Kj/jam)
H2O	159772,1863		274239,5798
H2SO4	257059,2806		38558,8921
Al2O3		3653,3860	7617,3097
SiO2		163,2204	2273,0225
Fe2O3		87,9069	1153,6542
TiO2		14,0898	183,5528
Al2(SO4)3		0,0000	136824,6687
reaksi			2134,5255
pendingin			-42235,1353
Total	420750,0700		420750,0700

Kebutuhan air pendingin

Suhu air pendingin masuk = 30 ^{o}C = 86 ^{o}F = 303 K

Suhu air pendingin keluar = 50 ^{o}C = 122 ^{o}F = 323 K

ΔT = -20 ^{o}C = -36 ^{o}F = -20 K

T rata-rata = 40 ^{o}C = 104 ^{o}F = 313 K

Sifat fisis air pada 104 ^{o}F :

Cp = 75,2670 Kj/kmol.K *(YAWS,p.56)*

ρ = 1,1045 kg/m^3 *(YAWS, P.185)*

$$W = \frac{Qp}{Cp \times (T_2 - T_1)}$$

W = 44,0581lbm/jam = 19,9843 kg/jam

D. Merancang Jaket Pendingin

Luas perpindahan panas yang tersedia :

A = Luas selimut reaktor + luas penampang bawah reaktor

$A = \pi.OD.H_L + \pi / 4. OD^2$

A = ft^2

Suhu masuk reaktor (T_1) = 90^oC = 363K = 194 ^oF

Suhu keluar reaktor (T_2) = 90 ^oC = 363K = 194 ^oF

Suhu pendingin masuk (t_1) = 150^oC = 423 K = 302 ^oF

Suhu pendingin keluar (t_2) = 150 ^oC = 423 K = 302 ^oF

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_2 - t_1) - (T_1 - t_2)}{\ln \frac{(T_2 - t_1)}{(T_1 - t_2)}}$$

$\Delta T_{LMTD} = 108^oF$

Untuk sistem medium organik-water, UD = 50 – 100

(Kern, Tabel 8, p.840)

Luas transfer panas yang dibutuhkan, A :

$$A = \frac{Q}{UD.\Delta T_{LMTD}}$$

A = 0,0104 ft²

1. Menghitung ukuran jaket pendingin

Jarak antara jaket dengan reaktor = 0,8002 in

ID (diameter dalam jaket) = 66 in

OD (diameter luar jaket) = 67,6004 in

2. Menghitung tebal jaket pendingin

Tebal jaket = $\frac{\mathrm{P}\times\mathrm{r}}{(\mathrm{S.E})-(0{,}6\mathrm{P})} + C$

Tebal jaket = 0,3576 in

Tebal jaket standar = 0,375 in

3. Menghitung tekanan pada jaket pendingin

Ph = $\rho \frac{(H-1)}{144}$

Ph = 6,1759 Psi

P_0 = 14, 6959 Psi

Ptotal = P_0 + Ph

Ptotal = 20,8718 Psi

Pdesign = 1,5 x Ptotal

Pdesign = 1,5 x 20,8718

= 31,3076 Psi

= 2 atm

Kesimpulan Reaktor

Fungsi : Mereaksikan bauksit dan asam sulfat menjadi aluminium sulfat

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)

Kondisi operasi :

