



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA - TK184803

PRA DESAIN PABRIK PEMBUATAN *POLY ALUMINIUM CHLORIDE* (PAC) DARI *ALUMINIUM CHLORIDE HEXAHYDRATE*

Ahmad Adnan Billah A F
NRP. 02211640000103

DewanggaWidyanindra A
NRP. 02211640000118

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Sumarno, M.Eng.
NIP. 1964 06 08 1991 02 1001
Prida Novarita T., S.T., M.T.
NIP. 1983 11 04 2015 04 2002

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

PRA DESAIN PABRIK PEMBUATAN *POLY ALUMINIUM CHLORIDE (PAC)* DARI *ALUMINIUM CHLORIDE HEXAHYDRATE*

Ahmad Adnan Billah A F
NRP. 02211640000103

DewanggaWidyanindra A
NRP. 02211640000118

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Sumarno, M.Eng.
NIP. 1964 06 08 1991 02 1001
Prida Novarita T., S.T., M.T.
NIP. 1983 11 04 2015 04 2002

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA
SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



PLANT DESIGN PROJECT – TK184803

**PLANT DESIGN FOR MAKING POLY
ALUMINIUM CHLORIDE FROM
ALUMINIUM CHLORIDE HEXAHYDRATE**

**Ahmad Adnan Billah A F
NRP. 02211640000103**

**Dewangga Widyanindra A
NRP. 02211640000118**

Advisors:

**Dr. Ir. Sumarno, M.Eng.
NIP. 1964 06 08 1991 02 1001
Prida Novarita T., S.T., M.T.
NIP. 1983 11 04 2015 04 2002**

**DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY AND
SYSTEMS ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

“PRA DESAIN PABRIK PEMBUATAN *POLY ALUMINIUM CHLORIDE* (PAC) DARI *ALUMINIUM CHLORIDE HEXAHYDRATE*”

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Oleh :

Ahmad Adnan Billah A.F. 02211640000103

Dewangga Widyanindra A. 02211640000118

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Pra Desain Pabrik :

1. Dr. Ir. Sumarno, M.Eng.

.....


(Pembimbing I)

2. Prida Novarita Trisanti, S.T., M.T.

.....

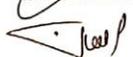

(Pembimbing II)

3. Ir. Ignatius Gunardi, M.T.

.....


(Penguji I)

4. Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng.

.....


(Penguji II)

5. Ir. Nuniek Handrianie, M.T.

.....


(Penguji III)

Surabaya
Februari, 2020



INTISARI

Masalah pencemaran lingkungan khususnya masalah pencemaran air di kota-kota besar di Indonesia telah menunjukkan gejala yang cukup serius. Penyebab dari pencemaran tidak hanya berasal dari buangan industri pabrik-pabrik yang membuang begitu saja air limbahnya tanpa pengolahan terlebih dahulu ke sungai atau ke laut, tetapi juga karena masyarakat itu sendiri baik secara sengaja ataupun tidak sengaja, yakni akibat air buangan rumah tangga yang jumlahnya semakin hari semakin besar sesuai dengan perkembangan dan pertumbuhan penduduk di suatu kota. Selain itu juga karena rendahnya kesadaran masyarakat yang langsung membuang kotoran/ tinja maupun sampah-sampah ke dalam sungai yang menyebabkan proses pencemaran sungai-sungai bertambah dengan cepat. Limbah cair yang tertahan atau tergenang di suatu lokasi dalam waktu yang relatif lama dapat menjadi sarang perkembangbiakan penyakit. (Arie, H, 2006)

Dahulu banyak industri menggunakan aluminium sulfat, *ferric sulphate* ataupun *ferric chloride* sebagai koagulan dalam memproses limbahnya. Namun, dalam tiga dekade terakhir, beberapa cara dikembangkan untuk menghasilkan koagulan *pre-hydrolysed metal-ion* dari aluminium atau *ferric iron* yang terbukti memiliki performa yang lebih baik dibandingkan koagulan konvensional seperti alum atau *ferric sulphate*, salah satunya adalah *Poly Aluminium Chloride* (PAC) (Park, H. dkk, 2015). PAC merupakan suatu persenyawaan organik kompleks, ion hidroksil serta ion aluminium bertaraf klorinasi yang berlainan sebagai pembentuk polynuclear dan mempunyai bentuk umum: $Al_m(OH)_nCl_{(3m-n)}$. (Ramadhani, S. dkk, 2013). Pada endapan PAC, polimer pada limbah tidak rusak dan flok PAC memiliki turbiditas lebih rendah dibandingkan flok yang terbentuk dengan menggunakan alum (Shen & Dempsey, 1998). Menurut (Park, H. dkk, 2015) juga menyimpulkan bahwa PAC lebih efektif dibandingkan dengan koagulan aluminium lainnya

untuk air dengan kekeruhan atau turbiditas tinggi, terutama pada suhu rendah dan pH asam.

Bedasarkan data yang didapat dari kementerian perindustrian, pabrik yang memproduksi PAC di Indonesia adalah PT. Lutan Luas Tbk dengan kapasitas produksi 19000 mt/tahun. Pada tahun 2012 sampai 2019, kebutuhan akan alum dan *ferric chloride*, koagulan yang sering digunakan di industri masih dipenuhi dengan mengimpor komoditas tersebut. Hal ini menunjukkan kapasitas produksi PAC yang terpasang di Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan PAC. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, pabrik-pabrik di Indonesia perlu mengimpor poli aluminium klorida dari beberapa negara penghasil poli aluminium klorida seperti China dan India. Adanya jarak antara produksi dengan kebutuhan tersebut menunjukkan adanya peluang untuk membangun pabrik koagulan baru di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan baik di dalam ataupun di luar negeri. Selain itu di Indonesia belum banyak pabrik yang memproduksi poli aluminium klorida. Oleh karena itu untuk mengantisipasi kebutuhan dalam negeri dan untuk mengurangi *import* yang dilakukan negara maka diperlukan pendirian pabrik baru poli aluminium klorida.

Bahan utama pabrik ini adalah Aluminium Klorida Hexahydrat ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Namun, pabrik yang menghasilkan aluminium klorida di Indonesia tidak ada, sehingga bahan baku perlu di impor dari Cina. Lokasi pabrik yang didirikan berada pada daerah Biringkanaya, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Pada daerah tersebut sedang gencar- gencarnya dalam mengolah air, sehingga kami memilih pendirian pabrik pada daerah tersebut. Selain itu, pada daerah tersebut juga berdekatan dengan berbagai macam industri pabrik. Sarana transportasi dan berbagai keperluan utilitas pabrik juga dapat mudah ditemukan di daerah tersebut. Kebutuhan pasar PAC di Indonesia sebesar 15.861,49 ton/ tahun. Dari data tersebut dipilih kapasitas produksi 25% dari total kebutuhan pasar PAC yaitu 4000 ton/ tahun. Hasil produksi

berupa PAC dapat dijual ke PDAM di daerah tersebut sebagai penjernih air untuk kebutuhan masyarakat sehari-hari.

Proses pembuatan PAC dari aluminium klorida heksahidrat ada dua tahap, yaitu tahap dekomposisi, dan tahap pelarutan. Pertama-tama aluminium klorida heksahidrat dikecilkan ukurannya menjadi 30 mesh yang awalnya 18 mesh dengan menggunakan ball mill. Kemudian menuju tahap dekomposisi yang berada pada *rotary kiln* (B-110) menggunakan udara panas untuk memutus rantai dari aluminium klorida sehingga membentuk $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Cl}_2$ yang dinamakan *Basic Aluminium Chloride* (BAC). Aluminium klorida masuk menuju *rotary kiln* (B-110) dengan *rate* 97,61 kg per jam. Kemudian terdekomposisi dengan udara panas sebesar 250 °C sehingga terbentuk $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Cl}_2 + \text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Dekomposisi yang terjadi di dalam rotary dryer merupakan dekomposisi parsial, dimana tidak semua aluminium klorida hexahydrat terdekomposisi menjadi basic aluminium klorida.

Tahap kedua adalah tahap pelarutan. Basic aluminium klorida dari rotary dryer dialirkan menggunakan pneumatic conveyer (G-129) menuju cyclone (H-120) untuk memisahkan antara padatan dan udara. Dari cyclone menuju bin (F-122) yang kemudian menuju ke tahap pelarutan. Pada tahap ini BAC beserta $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sisa dilarutkan menggunakan air panas 90 °C dalam tangki pelarutan (R-210). Pelarutan ini bermaksud untuk membentuk PAC cair yang sesuai dengan SNI yaitu mengandung 10% Al dan 90% air. Gas HCl dan H_2O yang terbentuk pada proses dekomposisi kemudian terbawa menuju bag filter (H-121) untuk menyaring antara gas dan padatan. Gas H_2O dan HCl yang kemudian dikondensasi menggunakan kondenser (E-124) dan gas HCl sisa yang terbentuk ditangkap menggunakan scrubber (D-125). Hasil kondensasi H_2O dan HCl kemudian dialirkan menuju tangki pembuangan (F-126).

Untuk dapat mendirikan pabrik Poli Aluminium Klorida dari Aluminium Klorida heksahidrat diperlukan total modal investasi sebesar Rp 17.952.552.213,00 dengan estimasi hasil

penjualan per tahun Rp 22.096.000.000,00. Dari perhitungan analisa ekonomi didapat *internal rate of return* (IRR) sebesar 36 %, *pay out time* (POT) 4,5 tahun dan *break even point* (BEP) sebesar 40.5%. Ditinjau dari aspek teknis dan ekonomis, pabrik PAC dari aluminium klorida heksahidrat ini layak untuk dilanjutkan ke tahap perencanaan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Pra Desain Pabrik yang berjudul “*Poly Aluminium Chloride dari Aluminium Chloride Hexahydrate*”.

Selama penyusunan laporan ini, kami banyak mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua kami tercinta yang selalu mendo'akan demi kebahagiaan dan kesuksesan anaknya.
2. Bapak Dr. Ir. Sumarno, M.Eng dan Ibu Prida Novarita Trisanti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan bimbingan kepada kami.
3. Ibu Dr. Widiyastuti, S.T., M.T, selaku Ketua Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.
4. Bapak Dr. Kusdianto, S.T., M.Sc, Eng, selaku Koordinator Tugas Akhir Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.
5. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta semua pihak yang memberikan dukungan moril dan partisipasinya baik langsung maupun tidak langsung untuk terselenggaranya laporan ini.

Kami menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini, yang membutuhkan saran yang konstruktif demi penyempurnaannya.

Surabaya, 13 Januari 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

INTISARI.....	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
Daftar TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
BAB II BASIS DESAIN DATA	II-1
II.1 Kapasitas	II-1
II.2 Kualitas Bahan Baku dan Produk.....	II-4
II.2.1 Kualitas Bahan Baku	II-4
II.2.2 Kualitas Produk	II-4
II.3 Lokasi	II-5
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES	III-1
III.1 Bahan Baku	III-1
III.1.1 Aluminium Scrap	III-1
III.1.2 Bauksit.....	III-3
III.1.3 Aluminium Chloride Hexahydrate	III-6
III.2 Pemilihan Proses	III-11
BAB IV NERACA MASSA & ENERGI.....	IV-1
IV.1 Neraca Massa	IV-1
IV.2 Neraca Energi.....	IV-10
BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN	V-1
V.1 Spesifikasi Peralatan.....	V-1
V.2 Harga Peralatan	V-13
BAB VI ANALISA EKONOMI	VI-1
VI.1 STRUKTUR ORGANISASI	VI-1
VI.1.1 Umum.....	VI-1
VI.1.2 Bentuk Perusahaan	VI-2

VI.1.3 Struktur Organisasi.....	VI-3
VI.1.4 Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab	VI-4
VI.1.5 Perincian Jumlah Tenaga Kerja.....	VI-8
VI.2 SISTEM UTILITAS.....	VI-10
VI.2.1 Unit Pengolahan Air.....	VI-10
VI.2.2 Unit Pembangkit Tenaga Listrik	VI-11
VI.2.3 Unit Pendingin	VI-11
VI.3 HARGA PERALATAN.....	VI-12
VI.4 ANALISA EKONOMI	VI-12
VI.4.1 Potensial Ekonomi (EP)	VI-12
VI.4.2 Laju Pengembalian Modal (IRR)	VI-13
VI.4.3 Waktu Pengembalian Modal (POT).....	VI-13
VI.4.4 Titik Impas (BEP)	VI-13
BAB VII KESIMPULAN	VII-1
DAFTAR PUSTAKA.....	xi
RIWAYAT HIDUP PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Lokasi Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar.....	II-6
Gambar III.1 Blok Diagram pembuatan PAC dari Aluminium Scrap	III-1
Gambar III.2 Skema Proses Bayer	III-5
Gambar III.3 Blok Diagram pembuatan PAC dari Aluminium Chloride Hexahydrate	III-6
Gambar VI.1 Bagan Struktur Organisasi Perusahaan.....	VI-7
Gambar VI.2 Kebutuhan pekerja operator untuk industri kimia.....	VI-8

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Tingkat Impor PAC di Indonesia.....	II-1
Tabel II.2 Tingkat Ekspor PAC di Indonesia.....	II-2
Tabel II.3 Tingkat Produksi PAC di Indonesia.....	II-2
Tabel II.4 Tingkat Konsumsi PAC di Indonesia.....	II-2
Tabel II.5 Prediksi data PAC pada tahun 2023.....	II-3
Tabel II.6 Spesifikasi <i>Aluminium Chloride Hexahydrate</i>	II-4
Tabel II.7 Spesifikasi PAC Sesuai Standar Nasional Indonesia.....	II-4
Tabel IV.1 Data Cp dan Hf.....	IV-10
Tabel V.1 Spesifikasi tempat penyimpanan AlCl ₃ .6H ₂ O.....	V-1
Tabel V.2 Spesifikasi Heat Exchanger.....	V-1
Tabel V.3 Spesifikasi Screw Conveyor.....	V-2
Tabel V.4 Spesifikasi Tumbling Ball Mill.....	V-2
Tabel V.5 Spesifikasi Screener.....	V-3
Tabel V.6 Spesifikasi Bin.....	V-3
Tabel V.7 Spesifikasi Screw Conveyer.....	V-4
Tabel V.8 Spesifikasi Rotary Dryer.....	V-4
Tabel V.9 Spesifikasi Cyclone.....	V-5
Tabel V.10 Spesifikasi Filter Bag.....	V-5
Tabel V.11 Spesifikasi BAC Bin.....	V-6
Tabel V.12 Spesifikasi Screw Conveyer.....	V-6
Tabel V.13 Spesifikasi Scrubber.....	V-7
Tabel V.14 Spesifikasi Pompa.....	V-7
Tabel V.15 Spesifikasi Tangki.....	V-8
Tabel V.16 Spesifikasi Blower.....	V-8
Tabel V.17 Spesifikasi Furnace.....	V-9
Tabel V.18 Spesifikasi Pneumatic Conveyor.....	V-9
Tabel V.19 Spesifikasi Tangki Pelarutan.....	V-9
Tabel V.20 Spesifikasi Tangki.....	V-10
Tabel V.21 Spesifikasi Pompa.....	V-11
Tabel V.22 Spesifikasi Heat Exchanger.....	V-11

Tabel V.23 Spesifikasi Pompa PAC	V-12
Tabel V.24 Spesifikasi Tangki PAC.....	V-12
Tabel V.25 Spesifikasi Kondensor Air	V-12
Tabel V.26 Harga Peralatan Pabrik <i>Poly Aluminium Chloride</i>	V-13
Tabel VI.1 Jadwal pembagian kelompok <i>shift</i>	VI-9

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan dan perikehidupan manusia. Kebutuhan yang utama bagi terselenggaranya kesehatan yang baik yakni tersedianya air yang memadai dari segi kuantitas dan kualitasnya yaitu memenuhi syarat kebersihan dan keamanan. Air tersebut juga harus tersedia secara kontinyu, menarik dan dapat diterima oleh masyarakat agar mendorong masyarakat untuk memakainya.

Kebutuhan air bersih yang saat ini semakin meningkat seiring meningkatnya populasi manusia. Namun, peningkatan populasi manusia sejalan dengan naiknya jumlah pencemaran akibat kegiatan manusia. Salah satunya ialah tercemarnya air pada sumber- sumber air karena menerima beban pencemaran yang melalui daya dukungnya. Pencemaran yang mengakibatkan penurunan kualitas air dapat berasal dari dua sumber yaitu, limbah terpusat (*point sources*) dan limbah tersebar (*non-point sources*). Limbah terpusat seperti limbah industri, limbah usaha peternakan, limbah perhotelan, dan limbah rumah sakit. Sedangkan limbah tersebar seperti limbah pertanian, limbah perkebunan dan limbah domestik. (Susilawati, dkk, 2016)

Masalah pencemaran lingkungan khususnya masalah pencemaran air di kota- kota besar di Indonesia telah menunjukkan gejala yang cukup serius. Penyebab dari pencemaran tidak hanya berasal dari buangan industri pabrik- pabrik yang membuang begitu saja air limbahnya tanpa pengolahan terlebih dahulu ke sungai atau ke laut, tetapi juga karena masyarakat itu sendiri baik secara sengaja ataupun tidak sengaja, yakni akibat air buangan rumah tangga yang jumlahnya semakin hari semakin besar sesuai dengan perkembangan dan pertumbuhan penduduk di suatu kota. Selain itu juga karena

rendahnya kesadaran masyarakat yang langsung membuang kotoran/ tinja maupun sampah- sampah ke dalam sungai yang menyebabkan proses pencemaran sungai- sungai bertambah dengan cepat. Limbah cair yang tertahan atau tergenang di suatu lokasi dalam waktu yang relatif lama dapat menjadi sarang perkembangbiakan penyakit. (Arie, H, 2006)

Maka dari itu diperlukanlah proses pengolahan yang mampu mengolah air limbah menjadi air yang lebih jernih dari limbah melalui proses koagulasi. Koagulasi adalah proses pencampuran bahan kimia (koagulan) dengan air baku sehingga membentuk campuran yang homogen. Dengan koagulasi, partikel- partikel koloid akan saling menarik dan menggumpal membentuk flok (Margaretha, dkk, 2012). Partikel- partikel koloid yang terbentuk umumnya terlalu sulit untuk dihilangkan jika hanya dengan pengendapan secara gravitasi. Tetapi apabila koloid- koloid tersebut distabilkan dengan cara agregasi atau koagulasi menjadi partikel yang lebih besar maka koloid- koloid tersebut dapat dihilangkan dengan cepat. (Margaretha, dkk, 2012)

Dahulu banyak industri menggunakan aluminium sulfat, *ferric sulphate* ataupun *ferric chloride* sebagai koagulan dalam memproses limbahnya. Namun, dalam tiga dekade terakhir, beberapa cara dikembangkan untuk menghasilkan koagulan *pre-hydrolysed metal-ion* dari aluminium atau *ferric iron* yang terbukti memiliki performa yang lebih baik dibandingkan koagulan konvensional seperti alum atau *ferric sulphate*, salah satunya adalah *Poly Aluminium Chloride* (PAC) (Park, H. dkk, 2015). PAC merupakan suatu persenyawaan organik kompleks, ion hidroksil serta ion aluminium bertaraf klorinasi yang berlainan sebagai pembentuk polynuclear dan mempunyai bentuk umum: $Al_m(OH)_nCl_{(3m-n)}$. (Ramadhani, S. dkk, 2013).

Pada endapan PAC, polimer pada limbah tidak rusak dan flok PAC memiliki turbiditas lebih rendah dibandingkan flok yang terbentuk dengan menggunakan alum (Shen & Dempsey, 1998). Menurut (Park, H. dkk, 2015) juga menyimpulkan bahwa PAC lebih efektif dibandingkan dengan koagulan aluminium

lainnya untuk air dengan kekeruhan atau turbiditas tinggi, terutama pada suhu rendah dan pH asam.

Bedasarkan data yang didapat dari kementerian perindustrian, pabrik yang memproduksi PAC di Indonesia adalah PT. Lautan Luas Tbk dengan kapasitas produksi 19000 mt/tahun. Pada tahun 2012 sampai 2019, kebutuhan akan alum dan *ferric chloride*, koagulan yang sering digunakan di industri masih dipenuhi dengan mengimpor komoditas tersebut. Hal ini menunjukkan kapasitas produksi PAC yang terpasang di Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan PAC. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, pabrik-pabrik di Indonesia perlu mengimpor poli aluminium klorida dari beberapa negara penghasil poli aluminium klorida seperti China dan India. Adanya jarak antara produksi dengan kebutuhan tersebut menunjukkan adanya peluang untuk membangun pabrik koagulan baru di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan baik di dalam ataupun di luar negeri. Selain itu di Indonesia belum banyak pabrik yang memproduksi poli aluminium klorida. Oleh karena itu untuk mengantisipasi kebutuhan dalam negeri dan untuk mengurangi *import* yang dilakukan negara maka diperlukan pendirian pabrik baru poli aluminium klorida.

Pembuatan PAC dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai cara yang didasarkan dari bahan yang digunakan. Cara-cara pembuatan tersebut adalah menggunakan bahan aluminium murni (Al), aluminium hidroksi ($\text{Al}(\text{OH})_3$), aluminium trioksida (Al_2O_3), aluminium klorida (AlCl_3), alkaline dan material lain. Untuk material yang biasa digunakan adalah aluminium kloride (AlCl_3). Berdasarkan data yang diperoleh dari kementerian perindustrian (Kemenperin) didapat bahwa di Indonesia tidak mempunyai pabrik yang menghasilkan aluminium klorida. Oleh karena itu, bahan yang digunakan didapatkan dengan cara mengimpor aluminium klorida. Bahan tersebut di *import* dari Perusahaan Terbuka Wuhan Pharcem Trade., Co Ltd yang berasal dari China.

BAB II BASIS DESAIN DATA

II.1 Kapasitas

Menurut Haming & Nurnajamuddin (2007) perencanaan kapasitas adalah keputusan perencanaan strategis jangka panjang yang ditujukan untuk mengadakan seluruh sumber daya produktif yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk dapat dipakai menghasilkan produksi tertentu. Maka dari itu, kapasitas merupakan faktor penting dalam perencanaan pendirian Pabrik *Poly Aluminium Chloride* (PAC). Dikarenakan pabrik ini direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2024, maka diperlukan data-data perkiraan produksi, konsumsi, ekspor, dan impor poli aluminium klorida di Indonesia pada tahun tersebut. Berdasarkan data yang ada pada di Indonesia pada tahun 2013-2017:

Tabel II.1 Tingkat Impor PAC di Indonesia

Tahun	Impor (Kg)	Pertumbuhan Impor (%)
2010	11.654.063	
2011	16.324.161	0,400727
2012	17.956.953	0,100023
2013	19.519.523	0,087017
2014	21.639.798	0,108623
Pertumbuhan Rata- Rata		0.174709

Tabel II.2 Tingkat Ekspor PAC di Indonesia

Tahun	Ekspor (Kg)	Pertumbuhan Ekspor (%)
2010	4.861.409	
2011	1.958.720	-0,59708
2012	2.133.562	0,089263
2013	3.640.235	0,706177
2014	3.617.110	-0,006352
Pertumbuhan Rata- Rata		0,048000

Tabel II.3 Tingkat Produksi PAC di Indonesia

Tahun	Produksi (Kg)	Pertumbuhan Produksi (%)
2010	166.000.000	
2011	179.000.000	0,078313
2012	199.000.000	0,111732
2013	216.500.000	0,087939
2014	230.000.000	0,062355
Pertumbuhan Rata- Rata		0,085085

Tabel II.4 Tingkat Konsumsi PAC di Indonesia

Tahun	Konsumsi (Kg)	Pertumbuhan Konsumsi (%)
2010	170.000.000	
2011	191.500.000	0,126471
2012	216.000.000	0,127937
2013	231.500.000	0,071759
2014	248.000.000	0,071274
Pertumbuhan Rata- Rata		0,099360

Pabrik yang didirikan direncanakan akan beroperasi pada 2023. Untuk memprediksi jalan kerjanya pabrik, maka dibutuhkan data kebutuhan pasar PAC pada tahun tersebut. Data diatas dapat digunakan untuk

memprediksi kondisi pasar PAC yang terjadi di Indonesia. Prediksi pasar dapat dicari menggunakan persamaan:

$$F = P \cdot (1+i)^n$$

Dimana:

F = Nilai pada tahun ke-n

P = Nilai pada tahun awal

n = Selisih tahun n dikurangi tahun awal

i = Rata-rata pertumbuhan

Kapasitas pabrik dapat ditentukan dari kebutuhan pasar. Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat diprediksi kondisi pasar PAC pada tahun 2023 sebagai berikut:

Tabel II.5 Prediksi data PAC pada tahun 2023

Produksi	479.625.299,6 Kg
Konsumsi	581.717.835 Kg
Impor	91.746.904,62 Kg
Ekspor	5.515.806,98 Kg

Tabel diatas merupakan perkiraan keadaan pasar PAC yang ada di Indonesia pada tahun 2023. Dari hasil tersebut maka dapat ditentukan kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan. Kapasitas tersebut didesain agar mencukupi kebutuhan PAC dalam negeri. Sehingga pemerintah dapat mengurangi impor PAC dari luar negeri. kebutuhan pasar yang terbentuk adalah sebagai berikut :

$$S = (\text{Konsumsi} + \text{Ekspor}) - (\text{Produksi} + \text{Impor})$$

$$= (581.717.835 + 5.515.806,98) - (479.625.299,6 + 91.746.904,62)$$

$$= 15.861,49 \text{ Ton/Tahun}$$

dengan S merupakan kebutuhan pasar. Dari data kebutuhan pasar, dapat ditentukan kapasitas produksi merupakan 25% dari kebutuhan pasar. Hal tersebut, dilakukan untuk meminimalisir persaingan pasar dengan perusahaan PAC yang lain. Oleh karena itu, kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan adalah 4.000 ton/tahun.

II.2 Kualitas Bahan Baku dan Produk

II.2.1 Kualitas Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk membuat PAC adalah *Aluminium Chloride Hexahydrate*. *Aluminium Chloride Hexahydrate* tersebut memiliki properties sebagai berikut:

Tabel II.6 Spesifikasi Aluminium Chloride Hexahydrate

No	Jenis Properties	Spesifikasi
1.	Kemurnian	98%
2.	Kandungan Fe	0,035%
3.	Kandungan Logam lain	0,1%
4.	pH	3,5 – 5
5.	Basicity	10 – 83%
6.	Al : Cl	1,9:1 – 2,1:1

II.2.2 Kualitas Produk

Produk yang telah diproduksi akan dikomersilkan ke industri-industri yang ada di Indonesia. Dikarenakan produk PAC akan dikomersilkan ke industri yang ada di Indonesia maka spesifikasi yang digunakan mengikuti standar dari Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3822-1995. Spesifikasi SNI PAC ditunjukkan di tabel di bawah ini.

Tabel II.7 Spesifikasi PAC Sesuai Standar Nasional Indonesia

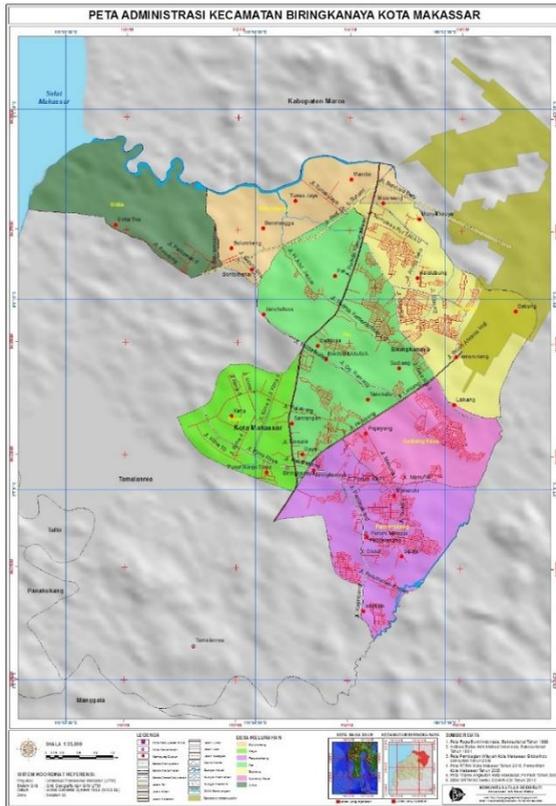
No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan	
			Cair	Serbuk
1.	Kerapatan Curah	g/ml		0,8 - 0,9
2.	Bobot Jenis	-	1,19 1,25	-
3.	Aluminium Oksida (Al_2O_3)	%`	10,0 11,0	30,0 33,0
4.	Basisitas	%	45 - 65	45 - 65
5.	pH (1% larutan)	-	3,5 - 5,0	3,5 - 5,0

	b/v)			
6.	Sulfat (SO ₄) ²⁻	%	maks. 3,5	maks. 10,5
7.	Besi (Fe)	%	maks. 0,01	maks. 0,03
8.	Nitrogen sebagai NH ₃	%	maks. 0,01	maks. 0,03
9.	Klorida (Cl)	%`	8,5 - 9,5	25,5-28,5
10.	Logam berat			
10.1	Arsen (As)	ppm	maks. 2,0	maks. 6,0
10.2	Kadmium (Cd)	ppm	maks. 0,3	maks. 0,9
10.3	Timbal (Pb)	ppm	maks. 7,0	maks. 21,0
10.4	Raksa (Hg)	ppm	maks. 0,2	maks. 0,6
10.5	Kromium (Cr)	ppm	maks. 7,0	maks. 21,0
10.6	Mangan (Mn)	ppm	maks. 10,0	maks. 30,0

II.3 Lokasi

Lokasi merupakan suatu aspek yang diperhatikan dalam perencanaan pendirian suatu pabrik karena akan berpengaruh pada kelangsungan atau keberhasilan dari suatu pabrik. Lokasi yang nantinya dipilih diharapkan mampu memberikan keuntungan dalam jangka waktu yang panjang dan memungkinkan untuk perluasan pabrik. Lokasi pabrik PAC ini ditetapkan berada di Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar. Kota Makassar berdasarkan Kementerian Perindustrian (Kemenperin) Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2019 sedang gencat gencatnya dalam pemurnian air kotor menjadi air bersih pada PDAM, hal itu memberikan potensi dalam pendirian pabrik sehingga dapat

dijadikan basis desain pabrik PAC yang direncanakan akan beroperasi pada tahun 2023.



Gambar II. 1 Lokasi Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar

Berikut ini adalah kondisi wilayah tersebut, antara lain:

- Kelembapan udara = 70% hingga 95%
- Suhu udara = 24 °C hingga 30 °C
- Curah Hujan = 3.2 mm
- Kecepatan angin = 19 km/jam
- Potensi gempa = Rendah

- Ketinggian daratan = 0 – 881 mdpl
(Sumber : BMKG, 2020)

Ada beberapa faktor yang berpengaruh pada pemilihan lokasi pabrik. Faktor- faktor tersebut antara lain:

- **Ketersedian Air**

Kawasan tersebut merupakan kawasan industri dengan sumber air yang berasal dari sungai disana yang membentang di Kecamatan Biringkanaya. Air sungai dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air produksi pabrik. Selain itu sumber air lainnya dapat diperoleh dari PDAM sebagai kebutuhan air sanitasi. Kebutuhan air juga dapat diperoleh dari pantai yang dekat dengan Kecamatan Biringkanaya.

- **Ketersediaan Lahan**

Kabupaten Maros mempunyai luas 693 km², sehingga sangat memungkinkan untuk dilakukannya pembangunan pabrik PAC serta dapat juga dilakukan untuk perluasan pabrik.

- **Ketersediaan Kerja**

Provinsi Sulawesi Selatan serta Kota Makassar memiliki jumlah penduduk yang banyak sehingga memudahkan untuk memperoleh tenaga kerja. Tenaga kerja yang dibutuhkan dapat diserap dari warga sekitar dengan keterampilan yang terqualifikasi. Tenaga kerja yang diserap dapat berasal dari tingkatan SMA, diploma maupun sarjana. Pendirian pabrik PAC ini juga mampu mengurangi tingkat pengangguran di wilayah tersebut.

- **Ketersediaan Transportasi**

Kecamatan Biringkanaya berjarak 15 km dari kota Makassar, dekat dengan pantai selat Makassar dan dilalui oleh jalur Poros Palopo – Makassar yang biasa digunakan untuk mengirim barang. Oleh karena itu, pengiriman bahan baku maupun produk dapat terdistribusi dengan lancar melalui transportasi darat. Selain itu Kecamatan Biringkanaya juga memiliki dermaga yang dapat digunakan

sebagai sarana transportasi laut. Adanya bandara Sultan Hasanuddin juga mempermudah pengiriman produk melalui jalur udara.

- **Pemasaran**

Daerah Limbung, Makassar, Maros sebagai daerah yang memiliki cukup banyak industri merupakan lahan potensial bagi pemasaran produk karena banyak dari pabrik tersebut menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan. Selain itu Makassar sedang gencat gencatnya dalam proses penjernihan PDAM yang mana merupakan potensi bagi pendirian pabrik PAC ini. Kawasan tersebut juga memiliki kemudahan akses untuk memasarkan produk ke luar negeri (ekspor).

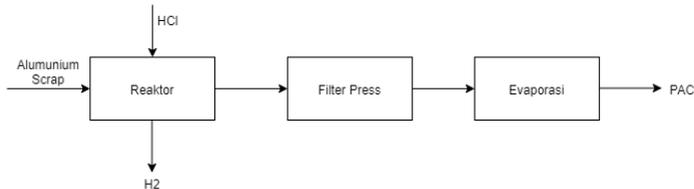
BAB III

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

III.1 Bahan Baku

Secara umum, proses pembuatan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) tergantung dari raw material yang digunakan, berasal dari Al yang terdapat pada alam (Contoh : Al_2O_3 pada Bauksit) maupun Al sintesis yang dapat berasal dari *Aluminium Scrap* dan *Aluminium Chloride Hexahydrate*.

III.1.1 Aluminium Scrap



Gambar III.1 Blok Diagram pembuatan PAC dari Aluminium Scrap

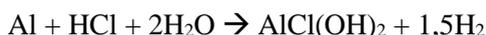
Dalam pembuatan *Polyaluminium Chloride* dengan menggunakan bahan baku *Aluminium scrap* terdapat beberapa tahapan, diantaranya:

1. *Reducing Size dari Aluminium*

Aluminium scrap yang didapatkan dari tempat pengepulan kemudian diletakkan dalam gudang penyimpanan. Kemudian aluminium dibawa dengan *bucket conveyor* menuju shredder. Aluminium dihancurkan dengan shredder. Shredder adalah mesin yang digunakan untuk mengurangi ukuran dari semua jenis bahan. Shredder industri hadir dalam berbagai variasi desain dan banyak ukuran. Aluminium dihancurkan dan dikecilkan ukurannya hingga 50 mesh. Aluminium dikecilkan ukurannya agar mempermudah reaksi dengan asam klorida karena ukuran yang kecil membuat luas permukaan dari aluminium menjadi lebih besar sehingga seluruh permukaan aluminium dapat bereaksi.

2. Reaksi dengan Asam Klorida (HCl)

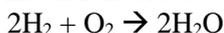
Pada reaksi ini aluminium scrap yang telah dihancurkan kemudian dilewatkan menuju reaktor. Sebelum menuju reaktor, aluminium terlebih dahulu ditimbang dalam tangki weigh feeder. Tangki weigh feeder berguna untuk memastikan jumlah feed yang masuk dalam sekali jalan melalui penimbangan. Setelah diketahui jumlah feed yang masuk, kemudian aluminium menuju reaktor. Di dalam reaktor sudah terdapat asam klorida (HCl) 1M yang telah dipanaskan hingga 45°C. Asam klorida sebelumnya telah ditampung pada tangki penampung dan dialirkan ke dalam reaktor dengan prinsip gravitasi. Kemudian aluminium dilewatkan secara perlahan hingga bereaksi dengan HCl. Reaksi yang terjadi adalah:



Reaksi berlangsung secara eksotermis dan menghasilkan panas. Namun, produk yang dihasilkan harus bersuhu tidak lebih dari 80 °C. Untuk menjaga agar suhu tetap pada 80°C maka pada reaktor dipasang jaket berpendingin berupa air. Reaksi berlangsung selama 300 menit, maka dari itu reaktor bersifat batch. Reaksi ini memiliki konversi 70%. Aluminium akan bereaksi mengikuti shrinking core model. Aluminium akan diselimuti HCl dan akan membentuk PAC. Reaksi ini menghasilkan gas hidrogen yang berbahaya karena mudah bereaksi dengan udara yang mengandung oksigen sehingga menghasilkan ledakan. Untuk itu maka diperlukan penanganan gas hidrogen (H₂) yang terbentuk.

3. Kontrol by *Product* Berupa Gas Hidrogen (H₂)

Reaksi di atas akan menghasilkan produk samping berupa gas hidrogen (H₂). Gas hidrogen merupakan gas yang sangat reaktif dikarenakan elektron valensi tunggalnya. Gas hidrogen yang dihasilkan kemudian dilewatkan menuju flare bersuhu 2210 °C untuk dibakar. Dalam pembakaran tersebut terdapat reaksi:



Selain gas hidrogen, asam klorida yang tidak habis bereaksi juga akan melalui *flare* dan dilepas.

4. Filtrasi PAC

Produk yang terbentuk dan reaktan sisa selain yang berfase gas akan menuju filter press. Filter press merupakan alat separasi atau pemisahan *solid-liquid* dengan menggunakan tekanan. Larutan akan dilewatkan pada sebuah lamela dengan filter plate membran yang disusun. Kemudian endapan akan dilewatkan pada plate yang telah ditekan dengan pompa hidrolis. Larutan polialuminium klorida akan mengalami overflow dan mengalir menuju ke evaporator, sementara *cake* berupa sisa aluminium dan pengotor mangan akan mengendap memenuhi sisi frame. Setelah seluruh plate terpenyuh endapan, maka endapan akan dialirkan menuju separator. Di separator, aluminium yang tidak bereaksi akan di kembalikan menuju reaktor, sedangkan pengotor berupa mangan dan sebagian kecil air yang terikut kan di *purge*.

5. Evaporasi

Setelah larutan PAC terpisah dengan aluminium dan pengotor mangan, larutan dialirkan menuju evaporator. Evaporasi bertujuan untuk mengurangi kadar air hingga memenuhi spek PAC layak jual, yaitu minimal 10% PAC. Evaporator yang digunakan berjenis *shell and tube evaporator*, dimana larutan yang diuapkan akan melalui *shell* sementara *steam* pemanas akan mengalir di *tube*. *Steam* yang dipakai bersuhu 122 °C.

III.1.2 Bauksit

Dalam proses pembuatan alumina ada beberapa proses yaitu Proses Basa dan Proses Asam. Proses Basa adalah proses ekstraksi alumina dengan larutan alkali, soda kaustik atau soda abu. Proses Asam yaitu dengan menggunakan *acid-leaching* atau dengan larutan asam sulfat untuk mengekstraksi alumina.

III.1.2.1 Proses Basa

Proses Basa yang terkenal ialah Proses Bayer ditemukan oleh ahli kimia bernama Karl Josef Bayer yang berasal dari

Austria pada tahun 1888 ketika dia bekerja di Rusia di Pabrik Kimia Tentelev (St. Petersburg) dan pabrik kimia Elabuga di Sungai Kama. Proses ini mengalami pengembangan di tahun 1892 dengan penggantian soda abu menjadi soda kaustik sebagai pengekstrak. Proses Bayer dikembangkan untuk mensuplai alumina dalam industri tekstil (Senyuta, Panov, Suss, & Layner, 2016). Proses Bayer merupakan proses yang digunakan dalam mengekstraksi bauksit untuk menghasilkan alumina. Bauksit merupakan bijih aluminium yang mengandung 30 – 54% alumina dan sisanya adalah campuran silika, oksida besi dan titanium dioksida. Proses ini dapat digunakan untuk bauksit dengan kandungan silika rendah. Proses produksi alumina yang dikembangkan pada tahun 1888 prosesnya hampir sama dengan proses sinter, tetapi bedanya pada proses presipitation dimana proses sinter pada tahap presipitation dengan penambahan CO₂ sedangkan proses bayer dengan penambahan *seed* (bibit Al(OH)₃) yang digunakan untuk mempercepat pembentukan Al(OH)₃.

Macam-macam mineral yang mengandung aluminium di bauksit yaitu Gibbsite, Bohmite, dan Diaspore. Langkah pertama adalah bijih bauksit dihancurkan dan ditumbuk pada ball atau rod mill untuk memperkecil ukuran agar menghasilkan ekstraksi yang lebih banyak, kemudian pencampuran bauksit kedalam larutan natrium hidroksida di dalam digester menghasilkan natrium aluminat dan residu bauksit yang tidak larut yang mengandung zat besi, silikon dan titanium. Kondisi dalam digester diatur sesuai dengan sifat bijih bauksit. Bijih dengan mineral berupa Gibbsite pada 140 °C. pada Bohmite 240 °C dan pada Diaspore pada 280 °C. Reaksi yang terjadi yaitu:

- Gibbsite :

$$\text{Al(OH)}_3 + \text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{Al(OH)}_4^- + \text{Na}^+$$
- Bohmite dan Diaspore :

$$\text{AlO(OH)} + \text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al(OH)}_4^- + \text{Na}^+$$

Slurry didinginkan dengan cepat dan residu yang tidak larut, dikenal dengan *red mud*, dipisahkan dari larutan natrium aluminat. Natrium aluminat diendapkan dengan suhu 60-75 °C.

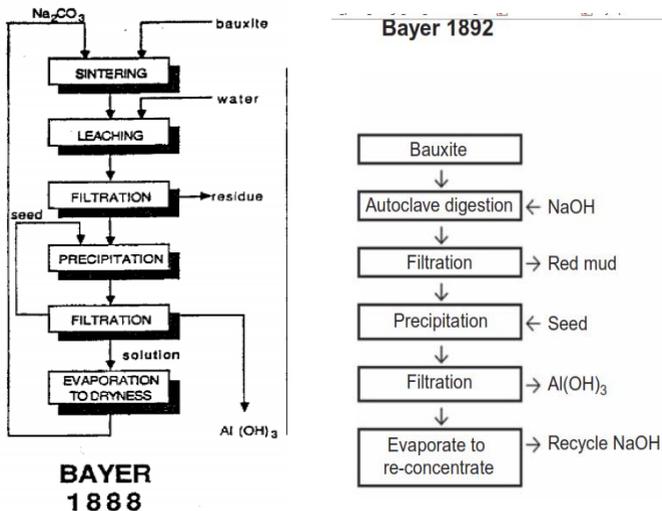
Bijih $\text{Al}(\text{OH})_3$ ditambahkan untuk memicu pertumbuhan kristal hidrat alumina. Reaksi pengendapan:



Kemudian hidrat disaring dan dicuci dalam vacum filter untuk mengeluarkan dan me-*recycle* cairan proses. Hidrat dikalsinasi dalam *rotary kiln* untuk membentuk alumina. Dalam proses kalsinasi terjadi pada suhu 1000-1250 °C:



Proses kalsinasi harus dikontrol dengan hati-hati karena menentukan sifat- sifat produk akhir (Liu et al., 1972). Ukuran alumina setelah kalsinasi ialah 25 μm . Proses bayer memiliki konsumsi energi yaitu 11 GJ/ton alumina sedangkan proses sinter yaitu 30-40 GJ/ton alumina (Luo & Soria, 2008). Dengan konsumsi energi yang lebih rendah, proses bayer dapat menghasilkan yield yang tinggi (>93%). Namun proses bayer akan tidak ekonomis jika menggunakan bahan baku bauksit yang memiliki kadar silika yang tinggi (Ruys, 2019).



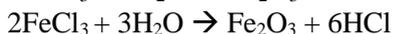
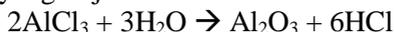
Gambar III.2 Skema Proses Bayer

III.1.2.2 Proses Asam

Proses Asam adalah proses mengekstraksi alumina dari bauksit dengan asam klorida. Pertama bauksit dihancurkan dalam *crusher* dan masuk dalam tangki untuk dicampur dengan larutan asam klorida encer dan menghasilkan *slurry*. *Slurry* dialirkan dalam reaktor dimana dipanaskan dengan cara tidak langsung dengan suhu 70-110 °C. Reaksi yang dihasilkan:

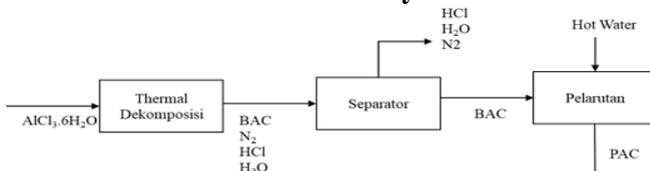


Kemudian dilakukan pemisahan pada *settler* dimana residu yang tidak bereaksi terpisah dari larutan kemudian di flokulasi dengan penambahan flokulan 250 ppm dan diteruskan ke filter, lalu *cake* tersebut di cuci dan keluar berupa residu bauksit sebagai limbah, sedangkan larutan AlCl_3 dari hasil pemisahan *settler* di *filter* kembali. Padatan yang masih terikut dipisahkan lagi, kemudian larutan di kristalisasi. Hasil kristalisasi di *filter* kemudian dicuci dan dikeringkan dengan suhu 800 °C. Reaksi yang terjadi:



dihasilkan 95% Al_2O_3 dan kurang dari 2,5% berat Fe_2O_3 diperoleh kembali. Kemudian masuk dalam *rotary kiln* dilakukan pengeringan lebih lanjut dengan suhu 1600-1750 °C. Produk akhir dapat dikontrol ukuran partikel dengan memilih ukuran cetakan briket yang sesuai (Andrews, Waverley, Milne, Balwyn, & Moyle, 1984).

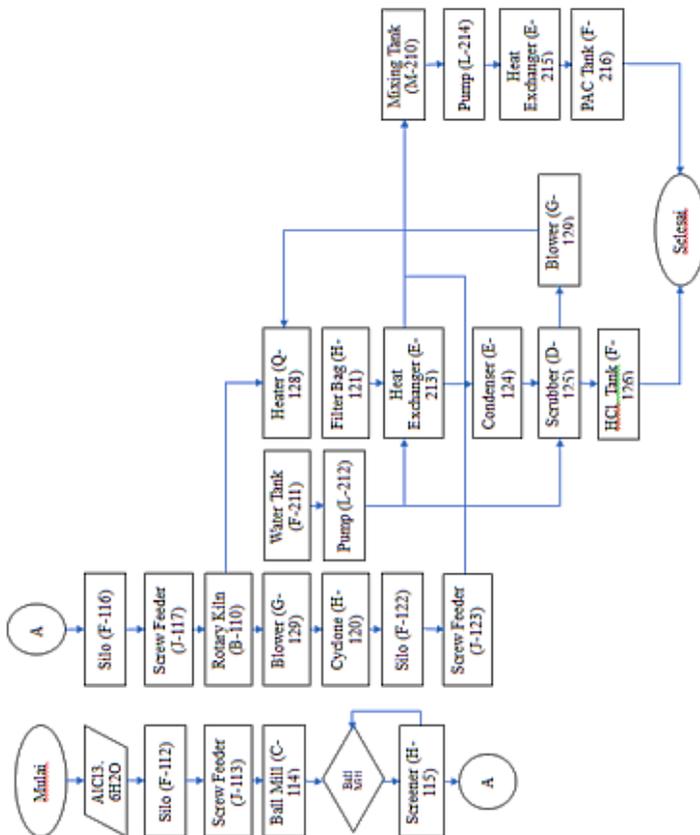
III.1.3 Aluminium Chloride Hexahydrate



Gambar III.3 Blok Diagram pembuatan PAC dari Aluminium Chloride Hexahydrate

Terdapat dua proses utama yang digunakan dalam proses produksi *Poly Aluminium Chloride*, yaitu proses dekomposisi termal dan proses pelarutan. Proses dekomposisi termal dari Aluminium Klorida Hidrat ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) merupakan proses pembentukan $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ menjadi BAC (Basic Aluminium Chloride Hydrate). Sedangkan proses pelarutan adalah proses untuk melarutkan BAC dengan air pada suhu 90°C menjadi *Poly Aluminium Chloride*.

Uraian Proses Aluminium Chloride Hexahydrate



III.1.3.1 Proses *Reducing Material*

Bahan baku berupa $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dari storage penyimpanan (F-111) diumpungkan menuju silo (F-112) menggunakan crane baru kemudian menuju screw conveyer (J-113) yang diteruskan menuju ball mill (C-114). Silo bertujuan untuk menampung sementara bahan baku sebelum masuk menuju ball mill. Screw Conveyer berguna untuk mass rate yang masuk menuju ball mill dapat diatur secara teratur. Ball mill memiliki fungsi sebagai size reduction dari bahan baku yang semula 10 mesh menjadi 30 mesh. Dari ball mill menuju screener (H-115) untuk menyelaraskan bentuk dari bahan baku yaitu sebesar 30 mesh. Untuk ukuran yang belum sesuai, maka akan ditranferkan kembali menuju ball mill. Ball dalam ball mill terbentuk dari baja yang memiliki skala mohs 4, sedangkan kristal dari aluminium klorida memiliki skala mohs 3, maka dari itu baja sudah cocok digunakan untuk mereduksi ukuran dari aluminium klorida. Tujuan dari mereduksi ukuran ini yaitu untuk memperluas kontak reaksi yang nanti akan terjadi pada rotary kiln (B-110)

Dari screener kemudian menuju silo (F-116) yang kemudian ditranferkan menuju rotary kiln (B-110) menggunakan screw feeder (J-117) untuk dilakukan proses thermal dekomposisi. Fungsi dari silo dan screw feeder yaitu sama seperti sebelumnya, untuk menampung sementara dan untuk mengatur rate massa yang masuk menuju rotary kiln.

III.1.3.2 Proses Thermal Dekomposisi

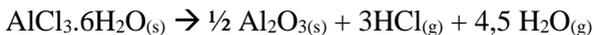
Bahan polimer padat mengalami perubahan fisik dan kimia ketika diberikan panas. Dekomposisi termal adalah suatu proses perubahan spesies kimia yang disebabkan oleh panas, sedangkan degradasi termal adalah suatu proses dimana aksi panas atau suhu yang meningkat pada suatu bahan, produk, atau perakitan yang menyebabkan hilangnya sifat fisik, mekanik, atau listrik (Beyler, C & Hirschler, M,).

Dalam hal pemanasan, perubahan yang penting adalah dekomposisi termal, dimana dekomposisi kimiawi bahan padat

menghasilkan uap bahan bakar gas, yang dapat terbakar diatas bahan padat tersebut. Panas yang ditransfer ke polimer menyebabkan timbulnya volati yang mudah terbakar; volatile ini bereaksi dengan oksigen di udara di atas polimer untuk menghasilkan panas, dan sebagian dari panas ini ditranfer kembali ke polimer untuk melanjutkan proses (Beyler, C & Hirschler, M.).

Degradasi termal tidak terjadi sampai suhu sangat tinggi sehingga ikatan kimia primer dipisahkan. Ini biasanya dimulai pada suhu sekitar 150-250 °C dan laju degradasi meningkat dengan meningkatnya suhu. Hal ini pernah dilakukan oleh Madorsky dan Straus (1954–1961), yang menemukan bahwa beberapa polimer (poli (metil metakrilat), poli (a-metilstirena) dan poli (tetrafluoroetilena)) terutama membentuk kembali monomer mereka saat dipanaskan, sementara yang lain (seperti polietilen)) menghasilkan banyak produk dekomposisi.

Pada proses thermal decomposition, $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dipanaskan hingga suhu 200 °C dengan waktu 150 menit dengan tekanan moderate menggunakan heater (Q-128) pada rotary kiln (B-110). Pada suhu tinggi, $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ terdekomposisi menjadi



Dimana hasil reaksi ini biasanya disebut dengan BAC (Basic Aluminium Chloride) dengan molekulnya $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Cl}_2$. Hasil ini kemudian ditranferkan menuju cyclone (H-120) menggunakan sistem conveying yaitu dengan blower (G-129). Terlihat bahwa terbentuk gas asam klorida (HCl) dan air (H_2O) yang mana gas ini akan ditranferkan menuju bag filter (H-121) untuk dipisahkan antara gas dan padatan yang mungkin terbawa.

III.1.3.3 Proses Pemisahan

Cyclone (H-120) bertujuan untuk memisahkan partikel padatan yang terbentuk akibat gesekan yang terjadi pada pipa sebelum menuju cyclone. Partikel padatan akan jatuh menuju kebawah, sedangkan udara penggerakannya akan menuju filter bag

(H-121) untuk dipisahkan antara padatan yang mungkin terbawa oleh udara.

Bag filter (H-121) memiliki fungsi sebagai pemisah antara padatan dan gas. Padatan akan tersangkut pada filter sedangkan gas akan melewati filter. Gas yang melewati filter ini akan didinginkan menggunakan Heat Exchanger (E-213) dengan tipe Double Pipe Heat Exchanger (DPHE). Gas yang semula memiliki suhu 215 °C didinginkan menggunakan demin water yang berasal dari tangki penyimpanan demin water (F-211) yang kemudian di pompa menggunakan pompa sentrifugal (L-212) menuju heat exchanger. Suhu keluaran dari gas menjadi 158 °C, sedangkan suhu demin water yang semula 30 °C menjadi 90 °C.

Gas yang melewati *heat exchanger* (E-213) kemudian di condenser dengan heat exchanger (E-124) dari yang semula 158 °C menjadi 60 °C. Disini air mengalami perubahan fasa yang tadinya fasa gas menjadi fasa cair. HCl yang masih tersisa nantinya akan di-scrubber menggunakan wet scrubber. Karena masih memiliki kandungan HCl sebesar 18,51 kg/jam sedangkan kandungan SNI HCl sebesar 0,0082209 kg/jam. Maka dari itu diperlukanlah pemisahan lebih lanjut untuk mengurangi kadar gas HCl yang nantinya akan dibuang, yaitu menggunakan Scrubber (D-125). *Scrubber* disini bertipe wet scrubber dimana fluida berupa air di-spray dari bagian atas scrubber untuk menangkap gas HCl sisa. Gas HCl ini nantinya akan tertahan pada filter yang terdapat pada scrubber, sehingga gas keluaran dapat sesuai dengan standar SNI. HCl sisan dan air yang terkondensasi kemudian ditranferkan menuju tangki penyimpanan limbah (F-126).

Udara yang telah dipisahkan dari HCl dengan bantuan scrubber (D-125) kemudian di pindahkan menggunakan blower (G-127) untuk dilakukan pemanasan sebagai udara panas pada proses rotary kiln (B-110) dengan menggunakan heater (Q-128).

III.1.3.4 Proses Pelarutan

Setelah terbentuknya BAC, kemudian menuju tangki pelarutan menggunakan bantuan *screw conveyor* (J-123). Di dalam tangki pelarutan, BAC dilarutkan dengan air dalam kondisi 90 °C dan tekanan 1 atm hingga sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu 10% total aluminium dan total 90% air. BAC yang dilarutkan dengan air kemudian membentuk PAC cair dengan kondisi Al sebesar 10% dari berat total. Kemudian PAC ditranferkan menuju tangki penyimpanan produk (F-216) menggunakan pompa (L-214).

III.2 Pemilihan Proses

Dari ketiga bahan baku yang telah dipaparkan diatas, dilakukan analisa perbandingan antara bahan baku Aluminium Scrap, Bauksit, dan Aluminium Chloride Hexahydrate.

Aspek	Aluminium Scrap	Bauksit (Proses Bayer)	Aluminium Chloride
Kondisi Operasi : - Suhu Reaksi - Tekanan Reaksi	40 °C 1 atm	70-110 °C 1 atm	90 °C 1 atm
Bahan Baku	Al, HCl, NaOH	Al, O, Fe, Ti	AlCl ₃ .6H ₂ O
By Product	H ₂ , HCl	HCl	HCl
Kebutuhan Energi	Tinggi	Tinggi	Sedang
Yield	80%	93%	91%

Uraian aspek dan pertimbangan yang tertera diatas memberikan kesimpulan bahwa bahan baku Aluminium Chloride Hexahydrate lebih baik pada proses keseluruhan, serta dalam penggunaan energy yang rendah sehingga dipilih sebagai bahan baku dalam pembuatan *Poly Aluminium Chloride* (PAC).

BAB IV NERACA MASSA & ENERGI

IV.1 Neraca Massa

1 tahun = 330 hari kerja

1 hari = 24 jam

Basis Perhitungan = 1 jam

Untuk mengetahui jumlah $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk PAC sebanyak 4000 ton per tahun, yaitu dengan:

1. Dilakukan perhitungan neraca massa dengan basis kg/ jam.
2. Memasukkan asumsi jumlah raw material $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan basis kg/ jam.
3. Menghitung keseluruhan neraca massa pada alat yang kemudian diperoleh hasil produk dalam kg/ jam.
4. Dengan bantuan *goal seek* pada *Microsoft Excel*, mengubah hasil produk yang diperoleh dari asumsi tadi menjadi 505,0505 kg/ jam dengan mengubah jumlah raw material yang digunakan.
5. Didapatkan produk PAC sebesar 505,0505 kg/ jam, dengan perhitungan :

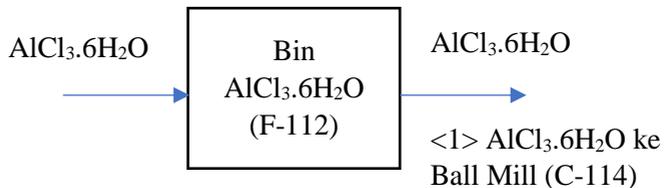
$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi} &= 4000 \text{ ton/ tahun} \\ &= 12,121.212 \text{ kg/ hari} \\ &= 505,0505 \text{ kg/ jam} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh raw material yang digunakan sebesar 98,596 kg/ jam

No	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
1	$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	99.00%	97.61
2	impuritis	1.00%	0.99
3	Fe_2O_3	0.002%	0.002
4	MgSO_4	0.001%	0.001
5	CaSO_4	0.004%	0.0039
6	TiO_2	0.02%	0.0197
7	H_2O	0.773%	0.7621
Total		100.00%	98.60

1. Bin Aluminium Klorida (F-112)

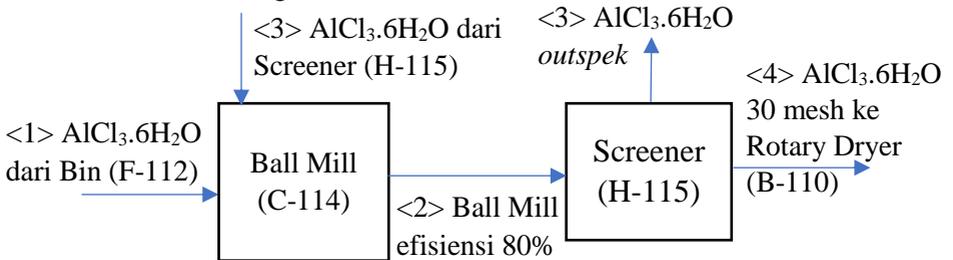
Fungsi: Untuk penampungan raw material sebelum dilanjutkan menuju ball mill dengan bantuan screw feeder.



Aluminium hexahydrate dimasukkan dalam silo dengan cara batch dengan pengeluaran 98,596 kg/jam <1>.

2. Ball Mill (C-114) & Vibrating Screen (H-115)

Fungsi: Untuk mengecilkan ukuran raw material menjadi 30 mesh dan menyeragamkan dengan menggunakan vibrating screen.



- Neraca Massa Ball Mill

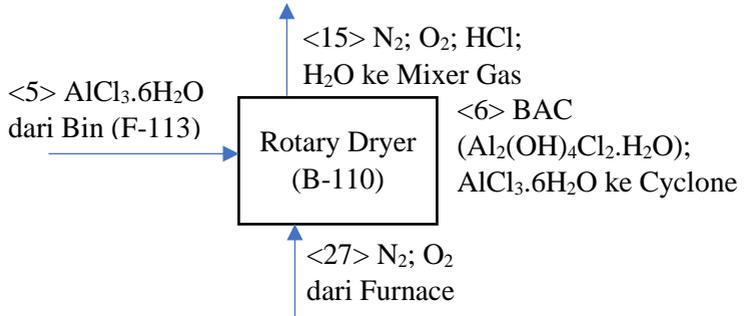
Komponen	Input		Output
	<1>	<3>	<2>
$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	97,61	24,4	122,01
Na_2O	0,1972	0,0493	0,25
Fe_2O_3	0,0020	0,0005	0,00
MgSO_4	0,0010	0,00025	0,00
CaSO_4	0,0039	0,00099	0,00
TiO_2	0,0197	0,0049	0,02
H_2O	0,7621	0,1905	0,95
Total	98,596	24,65	123,245

- Neraca Massa Screener

Komponen	Input	Output	
	<2>	<3>	<4>
$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	122,01	24,4	97,61
Na_2O	0,25	0,05	0,20
Fe_2O_3	0,00	0,00	0,00
MgSO_4	0,00	0,00	0,00
CaSO_4	0,00	0,00	0,00
TiO_2	0,02	0,00	0,02
H_2O	0,95	0,19	0,76
Total	123,245	24,65	98,596

3. Rotary Dryer (B-110)

Fungsi: Mendekomposisi $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ menjadi BAC (Basic Aluminium Chloride)

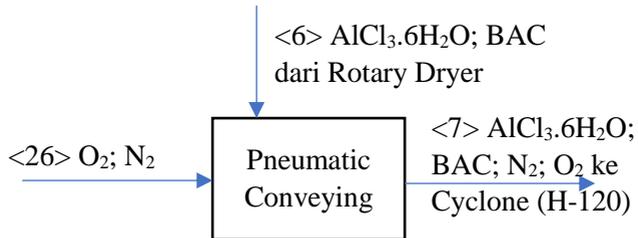


Neraca Massa Rotary Dryer

Komponen	Input		Output	
	<5>	<27>	<6>	<15>
$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	97,61		36,38	
$\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$			26,75	
HCl				18,51
H_2O				15,97
N_2		1548,4		1548,4
O_2		411,6		411,6
Na_2O	0,1972		0,1972	
Fe_2O_3	0,0020		0,0020	
MgSO_4	0,0010		0,0010	
CaSO_4	0,0039		0,0039	
TiO_2	0,0197		0,0197	
Total	98,596	1720,85	63,3551	1756,0928
Total Input & Output	1819,4479		1819,4479	

4. Pneumatic Conveying (G-129)

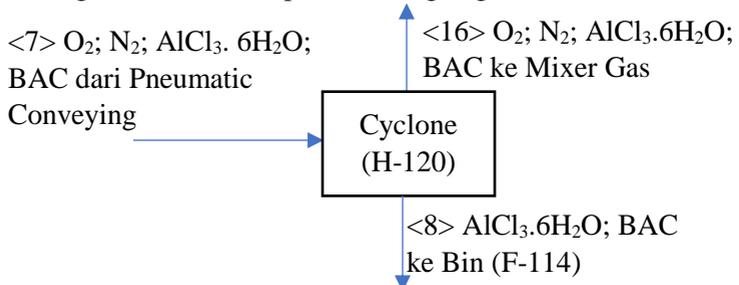
Fungsi: Mengalirkan bahan dari rotary dryer menuju cyclone



Komponen	Input		Output
	<6>	<26>	<7>
AlCl ₃ ,6H ₂ O	36,3850		36,38
O ₂		23,0154	23,0154
N ₂		86,5816	86,5816
Al ₂ (OH) ₄ (Cl) ₂ ,6H ₂ O	26,75		26,75
Na ₂ O	0.1972		0.1972
Fe ₂ O ₃	0.0020		0.0020
MgSO ₄	0.0010		0.0010
CaSO ₄	0.0039		0.0039
TiO ₂	0.0197		0.0197
Total	159,8549		159,8549

5. Cyclone (H-120)

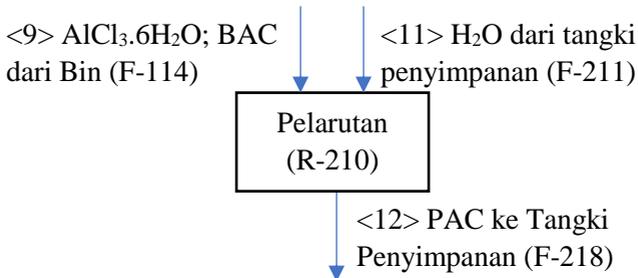
Fungsi: Memisahkan padatan dengan gas



Komponen	Input	Output	
	<7>	<8>	<16>
AlCl ₃ .6H ₂ O	36,38	29,11	7,28
Al ₂ (OH) ₄ (Cl) ₂ .6H ₂ O	26,75	21,40	5,35
O ₂	23,02		23,02
N ₂	86,58		86,58
Na ₂ O	0.1972	0.158	0.0394
Fe ₂ O ₃	0.00197	0.0016	0.0004
MgSO ₄	0.0010	0.0008	0.0002
CaSO ₄	0.00394	0.0032	0.0008
TiO ₂	0.0197	0.0158	0.0039
Total	159,85	159,85	

6. Tangki Pelarutan (R-210)

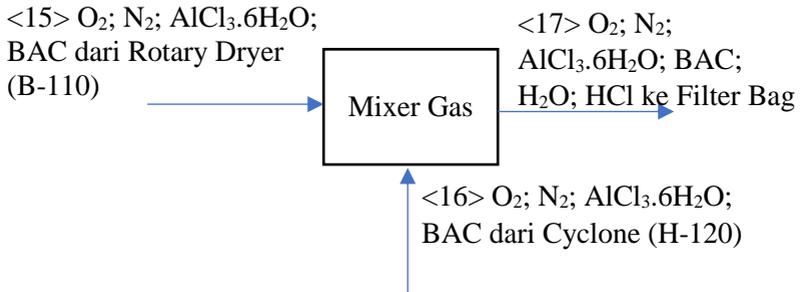
Fungsi: Melarutkan BAC dengan air hingga menjadi PAC



Komponen	Input		Output
	<9>	<11>	<12>
AlCl ₃ .6H ₂ O	29,11		29,11
Al ₂ (OH) ₄ (Cl) ₂ .6H ₂ O	21,40		21,4
H ₂ O		454,545	454,545
Total	505,0505		505,0505

7. Mixer Gas

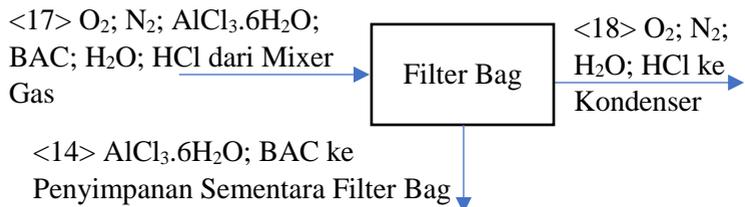
Fungsi: Menggabungkan gas dari rotary dryer dan cyclone



Komponen	Input		Output
	<15>	<16>	<17>
HCl	18,5069		18,51
H ₂ O	15,9717		15,97
N ₂	1548,3957	86,58	1634,9773
O ₂	411,5989	23,02	434,6142
AlCl ₃ .6H ₂ O		7,28	7,28
BAC		5,349	5,349
Na ₂ O		0.0394	0.0394
Fe ₂ O ₃		0.0004	0.0004
MgSO ₄		0.0002	0.0002
CaSO ₄		0.0008	0.0008
TiO ₂		0.0039	0.0039
Total	1865,26		1865,26

8. Filter Bag (H-121)

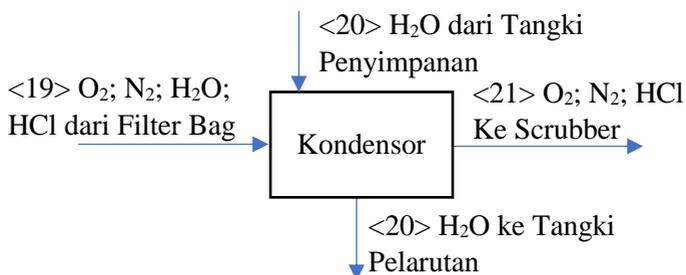
Fungsi: Menyaring gas dari padatan pengotor



Komponen	Input	Output	
	<17>	<14>	<18>
HCl	18,51	18,51	
H ₂ O	15,97	15,97	
N ₂	1634,98	1634,98	
O ₂	434,61	434,61	
AlCl ₃ .6H ₂ O	7,28	0,0728	7,2042
BAC	5,35	0,0535	5,2958
Na ₂ O	0.0394	0.00039	0.0390
Fe ₂ O ₃	0.0004	0.000004	0.0004
MgSO ₄	0.0002	0.000002	0.0002
CaSO ₄	0.0008	0.000008	0.0008
TiO ₂	0.0039	0.000039	0.0039
Total	1865,26	1865,26	

9. Heat Exchanger (E-213)

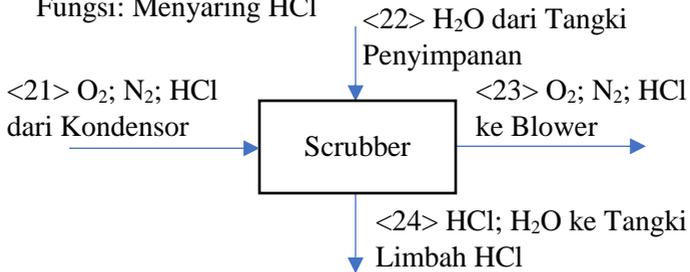
Fungsi: Megubah air fase gas menjadi fase liquid



Komponen	Input	Output	
	<19>	<21>	<20>
HCl	18,51	18,51	
H ₂ O	16,73		16,73
N ₂	1435,71	1435,71	
O ₂	381,64	381,64	
Total	1852,59	1852,59	

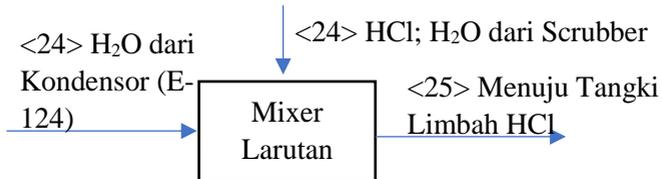
10. Scrubber (D-125)

Fungsi: Menyaring HCl



Komponen	Input		Output	
	<21>	<22>	<24>	<23>
HCl	18,51		18,4987	0,00723
N ₂	1435,71			1435,71
O ₂	381,64			381,64
H ₂ O		2946,599	2946,599	
Total	1835.8587	2946.5990	2965.0987	1817.3590

11. Mixer Larutan



Komponen	Input		Output
	<20>	<24>	<25>
HCl		18.50	18.50
H ₂ O	16.73	2946.60	2963.33
Na ₂ O		0.00039	0.00
Fe ₂ O ₃		0.00000	0.00
MgSO ₄		0.00000	0.00
CaSO ₄		0.00001	0.00
TiO ₂		0.00004	0.00
Total		2981.8330	2981.8330

IV.2 Neraca Energi

Suhu Referensi = 25 °C = 298 K

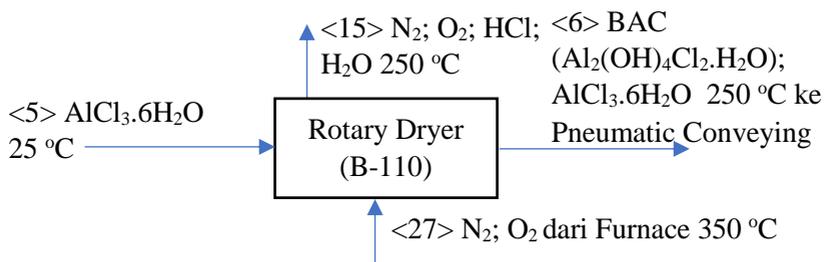
Basis = kJ/ jam

Tabel IV.1 Data Cp dan Hf

Cp dan <i>Heat of Formation</i> (H_f)						
No	Komponen	A	B	C	D	Ref
1	AlCl ₃ ,6H ₂ O	76				2
2	Al ₂ O ₃	22,080	0,00897	-522,500		2
3	H ₂ O _(l)	18,2964	0,472	-0,0013388	0,000001314	1
4	H ₂ O _(g)	33,46	0,00688	0,00000760	-0,000000004	1
5	HCl	29,13	-0,0013	0,00000972	-0,000000004	1
6	N ₂	29	0,00220	0,00000572	-0,000000003	1
7	O ₂	29,1	0,01158	-0,00000608	0,000000001	1
8	PAC	91,12				
9	CO ₂	36,110	0,042	-3,E-05	0,0000000075	1
10	Na ₂ O	63.78	0.01171	1678000		2
11	Fe ₂ O ₃	24.72	0.01604	423400		2
12	MgSO ₄	26.7				2
13	CaSO ₄	18.52	0.02197	156800		2
14	TiO ₂	11.81	0.00754	41900		2

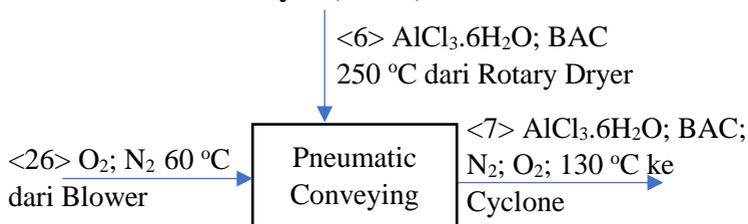
(Sumber: Perry's Chemical Engineering Handbook 7th edition & Himmelblau 6th edition)

1. Rotary Dryer (B-110)



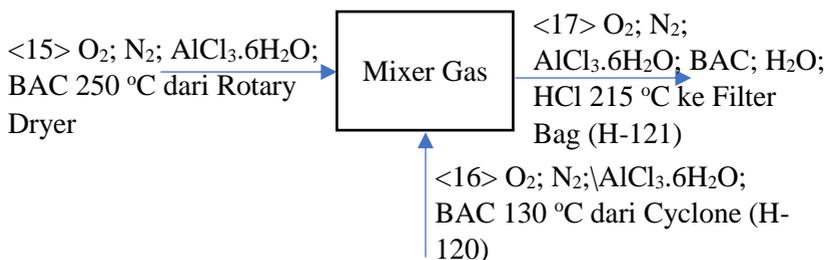
Komponen	Input		Output	
	<5>	<27>	<6>	<15>
AlCl ₃ .6H ₂ O	0.0000		10779.35	
Al ₂ (OH) ₄ Cl ₂ .H ₂ O			2598.83	
HCl				3415.12
H ₂ O				48466.94
N ₂		488384.51		335052.34
O ₂		121979.43		83601.14
Na ₂ O	0.00000		190.94	
Fe ₂ O ₃	0.00000		0.37	
MgSO ₄	0.00000		0.21	
CaSO ₄	0.00000		0.80	
TiO ₂	0.00000		1.23	
Reaksi				126256,68
Total		610363.94		610363.94

2. Pneumatic Conveyor (G-129)



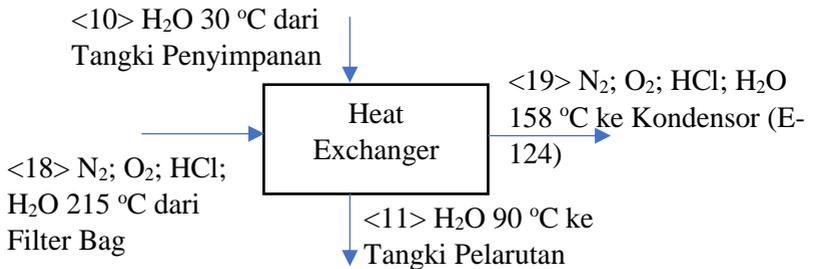
Komponen	Input		Output
	<6>	<26>	<7>
$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	10779,3525		5030,36
$\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	2598,83		1212,79
O_2		713.47	2158.71
N_2		2875.05	8675.99
Na_2O	190.9352		81.27
Fe_2O_3	0.36618		0.15
MgSO_4	0.20652		0.10
CaSO_4	0.80362		0.34
TiO_2	1.22711		0.54
Total	17160.2423		17160.2423

3. Mixer Gas



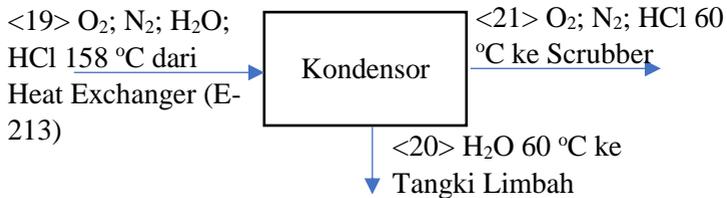
Komponen	Input		Output
	<16>	<15>	<17>
HCl		3415.12	3309.97
H ₂ O		48466.94	48222.62
N ₂	8675.99	335052.34	342919.54
O ₂	2158.71	83601.14	85554.83
AlCl ₃ ,6H ₂ O	1006.07		2090.61
Al ₂ (OH) ₄ Cl ₂ ,H ₂ O	242.5576408		504.0317122
Na ₂ O	16.25498341		33.37999332
Fe ₂ O ₃	0.030945581		0.052049525
MgSO ₄	0.02		0.04
CaSO ₄	0.06728745		0.094940456
TiO ₂	0.107117926		0.17777037
Total		482635.34	482635.34

4. Heat Exchanger (E-213)



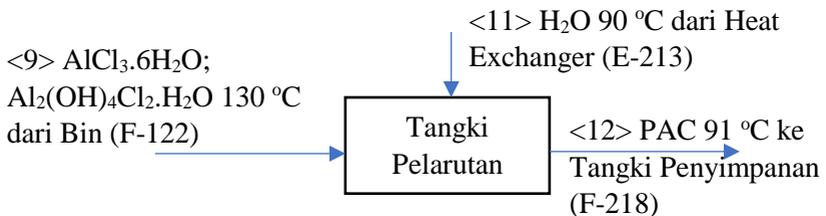
Komponen	Input		Output	
	<10>	<18>	<11>	<19>
HCl		3309.97		2317.66
H ₂ O	10913.04441	48222.62	142986.84	45928.47
N ₂		342919.54		239911.27
O ₂		85554.83		59775.76
Total	490920.0014		490920.00	

5. Kondenser (E-124)



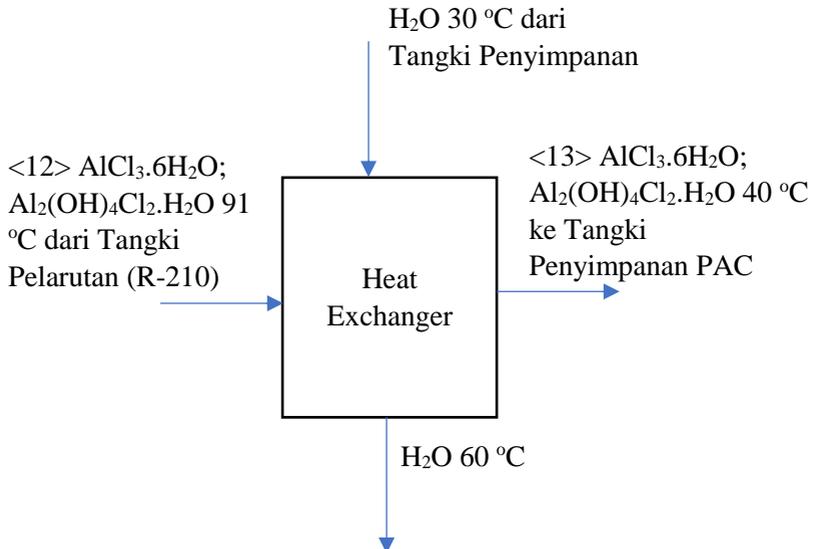
Komponen	Input	Output	
	<20>	<21>	<23>
HCl	2317.66		524.20
H ₂ O	45928.47	2448.44	
N ₂	239911.27		54144.93
O ₂	59775.76		13436.58
Total	347933.16	70554.16	

6. Tangki Pelarutan (R-210)



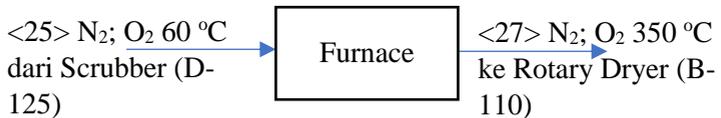
Komponen	Input		Output
	<9>	<11>	<12>
AlCl ₃ .6H ₂ O	4,024.2916		2523.87
Al ₂ (OH) ₄ Cl ₂ .H ₂ O	970.23		608.49
H ₂ O		142986.84	144875.56
Na ₂ O	65.01993365		38.81
Fe ₂ O ₃	0.123782322		0.07
MgSO ₄	0,08		0.05
CaSO ₄	0.269149801		0.16
TiO ₂	0.428471706		0.26
Total	148047.28		148047.28

7. Heat Exchanger (E-125)



Komponen	Input	Output
	<12>	<13>
AlCl ₃ .6H ₂ O	2523.42	574.90
Al ₂ (OH) ₄ Cl ₂ .H ₂ O	608.38	138.60
H ₂ O	144849.56	32787.94
Na ₂ O	38.81	8.04
Fe ₂ O ₃	0.07	0.02
MgSO ₄	0.05	0.01
CaSO ₄	0.16	0.03
TiO ₂	0.26	0.06
Total	148047.28	33509.60

8. Furnace



Komponen	Input	Output
	<25>	<27>
O ₂	12723.11	122089.54
N ₂	51269.89	488384.51
Total	63992.99	610474.05

$$\begin{aligned}
 -Q &= \Delta H \text{ output} - \Delta H \text{ input} \\
 -Q &= 610474,05 - 63992,99 \\
 -Q &= 546481,06 \text{ kJ/ jam} \\
 Q &= -546481,06 \text{ kJ/ jam}
 \end{aligned}$$

BAB V

DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

V.1 Spesifikasi Peralatan

1. Tempat penyimpanan Aluminium Chloride Hexahydrate ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

Tabel V.1 Spesifikasi tempat penyimpanan $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	F-111
Fungsi	Sebagai tempat penyimpanan <i>raw material</i>
Bentuk	Fixed Roof (Conical)
Bahan Konstruksi	Dinding beton bertulang
Ukuran <ul style="list-style-type: none"> • Panjang • Lebar • Tinggi bangunan bawah • Tinggi bangunan atas 	3.106 m 2.219 m 1.331 m 0.380 m
Jumlah	1

2. Heat Exchanger

Tabel V.2 Spesifikasi Heat Exchanger

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	E-215
Fungsi	Mendinginkan liquid PAC sebelum menuju tangki penyimpanan
Tipe	Double Pipe Heat Exchanger
Bahan	High Alloy Steel Grade 10 Tipe 310
Exchanger. IPS	1 x 3/8 in
Panjang	20 ft

Jumlah Hairpin	3
UD	261.08 Btu/(hr)(ft ²)(°F)
UC	546.36 Btu/(hr)(ft ²)(°F)
Inner Pipe <ul style="list-style-type: none"> • Heat Transfer Surface Area • Pressure Drop 	0.00251 ft ² 7.37324 psi
Annulus <ul style="list-style-type: none"> • Heat Transfer Surface Area • Pressure Drop 	0.00098 ft ² 6.82568 psi
Jumlah	1

3. Screw Conveyor

Tabel V.3 Spesifikasi Screw Conveyor

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	J-113
Fungsi	Memindahkan aluminum chloride hexahydrate dari bucket elevator menuju tumbling ball mill
Bahan yang diangkut	Raw material (AlCl ₃ .6H ₂ O)
Rate Maksimum	120 rpm
Kapasitas Bahan	4.35 ft ³ /jam
Tipe Bearing	Sealmaster Bearing
Loading Area	30% dari total area
Diameter Conveyor	6 in
Rotasi Screw	0.326 rpm
Jumlah	1

4. Tumbling Ball Mill

Tabel V.4 Spesifikasi Tumbling Ball Mill

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	C-114
Fungsi	Memperkecil raw material menjadi 30

	mesh
Tipe	Marcy Ball Mill
Kapasitas	4 ton/hari
Ukuran Ball	5 in ; 3.5 in ; 2.5 in
Power	4.5 kW
Kecepatan Putaran	35 rpm
Jumlah	1

5. Screener

Tabel V.5 Spesifikasi Screener

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	H-115
Fungsi	Untuk menyeragamkan ukuran hingga 30 mesh
Tipe	Vibrating screen
Bahan Konstruksi	Stainless Steel
Kapasitas	125.094 kg/jam
Luas Ayakan	0.053 ft ²

6. Aluminum Chloride Hexahydrate Bin

Tabel V.6 Spesifikasi Bin

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	F-112
Fungsi	Untuk menampung sementara sebelum menuju screw conveyor
Jenis Tutup Atas dan Bawah	Standar Dishead Head dan Conical 60°
Jenis Material	High Alloy Steel SA-157 Grade 10 Tipe 310
Tipe Las	Double welded butt joint
Kapasitas	788.77 kg
Tebal Silinder	0.188 in
Diameter Luar	26 in
Tinggi Silinder	0.188 in

Tinggi Conical	0.188 in
Tebal Silinder	0.188 in
Jumlah	1

7. Screw Conveyer

Tabel V.7 Spesifikasi Screw Conveyer

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	J-117
Fungsi	Memindahkan aluminum chloride hexahydrate dari bin menuju rotary dryer
Bahan yang diangkut	raw material ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
Rate Maksimum	180 ft^3/jam
Kapasitas Bahan	4.35 ft^3/jam
Tipe Bearing	Sealmaster Bearing
Loading Area	30% dari total area
Diameter Conveyor	6 in
Rotasi Screw	0.167 rpm
Jumlah	1

8. Rotary Dryer

Tabel V.8 Spesifikasi Rotary Dryer

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	B-110
Fungsi	Mendekomposisi Aluminium Chloride Hexahydrate
Diameter	1.22 m
Panjang	4.379 m
Sudut Inklinasi	1°
Kecepatan Putaran	15.77 rpm
Waktu Tinggal	60 menit
Tebal Shell	3/16 in
Bahan Shell	Stainless Steel tipe 304
Tebal Insulasi	0.232 m

Power	79.6 kW
Jumlah	1

9. Cyclone

Tabel V.9 Spesifikasi Cyclone

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	H-120
Fungsi	Untuk memisahkan BAC dari udara keluaran pneumatic conveyer
Kecepatan Gas Masuk	49.2 m/s
Lebar Inlet Cyclone Rectangular	0.615 m
Tinggi Inlet Cyclone Rectangular	1.23 m
Diameter Saluran Gas Keluar Cyclone	1.23 m
Diameter Cyclone	2.461 m
Panjang Ruang Gravitasi Settling dalam arah aliran	2.461 m
Lebar Outlet Cyclone Rectangular	1.538 m
Panjang Ruang Spiral dalam Cylone	4.922 m
Diameter pada saat Partikel Keluar	1.23 m
Jumlah	1

10. Filter Bag

Tabel V.10 Spesifikasi Filter Bag

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	H-121
Fungsi	Memisahkan udara dari pengotor yang berasal dari cyclone

Rate Gas Masuk	2069.59 kg/jam
Volume Gas	2411.83 m ³ /jam
Air to Cloth Ratio	135 (m ³ /jam)/m ²
Net Cloth Area	17.87 m ²
Bahan Filter Fabric	Filtron Filters Fabric
Efisiensi	99%
Jumlah	1

11. BAC Bin

Tabel V.11 Spesifikasi BAC Bin

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	F-122
Fungsi	Untuk menampung sementara sebelum menuju tangki pelarutan
Jenis Tutup Atas dan Bawah	Standar Dishead Head dan Conical 60°
Jenis Material	High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310
Tipe Las	Double Welded Butt Joint
Kapasitas	404.04 kg
Tebal Silinder	0.188 in
Diameter Luar	0.66 m
Tinggi Silinder	1.3 m
Tinggi Conical	0.58 m
Tebal Conical	0.188 in
Jumlah	1

12. Screw Conveyer

Tabel V.12 Spesifikasi Screw Conveyer

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	J-123
Fungsi	Memindahkan Basic Aluminum Chloride dari BAC Bin menuju tangki pelarutan

Bahan yang diangkut	$\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Rate Maksimum	180 ft ³ /jam
Kapasitas Bahan	2.23 ft ³ /jam
Tipe Bearing	Sealmaster Bearing
Loading Area	30% dari total area
Diameter Conveyor	6 in
Rotasi Screw	0.167 rpm
Jumlah	1

13. Scrubber

Tabel V.13 Spesifikasi Scrubber

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	D-125
Fungsi	Menghilangkan $\text{HCl}_{(g)}$ dari udara
Tipe	Packed bed absorber
Bahan Packing	Ceramic
Jenis Packing	Raschig Ring
Bahan Konstruksi	High Alloy Steel Grade 10 Tipe 310
Diameter luar (OD)	1.02 m
Diameter dalam (ID)	1.01 m
Tinggi shell	0.3 m
Tinggi tutup atas	0.23 m
Tinggi tutup bawah	0.23 m
Tebal shell	3/16 in
Tebal tutup atas	1/5 in
Tebal tutup bawah	1/5 in

14. Pompa PAC

Tabel V.14 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	L-214
Fungsi	Memompa PAC menuju tangki penyimpanan

Tipe	Centrifugal Pump
Kapasitas	561.17 kg/jam
Power	0.048 kW
Jumlah	1

15. Tangki HCl

Tabel V.15 Spesifikasi Tangki

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	F-126
Fungsi	Sebagai tempat penyimpanan limbah HCl
Kapasitas	827.49 kg
Bahan Konstruksi	High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310
Jenis tutup Atas	Conical 150°
ID Tangki	0.986 m
OD Tangki	1.016 m
Tinggi Tangki	1.118 m
Tebal Tangki	3/16 in
Tinggi Tutup Atas	0.13 m
ID Nozzle	0.22 in
OD Nozzle	0.41 in
Jumlah	1

16. Blower

Tabel V.16 Spesifikasi Blower

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	G-127
Fungsi	Menghembuskan sisa udara dari scrubber untuk pemanasan di Rotary Kiln
Tipe	Single stage blower discharge pressure
Bahan	Carbon Steel
Efisiensi	80%

Power	40.86 kW
Kapasitas	2.769.40 kg/jam
Jumlah	1

17. Furnace

Tabel V.17 Spesifikasi Furnace

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	Q-128
Fungsi	Memanaskan udara sebelum menuju rotary dryer
Efisiensi	70%
Kapasitas	590058 Btu/ jam
Volume	3176.5 m ³
Jumlah	1

18. Pneumatic Conveyor

Tabel V.18 Spesifikasi Pneumatic Conveyor

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	G-129
Fungsi	Memindahkan BAC dari rotary dryer ke cyclone
Tipe	Pressure system
Bahan	Galvanized Iron
Efisiensi	70%
Power	4.998 kW
Kapasitas	63.13 kg/jam
Jumlah	1

19. Tangki Pelarutan

Tabel V.19 Spesifikasi Tangki Pelarutan

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	R-210
Fungsi	Melarutkan BAC dengan air menjadi PAC

Kapasitas	0.78 m ³
Bahan Konstruksi	High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310
Jenis Tutup Atas	Conical 150°
ID Tangki	0.86 m
OD Tangki	0.91 m
Tinggi Tangki	1.28 m
Tebal Tangki	3/16 in
Tinggi Tutup Atas	0.11 m
OD Nozzle Utama	1.05 in
ID Nozzle Utama	0.74 in
Diameter Nozzle Utama	0.74 in
Jumlah	1

20. Tangki Demin Water

Tabel V.20 Spesifikasi Tangki

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	F-211
Fungsi	Sebagai tempat penyimpanan air pendingin
Kapasitas	54545.45 kg
Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA-282 Grade A
Jenis tutup Atas	Conical 150°
ID Tangki	4.308 m
OD Tangki	4.572 m
Tinggi Tangki	4.308 m
Tebal Tangki	0.313 m
Tinggi Tutup Atas	0.58 m
ID Nozzle	0.82 in
OD Nozzle	1.05 in
Diameter Nozzle	0.82 in
Jumlah	1

21. Pompa Demin Water

Tabel V.21 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	L-212
Fungsi	Memompa air menuju heat exchanger
Tipe	Centrifugal Pump
Kapasitas	505.05 kg/jam
Power	0.01 kW
Jumlah	1

22. Heat Exchanger

Tabel V.22 Spesifikasi Heat Exchanger

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	E-213
Fungsi	Memanaskan air sebelum menuju tangki pelarutan
Tipe	Double Pipe Heat Exchanger
Bahan	Carbon Steel SA-238 Grade C
Exchanger. IPS	2 x 1 in
Panjang	20 ft
Jumlah Hairpin	3
UD	35.707 Btu/(hr)(ft ²)(°F)
UC	38.453 Btu/(hr)(ft ²)(°F)
Inner Pipe <ul style="list-style-type: none"> • Heat Tranfer Surface Area • Pressure Drop 	0.01381 ft ² 0.01791 psi
Annulus <ul style="list-style-type: none"> • Heat Tranfer Surface Area • Pressure Drop 	0.006 ft ² 1.01205 psi
Jumlah	1

23. Pompa PAC

Tabel V.23 Spesifikasi Pompa PAC

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	G-216
Fungsi	Memompa PAC menuju tanki penyimpanan
Tipe	Centrifugal Pump
Kapasitas	561.17 kg/jam
Power	0.04 kW
Jumlah	1

24. Tangki PAC

Tabel V.24 Spesifikasi Tangki PAC

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	F-216
Fungsi	Sebagai tempat penyimpanan PAC
Kapasitas	13.468.01 kg
Bahan Konstruksi	High Alloy Steel Grade 10 Tipe 310
Jenis tutup Atas	Conical 150°
ID Tangki	2.54 m
OD Tangki	2.59 m
Tinggi Tangki	2.881 m
Tebal Tangki	0.25 m
Tinggi Tutup Atas	0.34 m
ID Nozzle	0.742 in
OD Nozzle	1.05 in
Jumlah	1

25. Kondensor Air

Tabel V.25 Spesifikasi Kondensor Air

Spesifikasi	Keterangan
Kode Alat	E-124

Fungsi	Untuk mendinginkan udara
Tipe	Double Pipe Heat Exchanger
Bahan	Carbon Steel SA-283 Grade C
Exchanger. IPS	2 x 1 in
Panjang	20 ft
Jumlah Hairpin	3
UD	27.761 Btu/(hr)(ft ²)(°F)
UC	29.393 Btu/(hr)(ft ²)(°F)
Inner Pipe	
• Heat Transfer Surface Area	0.05753 ft ²
• Pressure Drop	0.00867 psi
Annulus	
• Heat Transfer Surface Area	0.0233 ft ²
• Pressure Drop	0.0436 psi
Jumlah	1

V.2 Harga Peralatan

Harga peralatan pada perhitungan analisa ekonomi ini merupakan harga yang didapatkan dari <http://www.matche.com> yang memberikan harga FOB (*Free on Board*) dari Gulf Coast USA. Data yang diperoleh merupakan data pada tahun 2014.

Tabel V.26 Harga Peralatan Pabrik *Poly Aluminium Chloride*

Kode	Nama Alat	Total	Harga Satuan (\$)		Total (\$)
			2014	2021	
R-210	Tangki Pelarutan	1	21.800	22.160	22.160
J-118	Pneumatic Conveyor	1	61.300	62.314	62.314
F-211	Water Storage	1	25.300	25.718	25.718
J-115	Screw Conveyor	1	4.100	4.168	4.168
C-112	Ball Mill	1	39.100	39.746	39.746

H-113	Screeener	1	20.500	20.839	20.839
F-126	HCl Storage	1	31.300	31.818	31.818
J-122	Screw Conveyor	1	4.100	4.168	4.168
J-116	Condenser	1	21.900	22.262	22.262
J-117	Screw Conveyor	1	4.100	4.168	4.168
D-220	Bag Filter	1	14.300	14.536	14.536
G-212	Water Pump	1	3.900	3.964	3.964
H-121	AlCl ₃ .6H ₂ O Bin	1	2.200	2.236	2.236
E-213	Heat Exchanger Water	1	1.000	1.017	1.017
E-215	Heat Exchanger PAC	1	1.900	1.931	1.931
L-224	Scrubber	1	20.200	20.534	20.534
F-218	PAC Storage	1	9.500	9.657	9.657
G-216	PAC Pump	1	7.000	7.116	7.116
G-124	Blower	1	3.200	3.253	3.253
K-228	Furnace	1	11.800	11.995	11.995
B-110	Rotary Dryer	1	101.800	103.483	103.483
H-120	Cyclone	1	5.800	5.896	5.896
H-121	BAC Bin	1	2.200	2.236	2.236
Total Harga Peralatan Proses (\$)					425.216

Perhitungan harga peralatan proses :

Kurs dollar Amerika pada 10 Januari 2020 pukul 09.35 WIB yaitu sebesar Rp 13.810/ \$

Jadi, harga peralatan proses pada tahun 2021 yaitu sebesar Rp 5.872.235.237

BAB VI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan bahan baku yang dibutuhkan dan produk yang dihasilkan berdasarkan neraca massa yang telah tercantum di Bab 3. Harga peralatan untuk proses berdasarkan spesifikasi peralatan yang dibutuhkan seperti yang tercantum dalam appendix C dihitung berdasarkan pada neraca massa dan energi. Selain yang telah disebutkan di atas, juga diperlukan analisa biaya yang diperlukan untuk beroperasi dan utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik. Faktor-faktor yang perlu ditinjau antara lain :

- Laju Pengembalian Modal (*Rate of Return*)
- Lama Pengembalian Modal (*Pay Out Period*)
- Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

Dalam meninjau faktor di atas perlu dilakukan penaksiran beberapa aspek, yaitu :

- a. Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Investment / TCI*)
 - Modal Tetap (*Fixed Capital Investment / FCI*)
 - Modal Kerja (*Working Capital Investment / WCI*)
- b. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost / TPC*)
 - Biaya Fabrikasi (*Manufacturing Cost / MC*)
 - Biaya *Plant Overhead* (*Plant Overhead Cost / POC*)
 - Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses / GE*)
- c. Total Pendapatan

VI.1 STRUKTUR ORGANISASI

VI.1.1 Umum

Bentuk Perusahaan : PT (Perseroan Terbatas)

Status Perusahaan : PMDN (Swasta)

Lapangan Usaha : Pabrik Pengolahan Limbah
Lokasi : Biningkaraya. Kota Makassar. Sulawesi Selatan
Kapasitas Produksi : 4000 ton/tahun

Pada awal berdiri, suatu perusahaan maupun bentuk organisasi lainnya pasti memiliki tujuan organisasi. Proses pengorganisasian (*organization process*) merupakan suatu upaya pembagian langkah- langkah (aktivitas) dalam membentuk pekerjaan yang harus dilakukan demi tercapainya tujuan organisasi. Pembagian secara cepat dan tepat yang diterapkan kepada seluruh karyawan perusahaan akan menghasilkan suatu mekanisme sebagai pengkoordinasi setiap aktivitas- aktivitas perusahaan yang telah ditetapkan sebelumnya. Salah satu hasil dari proses ini adalah struktur organisasi. Secara fisik, struktur organisasi suatu perusahaan dapat dinyatakan dalam bentuk gambaran grafik atau bagan yang memperlihatkan hubungan unit-unit organisasi dan garis- garis wewenang yang ada.

VI.1.2 Bentuk Perusahaan

Pabrik PAC dari Aluminium Chloride Hexahydrate adalah perusahaan swasta nasional direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu persekutuan yang menjalankan perusahaan dengan modal usaha yang terbagi beberapa saham, dimana tiap sekutu (disebut juga persero) turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih saham. Dasar-dasar kepemilikan bentuk perusahaan ini sebagai berikut :

1. Terbatasnya tanggung jawab Perseroan Terbatas sebagai badan hukum dan tanggung jawab pemegang saham. Tiap pemegang saham mungkin hanya menderita kerugian sebesar jumlah uang yang ditanamnya.
2. Pemilik dan pengusaha adalah terpisah satu sama lain. Pemilik Perseroan Terbatas adalah para pemegang saham, sedangkan pengurus adalah jajaran Direksi. Pelaksanaan suatu Perseroan Terbatas diberikan kepada orang-orang

yang sanggup untuk melaksanakan tugas itu. Dengan demikian, kemampuan perusahaan untuk mendapatkan keuntungan semakin besar. Tanggung jawab pemegang saham terbatas oleh pemimpin perusahaan.

3. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan memperoleh modal dari bank dan penjualan saham-saham, dengan membagi modal atas jumlah saham-saham. Perseroan Terbatas dapat menarik modal dari banyak uang.
4. Kehidupan Perseroan Terbatas lebih terjamin. Ini berarti suatu Perseroan terbatas mempunyai potensi hidup yang lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya. Meninggalkan seorang pemilik saham, seorang direksi, seorang anggota komisaris, atau pegawai/ karyawan tidak begitu mempengaruhi jalannya suatu perusahaan.
5. Adanya efisiensi jalannya suatu perusahaan. Tiap bagian dalam Perseroan Terbatas dipegang oleh orang ahli di bidangnya dan mempunyai tugas jelas sehingga ada dorongan untuk mengerjakan dengan sebaik-baiknya.
6. Kekayaan perusahaan terpisah dari kekayaan pemegang saham.

VI.1.3 Struktur Organisasi

Gerak majunya sistem perindustrian menuntut adanya keterpaduan antara sistem organisasi kerja dengan sistem manajemen. Hal ini berkaitan dengan kebijaksanaan/ pengaturan dalam mencapai hasil yang baik dan efektif. Hal ini perlu didukung oleh adanya organisasi yang mantap.

Struktur organisasi merupakan tatanan kerangka kerja dalam menjalankan semua aktifitas perusahaan. Struktur menjadi pedoman bagi pimpinan dalam mengatur posisi karyawan sesuai dengan kemampuan, pengalaman, dan kecakapannya. Struktur organisasi perusahaan, menunjukkan bagaimana perusahaan dikelola, yaitu bagaimana pendelegasian kekuasaan dan tingkat pengawasannya.

Sistem organisasi perusahaan adalah sistem garis dan staf. Dalam hal ini, pimpinan pabrik atau pimpinan perusahaan dipegang oleh direktur utama yang bertanggung jawab langsung pada dewan komisaris. Anggota- anggota dewan komisaris ini merupakan wakil-wakil dari para pemegang saham. Alasan pemilihan dan penggunaan sistem tersebut adalah sebagai berikut :

1. Bentuk organisasi mudah dipahami dan dilaksanakan karena sederhana.
2. Sering digunakan dalam perusahaan yang berproduksi secara massal.
3. Biasanya digunakan oleh organisasi yang cukup besar dengan produksi kontinyu.
4. Terdapat kesatuan dalam pelaksanaan dan perintah, sehingga mempermudah pemeliharaan disiplin dan tanggung jawab kerja lebih baik.
5. Pengambilan keputusan dapat dilaksanakan secara cepat karena komunikasi menjadi lebih mudah.
6. Masing- masing kepala bagian atau kepala manager secara langsung bertanggung jawab atas suatu aktivitas yang diperlukan untuk mencapai tujuan perusahaan.
7. Pimpinan tertinggi pabrik atau perusahaan dipegang oleh seorang direktur utama yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris. Anggota dewan komisaris merupakan wakil- wakil daripada pemegang saham.

VI.1.4 Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah pemilik perusahaan yang mempunyai kekuasaan dalam perusahaan, sesuai jumlah yang dimiliki dan tergantung besarnya penyertaan modal saham yang dimilikinya. Sedangkan kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggung-jawabkan sebagai jaminan atas hutang-piutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan saham-sahamnya paling sedikit satu tahun dan dapat diperpanjang.

Kekuasaan yang tertinggi terletak pada pemegang saham, dan merekalah yang memilih dewan komisaris melalui Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) serta menentukan gaji direktur tersebut. Tugas dan wewenang pemegang saham adalah :

- Memilih, mengangkat, dan memberhentikan Dewan Komisaris yang dilaksanakan dalam rapat tahunan.
- Menetapkan gaji direktur.
- Meminta pertanggung-jawaban kepada Dewan Komisaris.
- Mengadakan Rapat Umum sedikitnya satu kali dalam setahun.

2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris adalah wakil dari pemegang saham. Semua keputusan ditentukan oleh rapat persero. Komisaris diangkat sesuai ketentuan perjanjian dan diberhentikan setiap waktu RUPS. jika ia bertindak bertentangan dengan kepentingan perseroan. Ketua Dewan Komisaris adalah pemegang saham yang mempunyai modal mayoritas dan dipilih dari RUPS. Tugas dan wewenang Dewan Komisaris adalah :

- Memilih dan memutuskan siapa yang menjabat sebagai direktur utama dan menetapkan kebijakan perusahaan (*Organizing*).
- Mengawasi kinerja direktur agar tidak merugikan perusahaan (*Controlling*).
- Mengawasi kinerja hasil yang diperoleh perusahaan (*Analizing*).
- Menyetujui ataupun menolak rancangan kerja yang diajukan direktur (*Planning*).
- Memberikan nasehat pada direktur utama bila ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan (*Staffing*).
- Mengadakan rapat berkala atau pertemuan (*Doing*).
- Menentukan besarnya *devident* (*Directing*).

3. Direktur Utama

Direktur utama adalah pemegang kepemimpinan perusahaan. merupakan pimpinan perusahaan yang bertanggung jawab langsung pada dewan komisaris. Tugas dan wewenang Direktur Utama adalah :

- Menetapkan strategi perusahaan. merumuskan rencana dan cara pelaksanaannya.
- Memberikan instruksi kepada bawahan untuk melaksanakan tugasnya.
- Bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris mengenai segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan.
- Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan.
- Mengangkat dan memberhentikan pegawai atau karyawan.
- Bertanggung jawab atas kelancaran perusahaan.

4. Direktur

Direktur bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Direktur bertugas untuk mengarahkan dan menyelenggarakan kegiatan sesuai bidang yang dibawahinya. Selain itu, direktur juga harus berkoordinasi dengan Direktur lain agar tercipta keselarasan dalam pekerjaan. Dalam pabrik ini terdapat dua direktur yaitu direktur produksi dan pengembangan serta direktur keuangan dan pemasaran. Tugas dan wewenang Manager adalah :

- Mengkoordinasikan aktivitas baik intra & antar bidang yang dibawahinya.
- Melaksanakan kebijaksanaan Direktur Utama.
- Menjabarkan kebijaksanaan dan langkah yang diambil Direktur Utama.

5. Manager

Manager bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Selain sebagai pengontrol aktivitas departemen yang dibawahinya, juga harus berkoordinasi dengan Manager lain agar

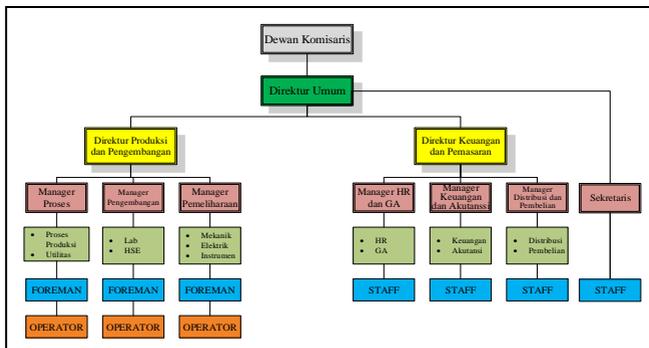
tercipta keselarasan dalam pekerjaan. Dalam pabrik Biogas dari Vinnase ini terdapat tiga manager yaitu. manager produksi. manager keuangan dan pemasaran dan manager SDM. Tugas dan wewenang Manager adalah :

- Mengkoordinasikan aktivitas baik intra & antar departemen yang dibawahinya.
- Mempertinggi efektivitas dan efisiensi kerja seluruh karyawannya.
- Melaksanakan kebijaksanaan Direktur.
- Menjabarkan kebijaksanaan dan langkah yang diambil Direktur.

6. Kepala Bagian

Bertanggung jawab kepada manager. Tugas dan wewenang Kepala Bagian adalah :

- Membantu Manager dalam perencanaan dan pelaksanaan aktivitas di tiap seksi.
- Memberi pengawasan dan pengarahan terhadap supervisor di bawahnya.
- Memberikan saran- pertimbangan. melaksanakan tugas yang diberikan Manager.
- Membantu Manager dalam mempersiapkan dan menyusun laporan.

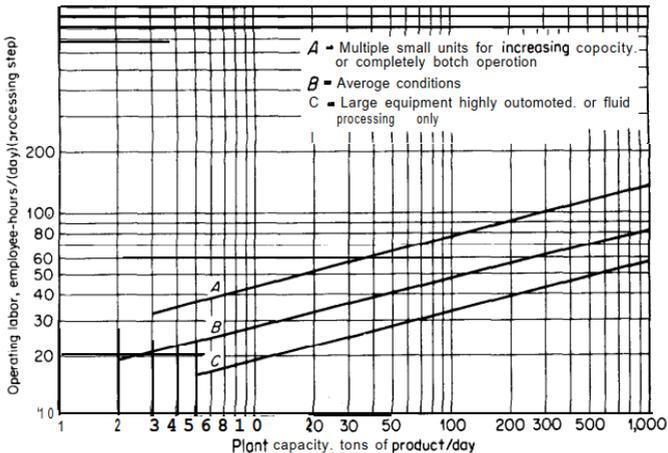


Gambar VI.1 Bagan Sruktur Organisasi Perusahaan

VI.1.5 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk proses produksi Pabrik PAC diuraikan sebagai berikut:

1. Penentuan Jumlah Karyawan Operasional
Jumlah karyawan operasional yang dibutuhkan untuk proses produksi Pabrik PAC sebagai berikut:
Kapasitas produksi PAC = 12.12 ton/ hari



Gambar VI.2 Kebutuhan pekerja operator untuk industri kimia

Berdasarkan *figure 6-8 Timmerhaus*, untuk kondisi *average condition*, maka diperoleh 30 orang/ (hari) (tahapan proses), dimana dalam pabrik PAC ini terdiri dari 2 tahapan proses (Proses Dekomposisi Thermal, dan Proses Pelarutan) sehingga jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 60 operating labor/ hari.

2. Jadwal Jam Kerja

Dalam menjalankan kegiatan sehari-harinya, pembagian jam kerja berdasarkan status karyawan, yaitu karyawan *day shift* dan karyawan *shift*.

a. Karyawan Day Shift

Karyawan Day Shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Berikut ini

yang termasuk karyawan day shift adalah karyawan administrasi. sekretariat. perbekalan. gudang. dan lain-lain.

Karyawan Day Shift akan bekerja selama 5 hari dalam seminggu dan libur pada hari Sabtu. Minggu. dan Hari Besar. dengan pembagian kerja sebagai berikut:

Senin – Jumat : 08.00 – 17.00 WITA

Istirahat :

Senin – Kamis : 12.00 – 13.00 WITA

Jumat : 11.00 – 13.00 WITA

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *Shift* adalah karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi. yang termasuk karyawan *shift* adalah *operator*. dan *security*. Karyawan shift ini dibagi menjadi 4 grup yaitu A. B. C. dan D. Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut:

Untuk pekerja operasi:

Shift pagi : 08.00 – 16.00 WITA

Shift sore : 16.00 – 24.00 WITA

Shift malam: 00.00 – 08.00 WITA

Untuk pekerja security:

Shift pagi : 06.00 – 14.00 WITA

Shift sore : 14.00 – 22.00 WITA

Shift malam: 22.00 – 06.00 WITA

Untuk memenuhi kebutuhan pegawai diatas diperlukan empat regu. dimana tiga regu bekerja dan satu regu libur. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah. regu yang bertugas harus tetap masuk. Jadwal pembagian kerja masing- masing regu dapat dilihat pada **Tabel VI.1**

Tabel VI.1 Jadwal pembagian kelompok *shift*

Tanggal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pagi	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A

Sore	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Malam	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C
Libur	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B

Jadwal untuk tanggal selanjutnya berulang ke susunan awal.

VI.2 SISTEM UTILITAS

Utilitas merupakan suatu sarana penunjang suatu industri. karena utilitas merupakan penunjang proses utama dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Sistem utilitas pabrik juga sebagai sarana penunjang agar proses produksi pabrik dapat berjalan sesuai target produksi. Sarana utilitas pada Pabrik PAC ini meliputi:

VI.2.1 Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air untuk pabrik diambil dari air sungai maupun air laut. dimana sebelum digunakan air perlu diolah lebih dulu. agar tidak mengandung zat-zat pengotor. dan zat-zat lainnya yang tidak layak untuk kelancaran operasi. Air pada pabrik Biogas ini digunakan untuk kepentingan:

- Air Sanitasi. meliputi laboratorium dan karyawan.
Untuk unit penghasil air sanitasi diperlukan peralatan sebagai berikut : pompa air sungai. bak pra sedimentasi. bak koagulasi dan flokulasi. tangki tawas. tangki $\text{Ca}(\text{OH})_2$. bak pengendap. bak penampung. pompa sand filter. tangki sand filter. bak penampung air bersih. bak penampung air sanitasi. tangki desinfektan. dan pompa air untuk sanitasi.
- Air proses. meliputi: air proses dan air pendingin.
Pada unit pengolahan air ini. peralatan yang digunakan meliputi: pompa air boiler. bak pendingin. kation-anion exchanger.

Pada umumnya. air sanitasi harus memenuhi syarat kualitas sebagai berikut :

- a. Bebas dari zat penyebab korosi. seperti asam dan oksigen terlarut

- b. Bebas dari zat penyebab kerak yang disebabkan oleh kesadahan dan suhu tinggi. biasanya berupa garam-garam kalsium, magnesium, dan silikat
- c. Bebas dari zat penyebab timbulnya buih/busanya. seperti zat organik, anorganik, dan minyak
- d. Kandungan logam dan pengotor seminimal mungkin
- e. Syarat fisik : di bawah suhu udara ambien, jernih, tidak berasa, tidak berbau
- f. Syarat kimia : tidak mengandung logam berat dan tidak beracun
- g. Syarat bakteriologis : tidak mengandung kuman dan bakteri patogen

VI.2.2 Unit Pembangkit Tenaga Listrik

Kebutuhan listrik yang diperlukan untuk Pabrik PAC ini diambil dari PLN dan generator sebagai penghasil tenaga listrik. Distribusi listrik pada pabrik sebagai berikut :

- Untuk proses produksi diambil dari PLN dan generator jika sewaktu-waktu ada gangguan listrik dari PLN
- Untuk penerangan pabrik dan kantor diambil dari generator.

VI.2.3 Unit Pendingin

Unit penyediaan air bertugas untuk memenuhi kebutuhan air ditinjau dari segi panas. Penggunaan air sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas dikarenakan faktor berikut:

- Air dapat menyerap jumlah panas yang tinggi per satuan volume
- Air merupakan materi yang mudah didapat dan relatif murah
- Tidak mudah mengembang atau menyusut dengan adanya perubahan suhu
- Mudah dikendalikan dan dikerjakan
- Tidak mudah terdekomposisi

- Syarat air pendingin adalah tidak boleh mengandung:
- *Hardness* : yang memberikan efek pada pembentukan kerak
 - Besi : penyebab korosi
 - Silika : penyebab kerak
 - Minyak : dapat menyebabkan turunya *heat transfer*
- Pada air pendingin ditambahkan zat kimia yang bersifat menghilangkan kerak. lumut. jamur. dan korosi.

VI.3 HARGA PERALATAN

Harga peralatan cenderung naik tiap tahun. maka untuk menentukan harga peralatan di tahun ini. harga tersebut ditaksir dari harga tahun-tahun sebelumnya berdasarkan indeks harga. Perhitungan harga peralatan dapat dilihat pada appendiks D.

VI.4 ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui suatu pabrik yang direncanakan layak didirikan atau tidak. Pada pra desain Pabrik PAC dari Aluminium Chloride Hexahydrate ini dilakukan evaluasi atau studi kelayakan dan penilaian investasi.

Faktor yang perlu ditinjau untuk memutuskan hal ini adalah:

1. Potensial Ekonomi (*Economic Potential / EP*)
2. Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return / IRR*)
3. Waktu Pengembalian Modal (*Minimum Pay Out Time / POT*)
4. Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

VI.4.1 Potensial Ekonomi (EP)

Potensial ekonomi didefinisikan sebagai

$$\begin{aligned}
 EP &= (\text{Nilai Produk}) - (\text{Biaya Bahan Baku}) \\
 &= \text{Rp } 22.096.000.000 - \text{Rp } 2.859.380.386 \\
 &= \text{Rp } 19.236.619.614
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas. maka pabrik ini memiliki potensi ekonomi yang cukup besar sehingga layak untuk didirikan.

VI.4.2 Laju Pengembalian Modal (IRR)

Dari hasil perhitungan pada Appendix D, didapatkan harga $i = 37.7\%$. Harga i yang diperoleh lebih besar dari nilai bunga pinjaman modal sehingga pabrik ini layak didirikan.

VI.4.3 Waktu Pengembalian Modal (POT)

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendix D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 4.5 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik.

VI.4.4 Titik Impas (BEP)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC) dan biaya variable (VC), biaya semi variable (SVC) dan biaya total tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendix D didapatkan bahwa Titik Impas (BEP) = 40.5 %.

BAB VII KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada bab-bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan analisa studi kelayakan pada Pra Desain Pabrik *Poly Aluminium Chloride* dari *Aluminium Chloride Hexahydrate* ini. Studi ini meliputi studi kelayakan secara teknis maupun secara ekonomis, sebagai berikut:

1. Proses
 - a. Pra Rencana Pabrik : Poly Aluminium Chloride
 - b. Proses : Dekomposisi Parsial
 - c. Operasi : Kontinyu, 330 hari/tahun, 24 jam/hari
 - d. Kapasitas Produksi
 1. PAC Cair (10% Al): 4.000.000kg/tahun
 - e. Kebutuhan Bahan Baku
 1. $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: 780.879 kg/tahun
 2. H_2O : 3.599.996,4 kg/tahun
 3. Udara : 15.523.120,8 kg/tahun
 - f. Lokasi pabrik: Biringkanaya, Makassar, Sulawesi Selatan
 - g. Jumlah Tenaga Kerja: 100
 - h. Umur Pabrik : 10 tahun
 - i. Masa Konstruksi : 2 tahun
2. Segi Ekonomi
 - a. Pembiayaan
 - Modal Tetap (FCI): Rp 15.259.669.381
 - Modal Kerja (WCI): Rp 2.692.882.832
 - Investasi Total (TCI): Rp 17.952.552.213
 - Hasil Penjualan per tahun: Rp 22.096.000.000
3. Investasi
 - Internal Rate of Return : 37,7 %
 - Pay Out Time : 4,5 tahun
 - Break Even Point : 40,5 %

Ditinjau dari aspek teknis dan ekonomis yang telah dijabarkan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa Pra Desain Pabrik Poly Aluminium Chloride dari Aluminium Chloride Hexahydrate ini layak untuk dilanjutkan ke tahap perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Brownell, L.e. and Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design*. New Delhi: Wiley Eastern Limited.
- Geankoplis, Christic John. 2003. *Transport Processes and Separation Process Principles (Includes Unit Operation) 4th Edition*. USA: PearsonEducation Inc.
- Hartman, M., dkk. 2005. *Thermal Decomposition of Aluminum Chloride Hexahydrate*. Institute of Chemical Process Fundamental. Ind Eng Chem. Res. 44, 6591-6598.
- Herlambang, A. 2006. *Pencemaran Air dan Strategi Pengulangannya*. BPPT. JAI Vol 2, I ON
- Kern, Donald. 1950. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Kusnarjo. 2010. *Desain Alat Industri Kimia*. Surabaya: ITS Press.
- Mc Cabe, W.L., Julian Smith, Peter Hariot. 1993. *Unit Operation of Chemical Engineering 6 edition*. Singapore: Mc Graw Hill, Inc.
- Perry, H. Robert. 1997. *Chemical Engineering Handbook 7th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Peters, Max S. and Timmerhaus, Klaus D. 1991. *Plant Design and Economic For Chemical Engineering 4-ed*. International Edition. Singapore: McGraw-Hill Book Co Singapore.
- Standar Nasional Indonesia. 1995. SNI 06-3822-1995. Jakarta
- Susilawati, dkk. 2016. *Pemanfaatan Sruit Berkas Sebagai Media Biofiltrasi Dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Air Limbah Laundry*. Poltekkes Kemenkes Pontianak. JURNAL VOKASI KESEHATAN, volume 11 Nomor 2 Juli 2016, hlm 119 - 125.
- Ulrich, Dael D. 1984. *A Guide To Chemical Engineering Process Desain And Economics*. New York: John Wiley.
- Van Ness, S. 1967. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 4th Edition*. Singapore: International Edition, McGraw-Hill Inc.

Zhou, Feng-shan, dkk. 2014. *Preparation and Characteristics of Polyaluminium Chloride b Utilizing Flourine-Containing Waste Acidic Mother Liquid from Clay-Brine Synthetic Cryolite Process*. Journal of Chemistry Volume 2014, Article ID 274126, 7 pages

www.bmkg.go.id, Diakses tanggal 15 Oktober 2019 19.20 WIB

www.bps.go.id, Diakses tanggal 14 Oktober 2019 pukul 17.34 WIB

www.chemengonline.com, Diakses tanggal 11 Januari 2020 pukul 18.13 WIB

www.esdm.go.id, Diakses tanggal 14 Oktober 2019 pukul 20.21 WIB

www.kemenperin.go.id, Diakses tanggal 15 Oktober 2019 pukul 14.28 WIB

www.matche.com/Equipcost, Diakses tanggal 10 Januari 2020 pukul 13.17 WIB

www.purechems.com/msds, Diakses tanggal 26 Desember 2020 pukul 19.01 WIB

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Dewangga Widyanindra Andriansyah, lahir pada 16 Mei 1998 di Kota Boyolali, Jawa Tengah. Menempuh Pendidikan formal di SDN 9 Boyolali tahun 2004 – 2010, SMPN 1 Boyolali tahun 2010 – 2013, SMAN 1 Boyolali tahun 2013 – 2016, penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh

Nopember (ITS) Surabaya. Selama masa kuliah, penulis telah melakukan kerja praktik di PT. Mitsubishi Chemical Indonesia (MCCI), Cilegon pada Agustus 2019. Untuk menyelesaikan Tugas Akhir, penulis memilih Laboratorium Teknologi Material, Teknik Kimia ITS dengan judul penelitian “**Produksi Gula Pereduksi Menggunakan Metode Hidrotermal Dengan Pre-Treatment Ultrasound**”.

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Ahmad Adnan Billah Al-Firdaus, lahir pada 26 Mei 2000 di Kota Bojonegoro, Jawa Timur. Menempuh Pendidikan formal di SDN 2 Padangan tahun 2006 – 2012, MTsU Amanatul Ummah program Akselerasi tahun 2012 – 2014, MAU Amanatul Ummah program CI tahun 2014 – 2016, penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh

Nopember (ITS) Surabaya. Selama masa kuliah, penulis telah melakukan kerja praktik di PT. Mitsubishi Chemical Indonesia (MCCI), Cilegon pada Agustus 2019. Untuk menyelesaikan Tugas Akhir, penulis memilih Laboratorium Teknologi Material, Teknik Kimia ITS dengan judul penelitian “**Produksi Gula Pereduksi Menggunakan Metode Hidrotermal Dengan Pre-Treatment Ultrasound**”