T = 90 ^{0}C

P = 2 atm

k = 0,1120 m^3/kmol.jam

x = 85 %

Reaksi : $Al_2O_3 + H_2SO_4Al_2 \longrightarrow (SO_4)_3 + H_2O$

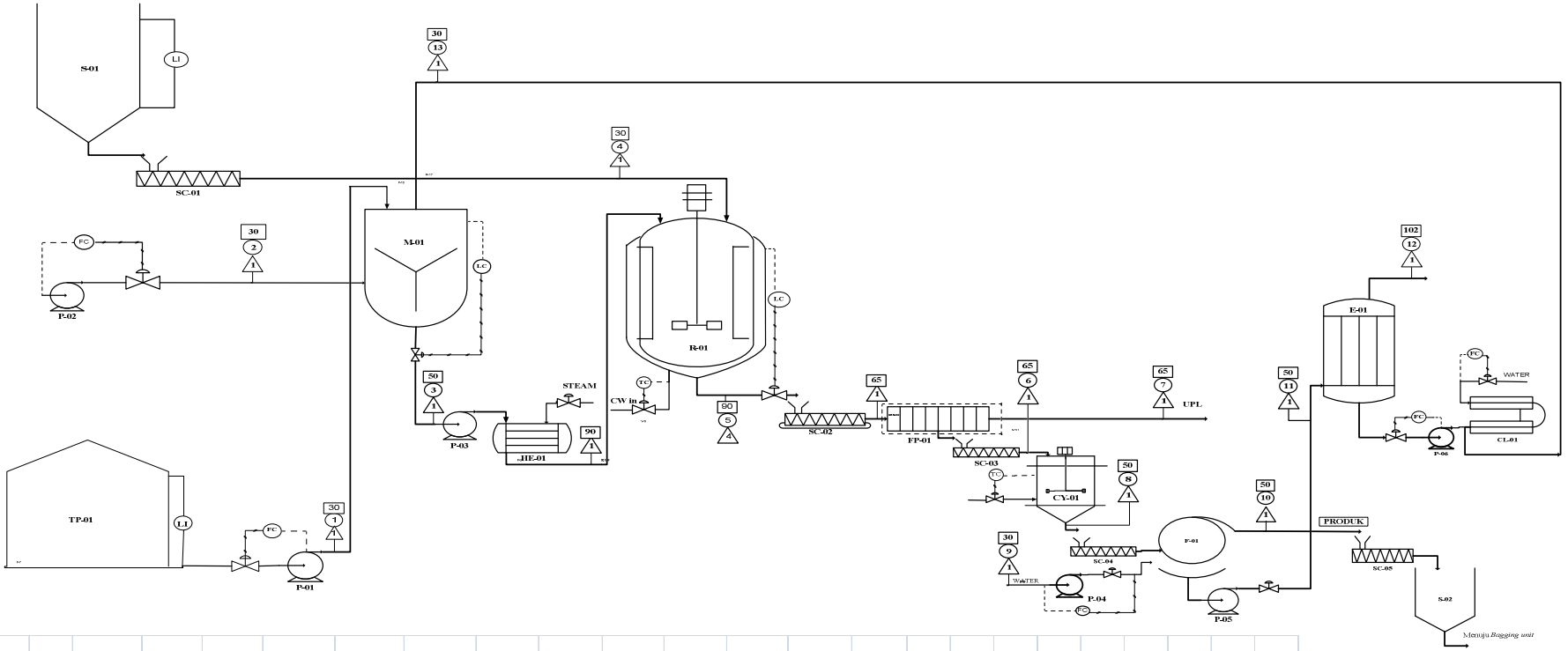
Maka diperoleh:

Volume reaktor (V_R)	:	4781,05 liter	
Tinggi reaktor (Z_R)	:	2,39 m	
Tinggi cairan (Z_L)	:	2,16 m	
Tinggi pengaduk dari dasar (Zi)	:	0,72 m	
Diameter reaktor (Dt)	:	1,59 m	
Diameter pengaduk (Di)	:	0,55 m	
Lebar pengaduk (L)	:	0,18 m	
Lebar *buffle* (w)	:	0,09 m	
Jumlah *buffle* (N)	:	4	
Kecepatan pengadukan	:	202,09 rpm	
Ukuran jaket pendingin	:	67,60 in	
Tebal jaket pendingin	:	0,375 in	
Tekanan jaket pendingin	:	2	atm

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRARANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT DAN ASAM SULFAT

KAPASITAS 21.000 TON/TAHUN



Komponen	Arus (Kg/Jam)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
H_2SO_4	2226,9160		2623,7842		404,9262	400,8770	4,0492	400,8770		4,0088	396,8682		396,8682
H_2O	45,4473	1563,4873	2240,2051		2616,2115	2590,0494	26,1621	2590,0494	598,1852	31,8823	3156,3523	2525,0818	631,2705
Al_2O_3				936,5640	140,4846		140,4846						
SiO_2				45,1424	45,1424		45,1424						
Fe_2O_3				110,4209	110,4209		110,4209						
TiO_2				8,9910	8,9910		8,9910						
$Al_2(SO_4)_3$			26,4252		2669,2074	2642,5153	26,6921	2642,5153		2616,0902	26,4252		26,4252
Total	2272,3633	1563,4873	4890,4145	1101,1183	5995,3840	5633,4417	361,9423	5633,4417	598,1852	2651,9813	3579,6457	2525,0818	1054,5638

KETERANGAN ALAT	KETERANGAN SIMBOL	KETERANGAN INSTRUMEN
S : Silo TP : Tangki Penyimpanan M : Mixer P : Pompa R : Reaktor SC : Screw Conveyor CY : Crystalizer FP : Filter Press F : Rotary Drum Vacum Filter E : Evaporator HE : Heat Exchanger CL : Cooler	: Tekanan : Arus : Suhu : Control Valve : Pompa : Arus Sinyal Pneumatic : Arus Sinyal Listrik : Arus Proses : Arus utilitas	LC : Level Control TC : Temprature Control FC : Flow Control PC : Pressure Control

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT DAN ASAM SULFAT
KAPASITAS 21.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh :
1. Anisa Maulidia (13 521 082)
2. Venna Widyasuara (13 521 099)

Dosen Pembimbing :
1. Sutarno, Ir., M.Sc
2. Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng