TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

PRA DESAIN PABRIK POLYALUMINIUM CHLORIDE DARI ALUMINIUM SCRAP

Fais Verian Anggoro
NRP. 02211640000066

Yasir Abdillah
NRP. 02211640000096

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 POLYALUMINIUM CHLORIDE DARI ALUMINIUM SCRAP

Fais Verian Anggoro
NRP. 02211640000066

Yasir Abdillah
NRP. 02211640000096

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 POLYALUMINIUM CHLORIDE FROM ALUMINIUM SCRAP

Fais Verian Anggoro
NRP. 02211640000066

Yasir Abdillah
NRP. 02211640000096

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

Tugas Pra Desain Pabrik dengan Judul :

"PRA DESAIN PABRIK POLYALUMINIUM CHLORIDE DARI ALUMINIUM SCRAP"

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

Oleh :

Fais Verian Anggoro	**02211640000066**
Yasir Abdillah	**02211640000096**

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. Prof. Dr. Ir. Kuswandi, DEA ……..
   (Penguji I)
4. Dr. Kusdianto, S.T., M.Sc., Eng. ……..
   (Penguji II)
5. Orchidea Rachmaniah, S.T., M.T. ……..
   (Penguji III)

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Kimia

Dr. Eng. Widiyastuti, ST.,MT
NIP. 197503062002122002

Surabaya, Agustus 2020

INTISARI

Pabrik polialuminium klorida (PAC) ini didirikan dengan tujuan untuk membantu menumbuhkan potensi ekonomi masyarakat di Cikarang, Bekasi yang berekonomi kapita sebagai pengepul sampah. Bahan baku polialuminium klorida ini adalah aluminium scrap. Penggunakan PAC sebagian besar digunakan dalam industri pengolahan limbah, selain itu PAC juga digunakan dalam industri air bersih.

Pabrik PAC yang direncanakan berdiri pada tahun 2022 di Cikarang, Bekasi. Kapasitas pabrik sebesar 4881 ton/tahun, memenuhi kemampuan suplai beberapa industri di Pulau Jawa. Proses pembuatan PAC dimulai dari reducing size dari aluminium scrap. Reducing size bertujuan untuk memudahkan proses reaksi dan memperluas area reaksi. Kemudian aluminium dilewatkan di screener untuk memisahkan aluminium yang sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Kemudian aluminium dilewatkan ke reaktor untuk direaksikan dengan asam klorida (HCl) encer. Setelah itu akan terbentuk PAC dan gas hidrogen. PAC yang terbentuk kemudian disaring dengan filter press untuk memisahkan PAC dengan aluminium yang tidak bereaksi dan pengotor. Pengotor akan dibuang sementara aluminium yang tidak bereaksi akan dikembalikan ke reaktor. PAC yang telah melewati filter press akan disimpan dalam *storage* sebelum didistribusikan. Gas hidrogen yang terbentuk akan dialirkan menuju flare dan dibakar. Sisa HCl yang tidak bereaksi akan dikembalikan ke dalam reaktor melalui kondensor.

Pabrik PAC ini direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 24 jam dengan waktu produksi 330 hari/tahun. Operasi pabrik PAC ini memiliki perencanaan sebagai berikut

1. Kapasitas produksi : 4881 ton/tahun
2. Jumlah tenaga kerja : 86 orang
3. Analisa ekonomi :
   - Komposisi modal : sendiri 40%, pinjaman 60%
   - Bunga bank : 7,25% per tahun

- Total modal investasi : Rp. 98.082.262.624
- Total biaya produksi : Rp. 514.505.535.781
- Penjualan per tahun :Rp.538.772.085.403
- *Internal Rate of Return* : 65 %
- *Pay out time* : 4,86 tahun
- *Break even point* : 34,9 %

Dari hasil uraian diatas, ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis, pabrik PAC ini layak untuk ditinjau lebih lanjut ke tahap perencanaan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya kami dapat menyelesaikan tugas pra desain pabrik yang berjudul **"Pra Desain Pabrik Polyaluminium Chloride dari Aluminium Scrap".**

Selama penyusunan tugas ini, kami banyak mendapat bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua serta seluruh keluarga kami atas doa, dukungan, bimbingan, perhatian dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
2. Ibu Dr.Eng Widiyastuti, ST., MT. selaku Ketua Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.
3. Bapak Juwari, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Wali.
4. Bapak Dr. Ir. Sumarno, M.Eng selaku Dosen Pembimbing dan Kepala Laboratorium Teknologi Material, atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
5. Ibu Prida Novarita Trisanti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, saran dan motivasi yang telah diberikan.
6. Teman – teman dari Laboratorium Teknologi Material dan pihak-pihak lainnya yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan dukungan moral dalam penyelesaian tugas pra desain ini.

Kami menyadari bahwa penulisan laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, oleh karena itu kami sangat mengharapkan saran dan masukan yang membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Surabaya, 3 Maret 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul
Lembar Pengesahan
Intisari.....i
Kata Pengantar iii
Daftar Isi v
Daftar Tabel.....vi
Daftar Gambar viii
BAB I PENDAHULUAN
I.1 Latar Belakang.....1
BAB II BASIS DESAIN DATA
II.1 Kapasitas.....5
II.2 Lokasi.....7
II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk.....12
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES
III.1 Proses Pembentukan Polialuminium Klorida (PAC)…15
III.2 Seleksi Proses.....16
III.3 Uraian Proses 16
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI
IV.1 Neraca Massa.....25
IV.2 Neraca Energi.....33
BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN
V.1 *Shredder* (C-110).....41
V.2 *Belt Conveyor* (J-112) 41
V.3 *Screener* (H-113).....42
V.4 *Belt Conveyor* (J-114) 42
V.5 *Bucket Elevator* (H-115) 43
V.6 *Belt Conveyor* (J-116) 43
V.7 *Reaktor* (R-210).....44
V.8 *Condenser* (E-211) 45
V.9 *Pre Heater* HCl (E-212).....46
V.10 *Centrifugal Pump* (L-213).....47
V.11 *Product Cooler* (E-212).....47
V.12 *Evaporator* (V-230).....48

V.13 *Condenser* (E-231) 49
V.14 *Cooler* (E-232) 50
V.15 *Centrifugal Pump* (L-233) 51
V.16 *Filter Press* (H-220) 51
V.17 PAC *Storage* (F-215) 52
V.18 PAC *Storage* (F-221) 53
V.19 PAC *Storage* (F-310) 54
V.20 *Flare* (A-320) 55
V.21 *Fan* (G-321) 55
V.22 *Centrifugal Pump* (L-216) 56
V.23 *Centrifugal Pump* (L-222) 56
V.24 *Pre Heater Evaparator* (E-234) 56
BAB VI ANALISA EKONOMI
VI.1 Struktur Organisasi 59
VI.2 Sistem Utilitas 65
VI.3 Harga Peralatan 67
VI.4 Analisa Ekonomi 67
BAB VII KESIMPULAN
VII.1 Segi Ekonomi 69
VII.1 Segi Proses 69
DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ekspor Poli Aluminium Klorida di Indonesia 5
Tabel 2.2 Impor Poli Aluminium Klorida di Indonesia 6
Tabel 2.3 Konsumsi Poli Aluminium Klorida di Indonesia 6
Tabel 2.4 Produksi Poli Aluminium Klorida di Indonesia 6
Tabel 2.5 Proyeksi PAC pada 2022..... 7
Tabel 2.6 Penentuan Lokasi Pabrik dengan Metode AHP 11
Tabel 2.7 Komposisi Aluminium *alloy* 12
Tabel 2.8 Standar Mutu Poli Aluminium Klorida 13
Tabel 3.1 Perbandingan Proses Pembuatan PAC 16
Tabel 4.1 Neraca Massa Masuk Shredder 26
Tabel 4.2 Neraca Massa keluar Shredder 27
Tabel 4.3 Neraca Massa Masuk Tangki Reaktor..... 28
Tabel 4.4 Neraca Massa Keluar Tangki Reaktor..... 29
Tabel 4.5 Neraca Massa Masuk Filter Press 30
Tabel 4.6 Neraca Massa Keluar Filter Press 30
Tabel 4.7 Neraca Massa Flare 31
Tabel 4.8 Neraca Massa Evaporator..... 32
Tabel 4.9 Neraca Energi Heat Exchanger (E-214)..... 33
Tabel 4.10 Neraca Energi Heat Exchanger (E-212)..... 34
Tabel 4.11 Neraca Energi Masuk Heat Exchanger (E-211) 35
Tabel 4.12 Neraca Energi Keluar Heat Exchanger (E-211) 35
Tabel 4.13 Enthalpy Sensible pada Reaktor (R-210) 36
Tabel 4.14 Neraca Energi Reaktor (R-210)..... 36
Tabel 4.15 Neraca Energi Pre Heater Evaporator (E-234)..... 37
Tabel 4.16 Neraca Energi Masuk Evaporator (V-230) 38
Tabel 4.17 Neraca Energi Keluar Evaporator (V-230) 38
Tabel 4.18 Neraca Energi Condenser (E-231) 39
Tabel 4.19 Neraca Energi Heat Exchanger (E-232)..... 40
Tabel 4.20 Neraca Energi Flare (A-320)..... 40
Tabel 5.1 Spesifikasi *Shredder*..... 41
Tabel 5.2 Spesifikasi Belt Conveyor..... 41
Tabel 5.3 Spesifikasi Screener 42
Tabel 5.4 Spesifikasi Belt Conveyor..... 42

Tabel 5.5 Spesifikasi Bucket Elevator..... 43
Tabel 5.6 Spesifikasi Belt Conveyor 43
Tabel 5.7 Spesifikasi Reaktor..... 44
Tabel 5.8 Spesifikasi Kondensor..... 45
Tabel 5.9 Spesifikasi Heat Exchanger..... 46
Tabel 5.10 Spesifikasi Pompa 47
Tabel 5.11 Spesifikasi Heat Exchanger..... 47
Tabel 5.12 Spesifikasi Evaporator..... 48
Tabel 5.13 Spesifikasi Kondenser 49
Tabel 5.14 Spesifikasi Heat Exchanger..... 50
Tabel 5.15 Spesifikasi Pompa 51
Tabel 5.16 Spesifikasi Filter Press 51
Tabel 5.17 Spesifikasi PAC *Storage* 52
Tabel 5.18 Spesifikasi PAC *Storage* 53
Tabel 5.19 Spesifikasi PAC *Storage* 54
Tabel 5.20 Spesifikasi *Flare* 55
Tabel 5.21 Spesifikasi Fan…… 55
Tabel 5.22 Spesifikasi Pompa…….56
Tabel 5.23 Spesifikasi Pompa…….56
Tabel 5.24 Spesifikasi Heat Exchanger …….....57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Unit *Reducing Size* 17
Gambar 3.2 Unit Reaktor 18
Gambar 3.3 *Gant Chart* Reaktor 20
Gambar 3.4 Unit Pengendalian Gas Buang..... 20
Gambar 3.5 Unit *Filter Press*..... 21
Gambar 3.6 Gant Chart Filter Press 22
Gambar 3.7 Unit Evaporasi 22
Gambar 4.1 Blok Diagram Neraca Massa Shredder..... 26
Gambar 4.2 Blok Diagram Neraca Massa Tangki Reaktor 27
Gambar 4.3 Blok Diagram Neraca Massa Filter Press..... 29
Gambar 4.4 Blok Diagram Neraca Massa Evaporator 31
Gambar 4.5 Blok Diagram Neraca Massa Flare..... 32
Gambar 4.6 Blok Diagram Pre Heater HCl (E-214) 33
Gambar 4.7 Blok Diagram Product Cooler (E-212)..... 33
Gambar 4.8 Blok Diagram Kondenser (E-211)..... 34
Gambar 4.9 Blok Diagram Reaktor (R-210) 35
Gambar 4.10 Blok Diagram Pre-Heater Evaporator (E-234) 37
Gambar 4.11 Blok Diagram Evaporator HCl (V-230) 38
Gambar 4.12 Blok Diagram Kondenser (E-231)..... 39
Gambar 4.13 Blok Diagram Product Coooler (E-232)..... 39
Gambar 4.14 Blok Diagram Flare (A-320) 40
Gambar 6.1 Bagan Struktur Organisasi Perusahaan..... 65

BAB I
PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan dasar manusia. Sudah menjadi anggapan umum di mana kita menemukan air, maka di sana ada harapan akan kehidupan. Menurut PBB, lebih dari satu miliar orang tidak memiliki akses terhadap air bersih, tiga miliar orang tidak memiliki layanan sanitasi yang memadai, dan angka kematian akibat penyakit menular melalui air yang kurang bersih mencapai tiga juta kematian per tahun. (*World Wildlife Fund, 2012*).

Selain untuk konsumsi masyarakat umum, air juga dimanfaatkan pada skala industri sebagai penunjang keberlangsungan industri. Air dapat digunakan sebagai bahan baku maupun untuk *cleaning process*. Air untuk proses industri, khususnya di area dengan kualitas sumber air yang kurang layak, harus melewati tahap pengolahan air sebelum bisa dipergunakan. Air yang akan diolah biasanya akan melewati tahap koagulasi, sedimentasi, filtrasi, dan softening sebelum digunakan.

Salah satu tahap yang cukup krusial dalam proses pengolahan air adalah koagulasi. Koagulasi adalah proses netralisasi muatan listrik pada partikel di dalam air. Partikel tersuspensi dalam air secara umum memiliki muatan negatif pada permukaannya karena disosiasi zat terkomposisi dari partikel tersebut, adsorpsi dari hidroksida logam dll (Kurita, 1999).

Ada beberapa jenis koagulan yang biasa dipakai dalam industri. Penggunaan koagulan dipengaruhi oleh range pH dan kondisi pengadukan. Salah satu koagulan yang umum digunakan adalah Polialumunium Klorida (PAC). PAC adalah senyawa polimerisasi dari monomer Aluminium Klorida ($AlCl_3$). Berdasarkan analisis kelarutan, turbiditas, dan pengukuran elektrokinetik yang dilakukan

oleh Van Benschoten dan Edzwald (1990), dapat disimpulkan bahwa PAC memiliki keunggulan dibandingkan dengan alum sebagai koagulan karena PAC dan alum membentuk endapan dengan fase solid yang berbeda (Dempsey et.al 1998). O'Melia, dkk pada tahun 1989 juga menyimpulkan bahwa PAC lebih efektif dibandingan dengan koagulan alumunium lainnya untuk air dengan kekeruhan atau turbiditas tinggi, terutama pada suhu rendah dan pH asam.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dijelaskan bahwa kemampuan PAC dalam menurunkan tingkat kekeruhan dari air limbah tekstil, dimana limbah dari industri logam aluminium yang memiliki kandungan aluminium sebanyak 2,36% dapat dimanfaatkan dalam pembuatan PAC. PAC yang dihasilkan mampu melakukan koagulasi dan memiliki kemampuan menurunkan kekeruhan air limbah tekstil sebesar 96,50% sedangkan PAC komersial yang kadar aluminium dalam bahan bakunya sebesar 8% mampu menurunkan kekeruhan limbah tekstil sebesar 97,23% (Rinaldi, 2009)

Di Indonesia belum banyak pabrik yang memproduksi PAC. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, Indonesia perlu mengimpor PAC dari beberapa negara seperti China dan India. Oleh karena itu untuk mengantisipasi kebutuhan dalam negeri dan untuk mengurangi ketergantungan impor PAC diperlukan pendirian pabrik PAC baru.

PAC dapat berasal dari beberapa bahan baku, diantaranya piropilit/bauksit (Al_2O_3), Aluminium Hidroksida [$Al(OH)_3$] dan Alumunium Scrap (limbah sisa pengolahan aluminium). Diantara ketiga bahan tersebut, yang memiliki prospek besar dengan profit lebih menjanjikan adalah dengan menggunakan scrap. Alasan penggunaan scrap adalah impor scrap dari negara lain yang cukup besar. Menurut data Kementrian Perindustrian, impor

scrap dari Amerika Serikat, Inggris, dan Australia menempati tiga besar impor aluminium scrap dengan permintaan yang terus meningkat dalam lima tahun terakhir. Selain itu, banyak industri aluminium di Indonesia yang belum memanfaatkan limbah sisa produksi aluminium menjadi PAC. Berdasarkan latar belakang diatas maka akan dilakukan perancangan pabrik pembuatan Polialuminium klorida (PAC) dengan bahan baku aluminium scrap.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II
BASIS DESAIN DATA

II.1 Kapasitas

Kapasitas menjadi hal mendasar dalam setiap perancangan pabrik. Ini dikarenakan kapasitas produksi akan memengaruhi banyak hal, baik dalam aspek teknis seperti desain proses dan pemilihan alat, maupun aspek-aspek lain. Dalam perencanaan pabrik, kapasitas dipengaruhi dua faktor utama, yaitu prospek produk yang akan dihasilkan dan ketersediaan bahan bakunya. Oleh karena itu, data-data mengenai prospek produk dan ketersediaan bahan baku menjadi sangat perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas pabrik.

Tabel 2.1 Ekspor Poli Aluminium Klorida di Indonesia

Tahun	Berat (Kg)	Pertumbuhan
2011	1.958.720	
2012	2.133.562	9%
2013	3.640.235	71%
2014	3.617.110	-1%
2015	6.168.805	71%
2016	5.761.868	-7%
2017	7.698.335	34%
Pertumbuhan rata-rata		29%

(Badan Pusat Statistik, 2018)

Tabel 2.2 Impor Poli Aluminium Klorida di Indonesia

Tahun	Berat (Kg)	Pertumbuhan
2011	16.324.161	
2012	17.956.953	10%
2013	19.519.523	9%
2014	21.639.798	11%
2015	27.396.546	27%
2016	24.786.157	-10%
2017	25.048.721	1%
Pertumbuhan rata-rata		8%

(Badan Pusat Statistik, 2018)

Tabel 2.3 Konsumsi Poli Aluminium Klorida di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton)	Perumbuhan
2010	169.367	
2011	192.274	13,53%
2012	212.437	10,49%
2013	231.893	9,16%
2014	247.943	6,92%
Rata-rata pertumbuhan		10,02%

(Dwiputranto dkk, 2016)

Tabel 2.4 Produksi Poli Aluminium Klorida di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton)	Perumbuhan
2010	162.896	
2011	178.863	9,80%
2012	198.549	11,01%
2013	216.447	9,01%
2014	228.892	5,75%
Rata-rata pertumbuhan		8,89%

(Dwiputranto dkk, 2016)

Pabrik yang ada dalam perancangan ini diasumsikan akan mulai beroperasi pada 2022. Karena itu, nilai ekspor dan impor dari PAC perlu diproyeksikan untuk kondisi pada tahun 2022 menggunakan persamaan :

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

di mana,

F = Jumlah pada tahun 2022

P = Jumlah pada tahun terakhir

i = pertumbuhan rata-rata

n = selisih tahun yang diperhitungkan

sehingga didapatkan data proyeksi kondisi pada tahun 2022 sebagai berikut :

Tabel 2.5 Proyeksi PAC pada 2022

	Ekspor	Impor	Konsumsi	Produksi
Jumlah (Ton)	27.942	36.720	532.372	452.514

Berdasarkan kondisi proyeksi PAC pada tahun 2022, maka dapat diketahui kebutuhan PAC pada waktu tersebut sebesar :

Kebutuhan = (ekspor+konsumsi) – (impor+produksi)
= (27.942+532.372)-(36.720+452.514)
= 71.080 ton/tahun

Sedangkan pabrik yang hendak dibangun diharapkan sudah dapat memenuhi 15% dari kebutuhan PAC pada 2022 sehingga kapasitas produksi yang harus didesain adalah sebesar :

Kapasitas = 54% dari kebutuhan
= 54% x 71.080 ton/tahun
= 38655 ton/tahun
= 117,136 ton/hari
= 4880,67 kg/jam

II.2 Lokasi

Setelah kapasitas, lokasi pabrik juga menjadi hal yang sangat penting untuk dipertimbangkan dalam setiap perancangan pabrik. Lokasi pendirian sebuah pabrik akan menentukan bagaimana pabrik tersebut akan memilih bahan baku, menentukan target pasar, melakukan proses produksi, dan lain-lain. Faktor-

faktor tersebut akan saling memengaruhi satu sama lain dengan bobotnya masing-masing. Setiap faktor tersebut akan memiliki perbedaan bobot bergantung seberapa besar faktor tersebut memengaruhi dalam pemilihan lokasi pabrik.

Dalam perancangan pabrik ini, pemilihan lokasi akan ditentukan dengan metode AHP (Analytical Hierarchy Proccess). Dengan metode ini, beberapa faktor yang memengaruhi penentuan lokasi pabrik diberi bobot sesuai dengan seberapa besar pengaruh faktor tersebut. Beberapa faktor yang digunakan sebagai patokan pemilihan lokasi pabrik dalam perancangan pabrik ini anatara lain :

1. Ketersediaan bahan baku

Ketersediaan bahan baku menjadi salah satu parameter penentuan lokasi pabrik bahkan menjadi prioritas. Hal ini jelas karena pabrik mampu beroperasi hanya apabila ada bahan baku yang bisa diolah. Dekatnya sumber bahan baku juga akan memudahkan dalam transportasinya. Parameter ini mencakup seberapa dekat lokasi pabrik dengan sumber bahan baku, seberapa banyak bahan baku di sekitar lokasi tersebut, dan sebaik apa kualitas bahan baku yang didapatkan di daerah tersebut.

2. Lokasi pasar

Parameter selanjutnya adalah lokasi pasar. Parameter in mencakup seberapa dekat konsumen PAC dengan lokasi pabrik yang hendak dibangun. Sebagaimana pentingnya bahan baku, lokasi pasar juga menjadi prioritas dalam menentukan lokasi pabrik. Apabila pabrik dekat dengan pasar, maka tutjuan utama pabrik yaitu menjual produk akan semakin mudah. Semakin dekat pasar, maka pabrik akan semakin mudah memasarkan dan membuatnya lebih terjangkau.

3. Besar pasar

Besar pasar berkenaan dengan seberapa tinggi permintaan produk, dalam hal ini PAC, di sekitar lokasi yang hendak dibangun pabrik. Hal ini menjadi poin pertimbangan karena dengan jumlah permintaan yang tinggi maka tingkat penjualan produk juga menjadi tinggi. Oleh karena itu, apabila di lokasi pabrik dibangun

terdapat permintaan PAC yang tinggi, maka pembangunan pabrik akan menjadi lebih *feasible.*

4. Akses transportasi

Akses transportasi berkenaan dengan keterjangkauan lokasi pabrik. Apabila lokasi pabrik mudah dijangkau dari tempat lain, maka hal-hal yang berkenaan dengan transportasi terutama dalam penjualan dan logistik akan menjadi mudah dan murah. Keterjangkauan ini dinilai dari seberapa mudah lokasi tersebut dijangkau dari pusat-pusat transportasi seperti bandara, pelabuhan, stasiun kereta api, dan adanya jalan umum yang memadai.

5. Harga tanah

Harga tanah mencakup seberapa mahal nilai tanah di lokasi yang hendak dibangun pabrik. Harga tanah akan menentukan nilai investasi pabrik yang akan dibangun. Apabila pabrik dibangun di tanah yang nilainya relatif tinggi akan menjadi aset yang bernilai tinggi namun juga akan membuat nilai investasi pembebasan tanahnya menjadi mahal.

6. Keamanan

Kemanan mencakup seberapa aman lokasi pabrik dari ancaman bencana. Ancaman bencana yang dimaksud seperti gempa bumi, gunung meletus, tsunami, karhutla, banjir, angin puting beliung, dll. Keamanan akan berkaitan dengan lokasi pabrik karena ancaman-ancaman bencana lebih banyak juga terikat pada lokasi-lokasi tertentu. Lokasi pabrik di tempat yang aman akan lebih menjamin bagi investor untuk menanam modalnya dan juga untuk keberlangsungan pabrik secara jangka panjang.

7. Upah minimum

Upah minimum juga menjadi parameter karena akan berkenaan dengan biaya operasi pabrik kedepan. Beban gaji pegawai adalah salah satu poin dari biaya operasi pabrik dan besar gaji akan ditentukan seberapa besar nilai upah minimum. Sedangkan nilai upah minimum terikat dengan lokasi. Oleh karena itu, lokasi pabrik juga akan menentukan biaya operasi pabrik. Hal ini juga bisa memengaruhi harga produk yang dihasilkan.

8. Ketersediaan air dan listrik

Air dan listrik adalah dua komponen yang diperlukan pabrik untuk beroperasi. Air biasa digunakan sebagai bahan baku, fluida pendingin, atau untuk proses pembersihan proses. Sedangkan listrik menjadi sumber energi utama untuk menjalankan alat-alat produksi. Kedua komponen tersebut perlu tersedia sepanjang waktu agar pabrik bisa beroperasi secara terus menerus. Ketersediaan air dan listrik juga biasa terikat pada lokasi. Lokasi yang menyediakan air dan listrik dengan baik maka akan lebih menjamin keberlangsungan operasi pabrik.

9. Aspek sosial

Aspek sosial mencakup hal-hal yang berkenaan dengan kondisi sosial masyarakat di lokasi pabrik yang hendak dibangun seperti penerimaan terhadap adanya pabrik, adat dan budaya, tingkat pendidikan, tingkat kemiskinan, mata pencahariaan yang dominan, dll. Aspek ini tidak secara langsung berkenaan dengan teknis pabrik namun juga memengaruhi penentuan lokasi pabrik. Pabrik akan lebih baik apabila dibangun di tengah masyarakat yang kondusif.

10. Aspek lingkungan

Aspek lingkungan mencakup hal-hal yang berkenaan dengan dampak lingkungan yang timbul pada suatu lokasi apabila pabrik dibangun di sana. Aspek ini juga tidak secara langsung berkenaan dengan teknis operasi pabrik namun akan menentukan dalam hal perizinan dalam mendirikan pabrik. Pabrik akan diizinkan untuk didirikan apabila kondisi lingkungan di sekitar dinilai aman. Hal ini akan banyak berkaitan dengan polusi yang ditimbulkan oleh operasi pabrik, baik polusi udara, air, tanah, kebisingan, dll. Hal ini akan memengaruhi bagaimana limbah produksi diolah.

Tabel 2.6 Penentuan Lokasi Pabrik dengan Metode AHP

Parameter	Bobot	Cikarang		Dumai	
		Nilai	Ketercapaian	Nilai	Ketercapaian
Ketersediaan bahan baku	19,67 %	90	17,70%	65	12,79%
Lokasi Pasar	24,52 %	100	24,52%	100	24,52%
Pangsa Pasar	11,38 %	85	9,67%	90	10,24%
Transportasi	6,49 %	90	5,84%	80	5,19%
Harga Tanah	3,79 %	60	2,27%	90	3,41%
Kemanan	14,22 %	80	11,38%	55	7,82%
UMR	2,48 %	50	1,24%	85	2,10%
Ketersediaan air	1,54 %	70	1,08%	70	1,08%
Ketersediaan listrik	1,34 %	75	1,00%	70	0,94%
Lingkungan	14,57 %	65	9,47%	65	9,47%
		Total	84,18%	Total	77,57%

Berdasarkan metode AHP yang digunakan, didapatkan hasil penilain terhadap beberapa lokasi yang diperkirakan baik dipilih menjadi lokasi pabrik. Dari perhitungan ini, diketahui bahwa Cikarang memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan Dumai. Oleh karena itu, lokasi pabrik akan dibangun di Cikarang.

II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk

II.3.1 Bahan Baku

II.3.1.1 Aluminium scrap

Limbah aluminium sangat mudah ditemukan di berbagai tempat. Hal ini tak terlepas dari tingginya tingkat penggunaan aluminium dalam kehidupan sehari-hari. Tak jarang keberadaannya mengakibatkan pencemaran lingkungan. Limbah aluminium atau *aluminium scrap* masih memiliki potensi yang tinggi untuk dimanfaatkan kembali. Dalam hal ini, *aluminium scrap* dipilih untuk menjadi bahan baku dalam pembuatan *polyaluminium chloride*. Di antara logam aluminium yang beredar di masyarakat adalah aluminium *alloy* 1050 yang digunakan sebagai sampel dalam spesifikasi bahan baku.

Tabel 2.7 Komposisi Aluminium *alloy*

Komponen	Kadar (%)
Al	99,5
Fe	0,3
Mn	0,05
Ti	0,03
Si	0,1
Zn	0,02

(Thysenkrupp)

II.3.1.2 HCl

Bahan lain yang digunakan dalam produksi *polyaluminium chloride* adalah asam klorida (HCl). HCl yang digunakan adalah HCl dengan konsentrasi 1 Molar. Dengan konsentrasi tersebut, HCl mengandung cukup air yang mana juga merupakan zat yang diperlukan dalam pembentukan PAC.

II.3.2 Produk

Produk utama yang dihasilkan dari pabrik ini adalah *polyaluminium chloride* (PAC). PAC yang akan diproduksi adalah senyawa anorganik komplek dengan warna jernih kekuningan yang mempunyai rumus $[Al(OH)_2Cl]$. PAC yang akan dihasilkan akan memiliki standar mutu sesuai dengan Standar Nasional Indonesia

(SNI) dengan nomor SNI 06-3822-1995 tentang poli aluminium klorida.

Tabel 2.8 Standar Mutu Poli Aluminium Klorida

No.	Jenis uji	Satuan	Persyaratan	
			Cair	Serbuk
1	Kerapatan curah	g/ml	-	0,8 – 0,9
2	Bobot jenis	-	1,19 – 1.25	-
3	Aliminium oksida (Al_2O_3)	%	10,0 – 11,0	30,0 – 33,0
4	Basisitas	%	45 – 65	45 – 65
5	pH (1% larutan b/v)	-	3,5 – 5,0	3,5 – 5,0
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

(SNI-06-3822-1995)

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

Dalam produksi polialuminium klorida (PAC), ada dua mekanisme yang sudah digunakan. Mekanisme pertama adalah dengan menambahkan asam klorida encer pada aluminium dan menkanisme kedua adalah penambahan asam klorida dan natrium hidroksida.

III.1 Proses Pembentukan Polialuminium Klorida (PAC)

Pada proses pembentukan PAC, aluminium *scrap* sebagai bahan baku direaksikan dengan reagen tertentu agar membentuk PAC. Terdapat dua metode reagen yang dapat digunakan, yaitu:

III.1.1 Reaksi Menggunakan Asam Klorida (HCl) encer

Pada reaksi ini aluminium scrap dihancurkan hingga berkeping-keping untuk mengurangi ukuran serta meningkatkan efektivitas rekasi. Kemudian aluminium scrap tersebut dimasukkan ke dalam reaktor yang telah berisi asam klorida 1M. Asam klorida tersebut telah terlebih dahulu dipanaskan hingga suhu 45°C. Di dalam reaktor tersebut akan tetjadi reaksi antara logam aluminium dengan asam klorida serta air yang menyertai asam klorida:

$$Al + HCl + 2H_2O \rightarrow AlCl(OH)_2 + 1{,}5H_2$$

Dari reaksi di atas, polialuminium klorida akan terbentuk disertai gas hydrogen. Kemudian polialuminium klorida disimpan sebagai produk sedangkan gas hidrogen dibuang. Diagram alir proses diatas adalah sebagai berikut.

III.1.2 Reaksi Menggunakan Asam Klorida (HCl) dan Natrium Hidroksia (NaOH)

Pada mekanisma ini aluminium scrap dihancurkan hingga berkeping-keping untuk meningkatkan efektivitas rekasi. Kemudian aluminium scrap tersebut dilewatkan menuju reaktor secara perlahan. Di dalam reaktor sudah terdapat asam klorida (HCl) komersial 36% yang telah dipanaskan hingga 65°C. Kemudian natrium hidroksida (NaOH) ditambahkan ke dalam rekator. Reaksi yang terjadi di dalam reactor adalah:

$$Al + 3HCl + 2NaOH \rightarrow AlCl(OH)_2 + 2NaCl + 1{,}5H_2$$

Dari reaksi di atas dihasilkan tiga produk, yaitu larutan polialuminium klorida sebagai produk utama, natrium klorida, dan gas hidrogen.

III.2 Seleksi Proses

Pada proses pembentukan PAC terdapat dua alternatif proses. Akan dilakukan seleksi proses berdasarkan beberapa aspek agar dipilih proses yang paling efektif dan efisien.

Tabel 3.1 Perbandingan Proses Pembuatan PAC

Aspek	Reaksi dengan HCl encer	Reaksi dengan HCl + NaOH
Kondisi Operasi :		
Suhu reaksi	80°C	80°C
Tekanan reaksi	1 bar	1 bar
Bahan Baku	Al, HCl, H_2O	Al, HCl, NaOH
By Product	H_2	H_2, NaCl
Kebutuhan Energi	Sedang	Tinggi

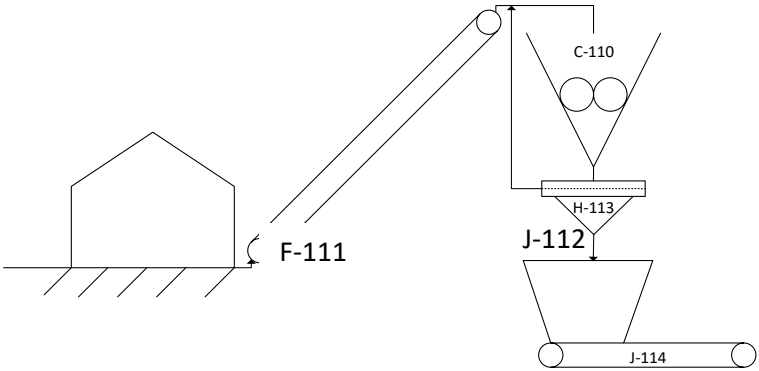
Dari dua tahapan proses pembuatan PAC diatas, didapat bahwa reaksi pembentukan PAC dengan menggunakan HCl encer dipilih dengan pertimbangan bahan baku yang diperlukan lebih sedikit yaitu hanya aluminium scrap dan HCl encer saja. Sedangkan pada proses kedua selain HCl masih diperlukan NaOH untuk mendapatkan polialuminium klorida. Hal tersebut membuat proses menjadi lebih sederhana dan biaya bisa lebih ditekan.

III.3 Uraian Proses

Proses pembuatan Polialuminium klorida (PAC) terdiri dari beberapa tahapan berikut:

1. *Size reduction* aluminium
2. Reaksi dengan asam klorida (HCl)
3. Penanganan *by product* berupa gas hidrogen (H_2)
4. Filtrasi PAC
5. Evaporasi

III.3.1 *Reducing size* dari aluminium

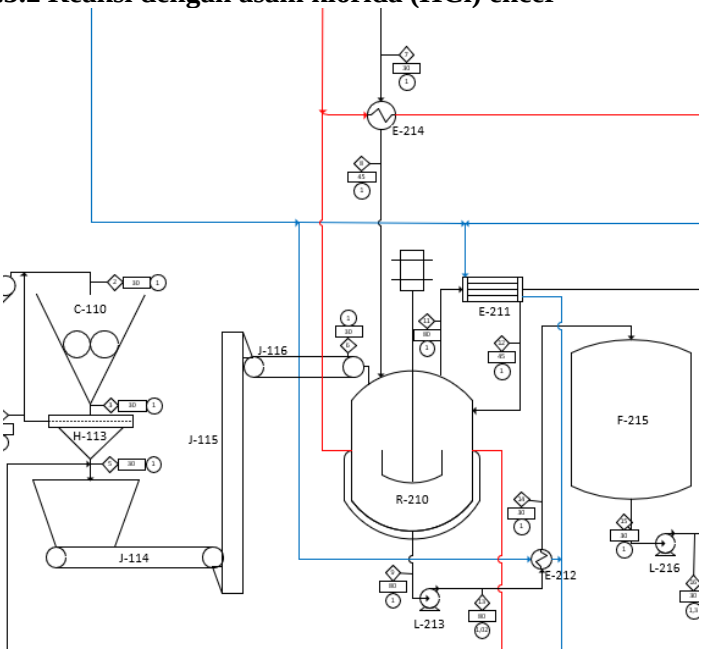


Gambar 3.1 Unit *Reducing Size*

Aluminium scrap yang digunakan sebagai bahan baku berasal dari berbagai sumber. Mulai dari kaleng aluminium, perabotan berbahan aluminium, hingga aluminium sisa produksi yang memiliki bermacam bentuk dan ukuran. Semua aluminium tersebut disimpan dalam gudang penyimpanan (F-111). Kemudian aluminium dibawa dengan *conveyor* (J-112) menuju shredder (C-110). Di dalam shredder (C-110), aluminium dihancurkan hingga berkeping-keping. Diharapkan kepingan aluminium yang keluar dari shredder memiliki ukuran tidak lebih besar dari 5 mesh. Untuk itu, setelah shredder (C-110) juga dipasang ayakan (H-113) dengan ukuran 5 mesh sehingga kepingan aluminium yang belum sesuai ukurannya dapat dikembalikan lagi menuju shredder (C-110) sedangkan aluminium yang sudah sesuai dapat diproses lebih lanjut. Proses ini bertujuan untuk menyeragamkan ukuran aluminium dan juga untuk meningkatkan luas permukaan aluminium sehingga mampu meningkatkan efektivitas reaksi pada proses selanjutnya. Shredder adalah mesin yang digunakan untuk mengurangi ukuran dari semua jenis bahan. Shredder industri hadir dalam berbagai variasi desain dan banyak ukuran. Di antara bentuk shredder yang umum digunakan untuk menghancurkan logam adalah dua gigi penghancur sejajar yang berputar berlawanan arah

sehingga logam yang dimasukkan kedalamnya akan terjepit dan hancur hingga akhirnya keluar dalam kondisi ukuran kecil.

III.3.2 Reaksi dengan asam klorida (HCl) encer



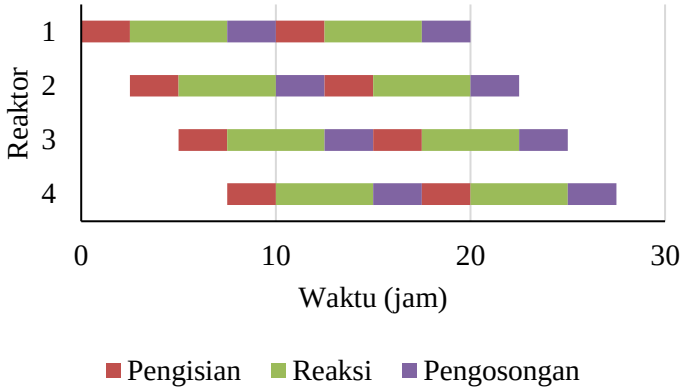
Gambar 3.2 Unit Reaktor

Setelah keluar dari shredder (C-110), aluminium dengan ukuran yang telah seragam dibawa menuju reactor (R-210). Sebelum menuju reaktor, aluminium terlebih dahulu ditimbang dalam weighing feeder (J-114). Weighing feeder berguna untuk mengatur dan menyesuaikan jumlah feed aluminium yang masuk ke dalam reactor dalam sekali jalan melalui penimbangan. Proses ini diperlukan karena proses reaksi yang berjalan secara batch sehingga sebelum reaksi dijalankan kadar semua bahan yang diperlukan tiap reactor sudah harus disesuaikan. Setelah diketahui jumlah feed yang masuk, kemudian aluminium dibawa oleh conveyor (J-115) dan dilanjutkan conveyor (J-116) menuju reaktor (R-210). Di dalam reaktor sudah terdapat asam klorida (HCl) 1M

yang telah dipanaskan hingga 45°C ole *pre heater* (E-214). Pemanasan awal terhadap HCl ini bertujuan untuk mengurangi beban reactor sehingga kondisi reaksi dapat tercapai lebih cepat. Asam klorida yang dipakai adalah asam klorida encer karena pada laurtan encer, selain asam klorida terdapat pula air sebagai pelarut dengan jumlah yang cukup banyak. Air tersebut diperlukan karena ia juga bertindak sebagai reaktan dalam reaksi pembentukan polialuminium klorida. Reaksi yang terjadi dalam reactor adalah:

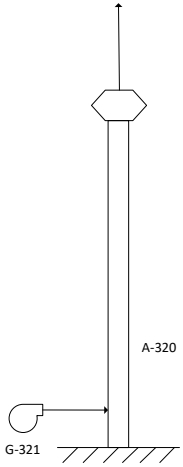
$$Al + HCl + 2H_2O \rightarrow AlCl(OH)_2 + 1{,}5H_2$$

Reaksi berlangsung secara endodermis dan membutuhkan panas. Reaktor perlu dijaga agar berada pada suhu reaksi yaitu pada 80°C. Untuk menjaga agar suhu tetap pada 80°C maka pada reaktor dipasang pemanas dengan pemanas berupa steam. Dalam proses ini, reaksi berlangsung selama 300 menit. Selama itu, aluminium akan bereaksi dengan HCl serta air mengikuti persamaan reaksi di atas. Aluminium yang dalam kondisi solid akan diselimuti oleh larutan HCl dan membentuk PAC yang larut dalam air. Lama kelamaan seiring berjalannya reaksi ukuran aluminium akan mengecil hingga akhirnya habis. Aluminium yang tidak bereaksi disebabkan oleh HCl yang menyelimuti aluminium semakin berkurang dan terganti oleh PAC yang encer sehingga reaksi terhenti. Selain PAC, reaksi ini juga menghasilkan produk lain yaitu gas hidrogen. Karena hydrogen adalah produk yang tidak diperlukan, maka keberadaannya perlu ditangani dan dibuang. Dengan proses reaksi berupa batch, proses reaksi ini memerlukan empat buah reactor agar keluaran dari proses ini bisa kembali menjadi kontinyu. Tiap reactor tersebut secara bergantian diisi, kemudian menjalankan reaksi, serta pengosongan. Ketika reactor dikosongkan, produk cair berupa larutan PAC serta sisa aluminium akan didinginkan hingga suhu yang aman dan dipompa dengan pompa (L-213) menuju tangki penyimpanan (F-215) sedangkan gas yang dihasilkan berupa hydrogen dan HCl sisa akan dibuang melalui flare (A-320).



Gambar 3.3 *Gant Chart* Reaktor

III.3.3 Kontrol *by product* gas hidrogen (H_2)



Gambar 3.4 Unit Pengendalian Gas Buang

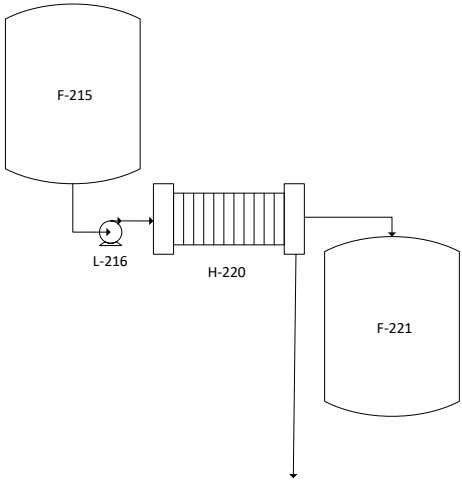
Hasil dari proses reaksi di atas adalah munculnya gas hidrogen (H_2) serta sisa HCl yang menguap. Gas hidrogen merupakan gas yang sangat reaktif dikarenakan elektron valensi tunggalnya. Gas hidrogen yang dihasilkan oleh reactor (R-210) kemudian didorong oleh *fan* (G-321) menuju (A320) flare bersuhu

2210°C untuk dibakar. Dalam flare, gas hydrogen akan terbakar dan bereaksi dengan udara untuk membentuk air.

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

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

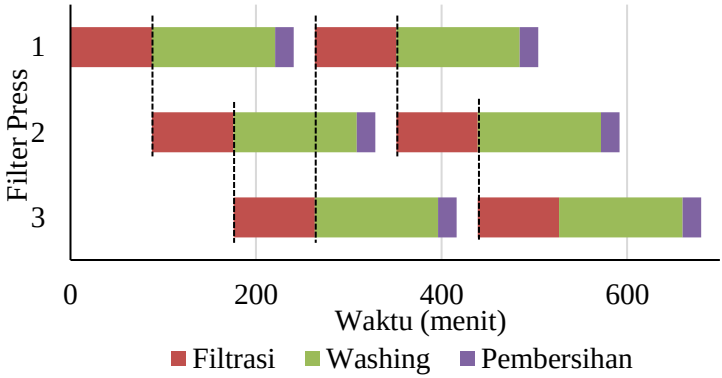
III.3.4 Filtrasi PAC



Gambar 3.5 Unit *Filter Press*

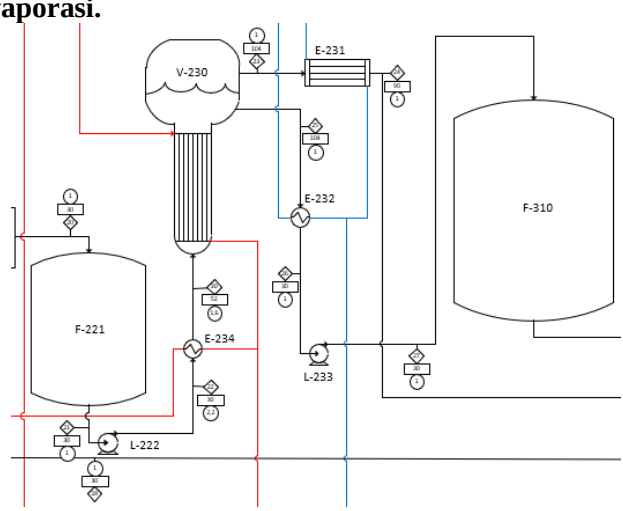
Produk yang terbentuk dan reaktan sisa selain yang berfase gas dari reaktor (R-210) dipompa menuju tangki perantara (F-215). Tangki perantara ini bertujuan untuk mengatur dan menyesuaikan aliran umpan sebelum dipompa menuju filter press (H-220). Filter press merupakan alat separasi atau pemisahan *solid-liquid* dengan menggunakan tekanan. Larutan akan diltekan melewati filter di mana PAC yang larut bersama air akan mampu melewati lapisan filter sedangkan padatan berupa sisa aluminium akan tertahan sebagai cake. Setelah seluruh plate terpenuhi endapan, maka endapan akan dibuang dan alat siap menerima feed baru. Sedangkan filtrat berupa larutan PAC akan mengalir menuju tangka penyimpanan (F-221). Proses menekan dan membuang cake berjalan secara bergantian sehingga diperlukan tiga filter

press agar proses filtrasi bisa berjalan secara kontinyu dalam sehari.



Gambar 3.6 Gant Chart Filter Press

III.3.5 Evaporasi.



Gambar 3.7 Unit Evaporasi

Setelah larutan PAC terpisah dengan aluminium dan pengotor mangan, larutan di tangki penyimpanan (F-221). Di dalam tangki ini PAC yang tersimpan adalah PAC yang terlarut dalam air dengan kadar yang masih rendah. Penyimpanan dalam

tangki tersebut sebagai kontrol untuk mengatur dan menjaga agar aliran feed yang akan dipompa oleh pompa (L-222) dan dialirkan menuju evaporator (V-230) tetap terjaga. Proses evaporasi ini bertujuan untuk meningkatkan kadar PAC dengan cara menguapkan sebagian air pada larutan PAC sehingga kadar PAC yang terlarut naik hingga memenuhi spesifikasi yang banyak beredar di pasaran, yaitu pada kadar 30% PAC. Kadar tersebut diperoleh dengan memanaskan larutan pada suhu 104 C. Evaporator yang digunakan berjenis shell and tube evaporator, dimana larutan yang diuapkan akan melalui shell sementara steam pemanas akan mengalir di tube. Di dalam evaporator, larutan PAC dipanaskan menggunakan steam bersuhu 122°C. Larutan PAC tersebut dipanaskan sehingga sebagian airnya menguap dan meninggalkan larutan PAC dengan kadar yang lebih tinggi. Produk PAC yang telah dinaikkan kadarnya tersebut kemudian didinginkan dengan *cooler* (E234) hingga pada suhu yang aman untuk kemudian dipompa dengan pompa (L-233) menuju tangki produk (F-310) untuk disimpan. Sedangkan uap air yang dihasilkan juga dikondensasikan dan didinginkan agar penanganannya lebih mudah dengan temperature yang aman menggunakan kondensor (E-231).

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV
NERACA MASSA DAN ENERGI

IV.1 Neraca Massa

Perhitungan neraca massa adalah prinsip dasar dalam perancangan sebuah pabrik. Dari neraca massa dapat ditentukan besaran-besaran yang menyangkut produksi dari sebuah pabrik seperti kapasitas produksi, kebutuhan bahahan baku serta bahan pendukung lainnya.

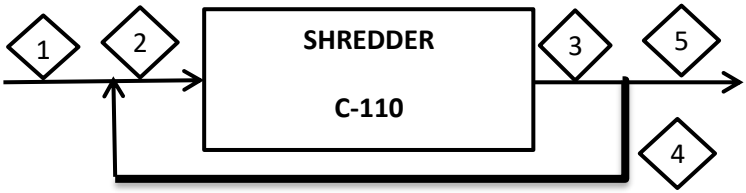
Perhitungan neraca massa menggunakan perhitungan Microsoft Excel. Prinsip yang digunakan dalam perhitungan adalah perhitungan neracca massa overall dan neraca massa komponen. Dalam perhitungan ini berlaku hukum kekekalan massa dengan asumsi proses steady state. Maka persamaan yang digunakan:

Akumulasi = Massa Masuk–Massa Keluar+Generasi-Konsumsi

Berikut merupakan kondisi operasi pabrik ini:

- Kapasitas PAC diproduksi = 4880,67 kg/jam
- Basis = 1 jam operasi
- Waktu operasi :
    - 1 tahun = 330 hari
    - 1 hari = 24 jam sehari
- Kondisi *reference* :
    - Tekanan = 1 atm
    - Suhu = 298 K
    - R = 8,314 kJ/kmol.K

IV.1.1 Shredder (C-110)



Gambar 4.1 Blok Diagram Shredder (C-110)

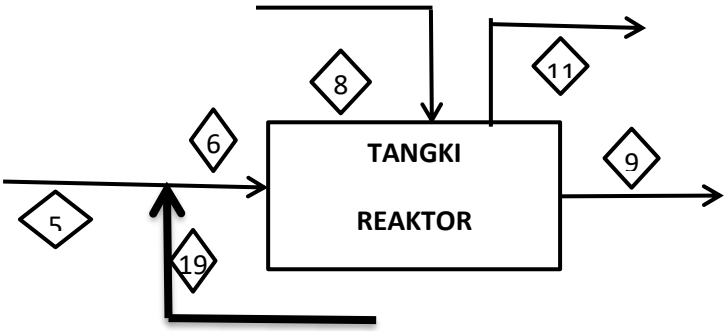
Tabel 4.1 Neraca Massa Masuk Shredder

Komponen	Masuk		
	Aliran <1>	Aliran <2>	Aliran <4>
	Massa (kg)	Massa (kg)	Massa (kg)
Aluminium	409.67250	481.97	72.29500
Mangan	0.2127	0.2127	0
Besi	1.276	1.276	0
Silikon	0.4253	0.4253	0
Titanium	0.1276	0.1276	0
Zinc	0.0851	0.0851	0
Total	**964.3629**		

Tabel 4.2 Neraca Massa Keluar Shredder

Komponen	Keluar		
	Aliran <3>	Aliran <4>	Aliran <5>
	Massa (kg)	Massa (kg)	Massa (kg)
Aluminium	481.97	72.29500	409.67250
Mangan	0.2127	0	0.2127
Besi	1.276	0	1.276
Silikon	0.4253	0	0.4253
Titanium	0.1276	0	0.1276
Zinc	0.0851	0	0.0851
Total	**964.3629**		

IV.1.2 Reaktor (R-210)



Gambar 4.2 Blok Diagram Reaktor (R-210)

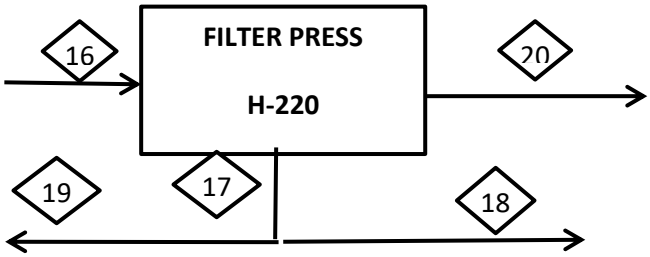
Tabel 4.3 Neraca Massa Masuk Tangki Reaktor

No	Komponen	Masuk		
		Aliran <5>	Aliran <8>	Aliran <19>
		Massa (kg)	Massa (kg)	Massa (kg)
1	Aluminium	423.2200	0	141.07
2	HCl	0	766.5000	0
3	Air	0	24225.35	15.75
4	AlCl(OH)2	0.000	0	0
5	Hidrogen	0.0000	0	0
6	Mangan	0.2127	0	0
7	Besi	1.276	0	0
8	Silikon	0.4253	0	0
9	Titanium	0.1276	0	0
10	Zinc	0.0851	0	0
Subtotal		425.35	24991.85	156.82
Total		**25574.01**		

Tabel 4.4 Neraca Massa Keluar Tangki Reaktor

No	Komponen	Keluar	
		Aliran <11>	Aliran <9>
		Massa (kg)	Massa (kg)
1	Aluminium	0.00000	154.6150
2	HCl	212.68300	0.00000
3	Air	0.0000	23694.864
4	AlCl(OH)2	0.000	1464.200
5	Hidrogen	45.52000	0.00000
6	Mangan	0.00000	0.2127
7	Besi	0.00000	1.276
8	Silikon	0.00000	0.4253
9	Titanium	0.00000	0.1276
10	Zinc	0	0.0851
Subtotal		258.20	25315.81
Total		**25574.01**	

IV.1.3 Filter Press (H-220)



Gambar 4.3 Blok Diagram Filter Press (H-220)

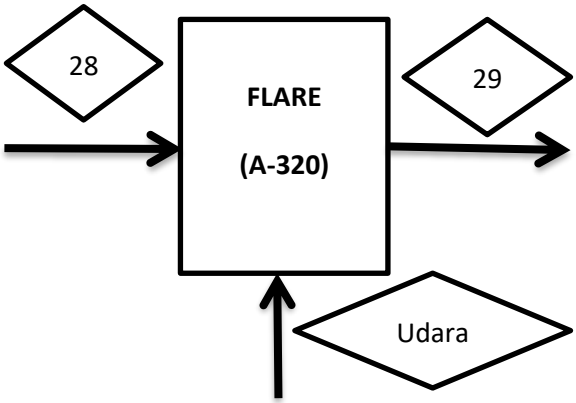
Tabel 4.5 Neraca Massa Masuk Filter Press

No	Komponen	Masuk
		Aliran <16>
		Massa (kg)
1	AlCl(OH)2	1464.2
2	Al	154.615
3	H2O	23694.864
4	Mangan	0.2127
5	Besi	1.276
6	Silikon	0.4253
7	Titanium	0.1276
8	Zinc	0.0851
Total		**25315.8**

Tabel 4.6 Neraca Massa Keluar Filter Press

No	Komponen	Keluar		
		Aliran <20>	Aliran <19>	Aliran <18>
		Massa (kg)	Massa (kg)	Massa (kg)
1	AlCl(OH)2	1464.2	0	
2	Al	0	141.705	12.909
3	H2O	23677.369	15.745	1.7494
4	Mangan	0	0	0.2127
5	Besi	0	0	1.276
6	Silikon	0	0	0.4253
7	Titanium	0	0	0.1276
8	Zinc	0	0	0.0851
Total		**25315.8**		

IV.1.4 Flare (A-320)

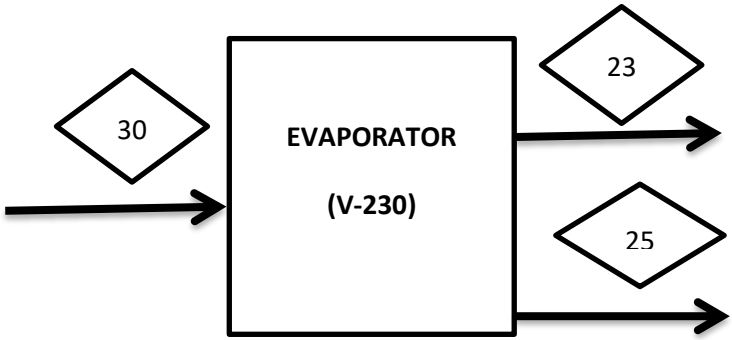


Gambar 4.4 Blok Diagram Flare (A-320)

Tabel 4.7 Neraca Massa Flare

No	Komponen	Masuk		Keluar
		Aliran <28>	Aliran <30>	Aliran <29>
		Massa (kg)	Massa (kg)	Massa (kg)
1	HCl	212.68	0	212.68
2	H2	45.519	0	0
3	O2	0	477.92	113.769
4	N2	0	1170.08	1170.08
5	H2O	0	0	409.67
Total		1906.199		1906.199

IV.1.5 Evaporator (V-230)



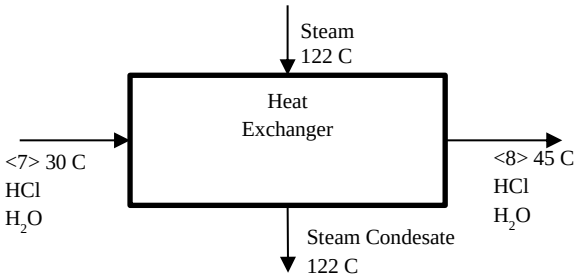
Gambar 4.5 Blok Diagram Evaporator (V-230)

Tabel 4.8 Neraca Massa Evaporator

No	Komponen	Masuk	Keluar	
		Aliran <9>	Aliran <14>	Aliran <15>
		Massa (kg)	Massa (kg)	Massa (kg)
1	AlCl(OH)2	1464.2	3416.5	1464.2
2	H2O	23679.11866	0	20262.61866
Total		**25143.3**	**25143.3**	

IV.2 Neraca Energi

IV.2.1. Pre Heater HCl (E-214)

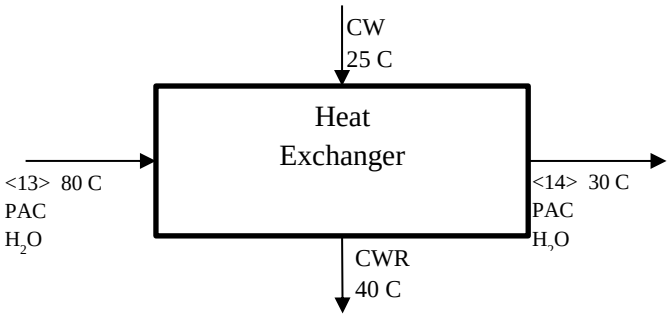


Gambar 4.6 Blok Diagram Pre Heater HCl (E-214)

Tabel 4.9 Neraca Energi Heat Exchanger (E-214)

komponen	H in (kJ)		H out (kJ)	
	<7>	Steam	<8>	SC
HCl	3064.4473	0	12246.601	0
H2O	507526.43	1891294.2	2032018.6	357619.94
Total	2401885.1		2401885.1	

IV.2.2. Product Cooler (E-212)

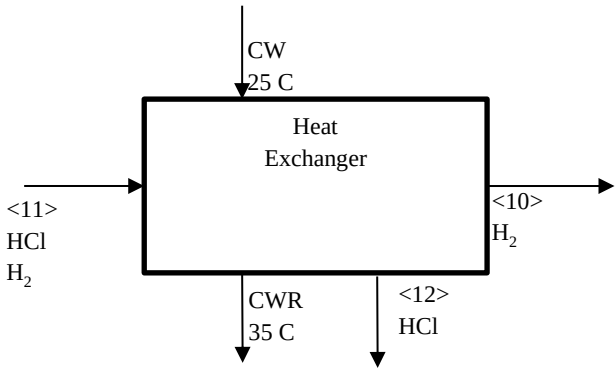


Gambar 4.7 Blok Diagram Product Cooler (E-212)

Tabel 4.10 Neraca Energi Heat Exchanger (E-212)

komponen	H in (kJ)		H out (kJ)	
	<13>	CW	<14>	CWR
PAC	105311.43	0	9573.4249	0
H2O	5477626.4	0	496412.66	12113174
Al	7738466	0	703496.91	0
Mn	102.096	0	9.2814545	0
Fe	576.47857	0	52.407143	0
Si	593.14161	0	53.921964	0
Ti	78.9525	0	7.1775	0
Zn	28.083	0	2.553	0
Total	13322782.52		13322782.52	

IV.2.3. Kondenser (E-211)



Gambar 4.8 Blok Diagram Kondenser (E-211)

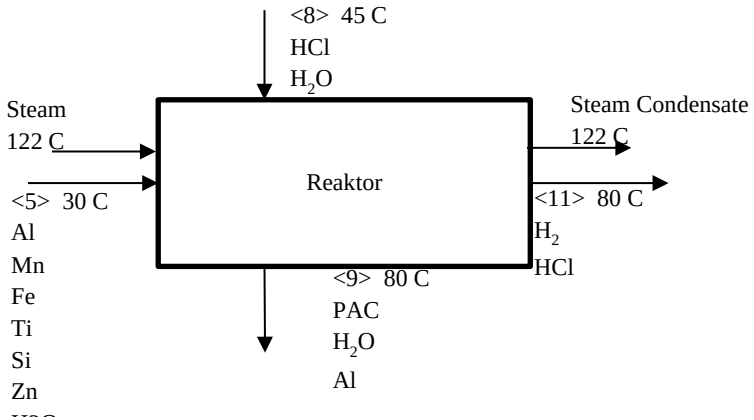
Tabel 4.11 Neraca Energi Masuk Heat Exchanger (E-211)

komponen	H in (kJ)	
	<11>	CW
HCl	9331.8064	0
H2	36063.843	0
H2O	0	0
Total	45395.64904	

Tabel 4.12 Neraca Energi Keluar Heat Exchanger (E-211)

komponen	H out (kJ)		
	<12>	<10>	CWR
HCl	3398.1069	0	0
H2	0	13118.995	0
H2O	0	0	28878.547
Total	45395.64904		

IV.2.4. Reaktor (R-210)



Gambar 4.9 Blok Diagram Reaktor (R-210)

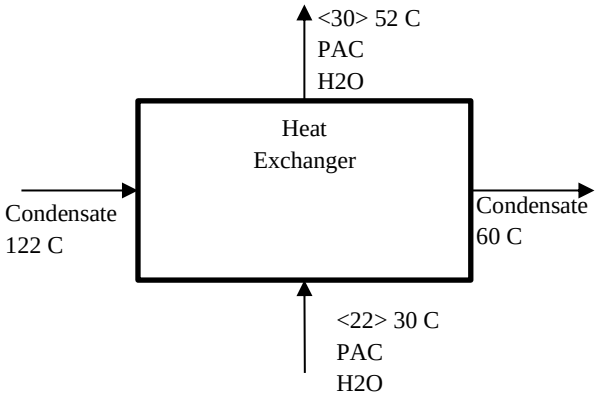
Tabel 4.13 Enthalpy Sensible pada Reaktor (R-210)

komponen	H in (kJ)		H out (kJ)	
	<5>	<8>	<9>	<11>
Al	95092,85	0	286609,85	0
HCl	0	12246,601	0	9331,8064
H2O	0	2033339,3	5477626,4	0
PAC	0	0	104765,78	0
H2	0	0	0	36063,843
Mn	9,2814545	0	102,096	0
Fe	52,407143	0	576,47857	0
Ti	7,1775	0	78,9525	0
Si	53,921964	0	593,14161	0
Zn	2,553	0	28,083	0
Total	2140804,062		5915776,391	

Tabel 4.14 Neraca Energi Reaktor (R-210)

Komponen	H in (kJ)	H out (kJ)
Total Hs	2140804,1	5915776,4
Steam	4452513,1	0
Steam Condensate	0	841914,21
ΔHr	0	-164373,4
Total	6593317,2	6593317,2

IV.2.5 Pre-Heater Evaporator (E-234)

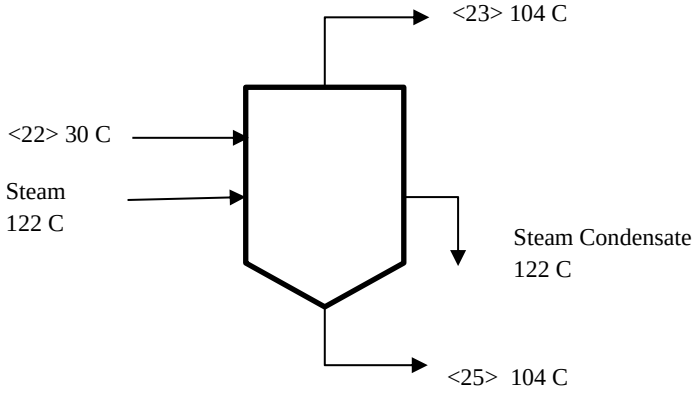


Gambar 4.10 Blok Diagram Pre-Heater Evaporator (E-234)

Tabel 4.15 Neraca Energi Pre Heater Evaporator (E-234)

komponen	H in (kJ)		H out (kJ)	
	<22>	Kondensat	<30>	SC
PAC	9573.4249	0	5570624	0
H2O	496046.14	12094107	2681957.7	4347145.1
Total	12599726.83		12599726.83	

IV.2.5. Evaporator (V-230)



Gambar 4.11 Blok Diagram Evaporator (V-230)

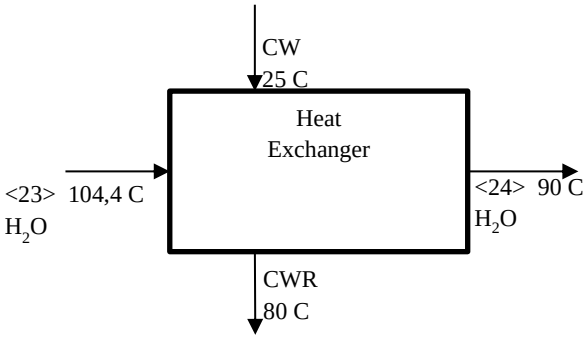
Tabel 4.16 Neraca Energi Masuk Evaporator (V-230)

komponen	H in (kJ)	
	<30>	Steam
PAC	51689.747	0
H2O	2681957.7	62674983
Total	65408630.63	

Tabel 4.17 Neraca Energi Keluar Evaporator (V-230)

komponen	H out (kJ)		
	<23>	SC	<25>
PAC	152057.48	0	0
H2O	1142074.8	11851051	52263448
Total	65408630.63		

IV.2.6. Kondenser (E-231)

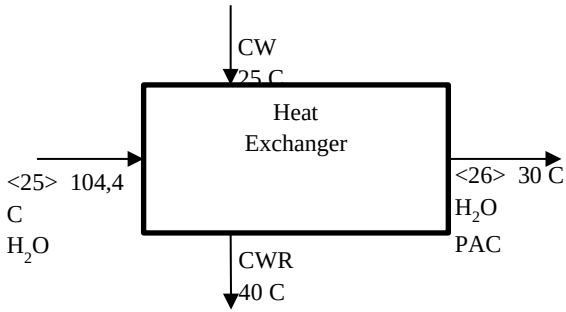


Gambar 4.12 Blok Diagram Kondenser (E-231)

Tabel 4.18 Neraca Energi Condenser (E-231)

komponen	H in (kJ)		H out (kJ)	
	<23>	CW	<24>	CWR
H2O	52044841	0	5538814	46506027
Total	52044840.96		52044840.96	

IV.2.7. Product Cooler (E-232)

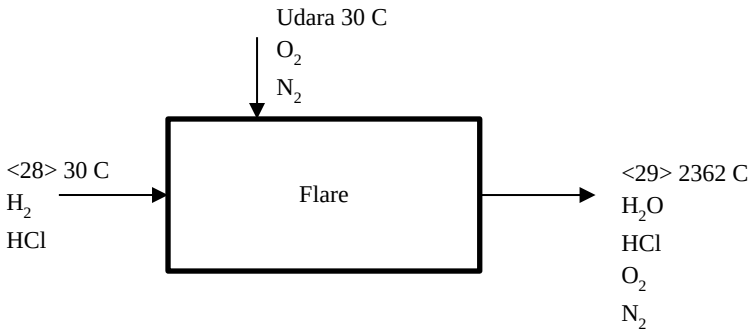


Gambar 4.13 Blok Diagram Product Cooler (E-232)

Tabel 4.19 Neraca Energi Product cooler (E-232)

komponen	H in (kJ)		H out (kJ)	
	<25>	CW	<26>	CWR
PAC	152057.48	0	9573.4249	0
H2O	1142074.8	0	71575.735	1212983.2
Total	1294132.32		1294132.32	

IV.2.8. Flare (A-320)



Gambar 4.14 Blok Diagram Flare (A-320)

Tabel 4.20 Neraca Energi Flare (A-320)

komponen	H in (kJ)		H out (kJ)
	<28>	udara	<29>
HCl	9331.8064	0	463040.8128
H2O	0	0	-4023020.534
O2	0	19689.245	52458.2214
H2	36063.843	0	0
N2	0	72477.799	3645084.193
Total	137562.6933		137562.6933

BAB V
SPESIFIKASI ALAT

Tabel 5.1 Spesifikasi *Shredder*

Spesifikasi	Keterangan
Kode	C-110
Fungsi	Melakukan pemotongan ukuran feed aluminium scrap menjadi memiliki ukuran yang dikehendaki untuk proses selanjutnya
Kondisi Operasi	
Temperatur	30°C
Tekanan	101.325 Pa
Rate Feed	432,22 kg/jam
Ukuran Pengurangan	0,00002 m
Ukuran Pisau	0,31 m
Power	6 KW
Harga	$20200

Tabel 5.2 Spesifikasi Belt Conveyor

Spesifikasi	Keterangan
Kode	J-112
Fungsi	Mengangkut Aluminium menuju shredder
Kondisi Operasi	
Temperatur	30°C
Tekanan	101.325 Pa
Rate feed	432,22 kg/jam
Panjang Belt	15,96 m
Lebar Belt	0,36 m
Kemiringan	20°
Kecepatan	55,24 m/jam
Power	0,6 KW
Harga	$23500

Tabel 5.3 Spesifikasi Screener

Spesifikasi	Keterangan
Kode	H-113
Fungsi	Memisahkan aluminium sesuai ukuran yang dibutuhkan
Tipe	Stationary screener
Luas Deck	3,18 m^2
Bahan	Carbon Steel
Cloth	Medium Carbon Steel Wire
Harga	$19800

Tabel 5.4 Spesifikasi Belt Conveyor

Spesifikasi	Keterangan
Kode	J-114
Fungsi	Mengangkut Aluminium dari weighing feeder menuju bucket elevator
Kondisi Operasi	
Temperatur	30°C
Tekanan	101.325 Pa
Rate feed	432,22 kg/jam
Panjang Belt	2,01 m
Lebar Belt	0,36 m
Kemiringan	5°
Kecepatan	262,9 m/jam
Power	0,08 KW
Harga	$4600

Tabel 5.5 Spesifikasi Bucket Elevator

Spesifikasi	Keterangan
Kode	J-115
Fungsi	Untuk mengangkut aluminium dari weighing feeder ke reaktor
Jumlah feed masuk	432,22 kg/jam
Kapasitas	9556 kg/jam
Lebar bucket	0,25 m
Kedalaman bucket	0,13 m
Proj. bucket	0,2 m
Bucket spacing	0,2 m
Kecepatan bucket	0,04 m/s
Bucket load factor	0,45
Tinggi elevator	9,25 m
Sudut Inklinasi	0°
Power	0,25 KW
Harga	$14900

Tabel 5.6 Spesifikasi Belt Conveyor

Spesifikasi	Keterangan
Kode	J-116
Fungsi	Mengangkut Aluminium dari bucket elevator menuju reaktor
Kondisi Operasi	
Temperatur	30^oC
Tekanan	101.325 Pa
Rate feed	432,22 kg/jam
Panjang Belt	2,01 m
Lebar Belt	0,36 m
Kemiringan	5°
Kecepatan	262,9 m/jam
Power	0,08 KW
Harga	$4600

Tabel 5.7 Spesifikasi Reaktor

Spesifikasi	Keterangan
Kode	R-210
Fungsi	Mereaksikan Aluminium dengan asam klorida
Kondisi operasi	
Temperatur	80°C
Tekanan	101.325 Pa
Desain tangki	
Volume	84,2628 m^3
Bahan	Low-Alloy Steel SA-203 grade B
Pengelasan	Double welded butt joint
Diameter	3,95 m
Tinggi Silinder	5,92 m
Tebal Silinder	0,01 m
Tekanan	23,66 psi
Straight Flange	0,05 m
Desain Tutup	
Bentuk	Tutup atas : Standard dished head
	Tutup bawah: Standard dished head
Tinggi	Tutup atas : 0,67 m
	Tutup bawah: 0,67 m
Tebal	Tutup atas : 0,01 m
	Tutup bawah: 0,01 m
Desain Nozzle	
Jumlah	4
Nozzle 1	OD : 0,11 m
	ID : 0,1 m
	Tinggi: 0,08 m
Nozzle 2	OD : 0,03 m
	ID : 0,02 m
	Tinggi: 0,05 m
Nozzle 3	OD : 0,08 m
	ID : 0,05 m

	Tinggi: 0,06 m
Nozzle 4	OD : 0,04 m
	ID : 0,02 m
	Tinggi: 0,05 m
Desain Pengaduk	
Tipe	Three blade propeller
Kecepatan	800 rpm
Lebar Blade	0,3 m
Panjang Blade	0,32 m
Lebar Baffle	0,5 m
Jumlah	4
Power	0,15 kW
Harga	$243100

Tabel 5.8 Spesifikasi Kondensor

Spesifikasi	Keterangan
Kode	E-211
Fungsi	Mengembalikan HCl yang menguap menjadi cair ke dalam reaktor
Tipe	1-2 *Shell and Tube Heat Exchanger*
Jumlah	1
Kondisi operasi	
T in	25ºC
T out	35ºC
Luas area kontak	9,75 m^2
Shell	
ID	0,2 m
Baffle	0,2 m
Passes	0,03 m
Bahan	Carbon steel SA-212 grade A
Tube	
Jumlah	47
Panjang	3,66 m

OD	0,02 m
ID	0,02 m
BWG	18
Pitch	0,05 m
Passes	4
a'_t	0,0002 m^2
a''_t	0,02 m^2
C''	0,03 m
Bahan	Carbon steel SA-212 grade A
Harga	$4400

Tabel 5.9 Spesifikasi Heat Exchanger

Spesifikasi	Keterangan
Kode	E-214
Fungsi	Memanaskan feed HCl menuju reaktor
Tipe	1-2 *Shell and Tube Heat Exchanger*
Jumlah	1
Kondisi operasi	
T in	30ºC
T out	45ºC
Luas area kontak	4,4511 m^2
Shell	
ID	0,2 m
Baffle	0,1 m
Passes	0,03 m
Bahan	Carbon steel SA-212 grade A
Tube	
Jumlah	16
Panjang	3,66 m
OD	0,03 m
ID	0,02 m
BWG	16
Pitch	0,03 m
Passes	2

a'_t	0,0004 m^2
a''_t	0,02 m^2
C''	0,01 m
Bahan	Carbon steel SA-212 grade A
Harga	$1500

Tabel 5.10 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Keterangan
Kode	L-213
Fungsi	Memompa produk hasil keluaran rekator menuju proses selanjutnya
Tipe	*Centrifugal Pump*
Bahan	*Cast Iron*
Kapasitas	4489,15 kg/jam
Power	1,5 kW
Head	5,5 m
Jumlah	1
Harga	$4827

Tabel 5.11 Spesifikasi Heat Exchanger

Spesifikasi	Keterangan
Kode	E-212
Fungsi	Menurunkan suhu produk keluar reaktor
Tipe	1-2 *Shell and Tube Heat Exchanger*
Jumlah	1
Kondisi operasi	
T in	80°C
T out	104,4°C
Luas area kontak	77,6097 m^2
Shell	
ID	0,59 m
Baffle	0,2 m
Passes	0,03 m
Bahan	Carbon steel SA-212 grade A

Tube	
Jumlah	202
Panjang	4,27 m
OD	0,03 m
ID	0,02 m
BWG	18
Pitch	0,03 m
Passes	8
a'_t	0,0004 m^2
a''_t	0,02 m^2
C''	0,01 m
Bahan	Carbon steel SA-212 grade A
Harga	$84300

Tabel 5.12 Spesifikasi Evaporator

Spesifikasi	Keterangan
Kode	V-230
Fungsi	Meningkatkan konsentrasi produk hingga 30%
Tipe	1-2 *Shell and Tube Heat Exchanger*
Jumlah	1
Kondisi operasi	
T in	122°C
T out	122°C
Luas area kontak	109,43 m^2
Shell	
ID	0,76 m
Baffle	0,08 m
Passes	0,03 m
Bahan	Carbon steel SA-212 grade A
Tube	
Jumlah	376
Panjang	4,88 m

OD	0,03 m
ID	0,02 m
BWG	18
Pitch	0,03 m
Passes	2
a'_t	0,0002 m^2
a''_t	0,02 m^2
C''	0,01 m
Bahan	Carbon steel SA-212 grade A
Harga	$94200

Tabel 5.13 Spesifikasi Kondenser

Spesifikasi	Keterangan
Kode	E-231
Fungsi	Mengondensasikan vapor hasil proses evaporasi agar aman untuk dibuang
Tipe	1-2 *Shell and Tube Heat Exchanger*
Jumlah	1
Kondisi operasi	
T in	25°C
T out	80°C
Luas area kontak	151,72 m^2
Shell	
ID	0,84 m
Baffle	0,2 m
Passes	0,03 m
Bahan	Carbon steel SA-212 grade A
Tube	
Jumlah	522
Panjang	3,66 m
OD	0,03 m
ID	0,02 m
BWG	18
Pitch	0,03 m

Passes	2
a'_t	0,0004 m^2
a''_t	0,02 m^2
C''	0,01 m
Bahan	Carbon steel SA-212 grade A
Harga	$72600

Tabel 5.14 Spesifikasi Heat Exchanger

Spesifikasi	Keterangan
Kode	E-232
Fungsi	Menurunkan suhu product keluar evaporator
Tipe	1-2 *Shell and Tube Heat Exchanger*
Jumlah	1
Kondisi operasi	
T in	7°C
T out	25°C
Luas area kontak	5,43 m^2
Shell	
ID	0,2 m
Baffle	0,08 m
Passes	0,03 m
Bahan	Carbon steel SA-212 grade A
Tube	
Jumlah	14
Panjang	0,41 m
OD	0,03 m
ID	0,02 m
BWG	18
Pitch	0,03 m
Passes	6
a'_t	0,0004 m^2
a''_t	0,02 m^2
C''	0,01 m

Bahan	Carbon steel SA-212 grade A
Harga	$2000

Tabel 5.15 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Keterangan
Kode	L-233
Fungsi	Memompa produk yang dihasilkan menuju storage
Tipe	*Centrifugal Pump*
Bahan	*Cast Iron*
Kapasitas	4489,15 kg/jam
Power	0,5 kW
Head	8,77 m
Jumlah	1
Harga	$4827

Tabel 5.16 Spesifikasi Filter Press

Spesifikasi	Keterangan
Kode	H-220
Fungsi	Memisahkan cake aluminium dan pengotor dari larutan
Tipe	*Horizontal plate and frame*
Bahan	*Cast Iron*
Dimensi	
Luas filter	310 m^2
Jumlah frame	125 buah
Jumlah plate	124 buah
Jumlah cake/siklus	174,16
Waktu tinggal	4 jam
Jumlah	3

Tabel 5.17 Spesifikasi PAC *Storage*

Spesifikasi	Keterangan
Kode	F-215
Fungsi	Menyimpan Polialuminium klorida (PAC) sebelum menuju filter press
Kondisi operasi	
Temperatur	30°C
Tekanan	101.325 Pa
Desain tangki	
Volume	124,943 m^3
Bahan	Carbon Steel SA-285 grade C
Pengelasan	Double welded butt joint
Diameter	4,03 m
Tinggi Silinder	8,07 m
Tebal Silinder	0,01 m
Tekanan	215,83 kPa
Straight Flange	0,05 m
Desain Tutup	
Bentuk	Tutup atas : Standard dished head
	Tutup bawah: Conical
Tinggi	Tutup atas : 0,68 m
	Tutup bawah: 3,49 m
Tebal	Tutup atas : 0,02 m
	Tutup bawah: 0,01 m
Harga	$62600

Tabel 5.18 Spesifikasi PAC *Storage*

Spesifikasi	Keterangan
Kode	F-221
Fungsi	Menyimpan Polialuminium klorida (PAC) sebelum menuju evaporator
Kondisi operasi	
Temperatur	30°C
Tekanan	101.325 Pa
Desain tangki	
Volume	62,293 m^3
Bahan	Carbon Steel SA-285 grade C
Pengelasan	Double welded butt joint
Diameter	3,2 m
Tinggi Silinder	6,39 m
Tebal Silinder	0,01 m
Tekanan	193,05 kPa
Straight Flange	0,05 m
Desain Tutup	
Bentuk	Tutup atas : Standard dished head
	Tutup bawah: Conical
Tinggi	Tutup atas : 0,54 m
	Tutup bawah: 2,77 m
Tebal	Tutup atas : 0,02 m
	Tutup bawah: 0,01 m
Harga	$50700

Tabel 5.19 Spesifikasi PAC *Storage*

Spesifikasi	Keterangan
Kode	F-310
Fungsi	Menyimpan Polialuminium klorida (PAC) sebelum didistribusikan
Kondisi operasi	
Temperatur	30°C
Tekanan	101.325 Pa
Desain tangki	
Volume	124,9325 m^3
Bahan	Carbon Steel SA-285 grade C
Pengelasan	Double welded butt joint
Diameter	4,03 m
Tinggi Silinder	8,07 m
Tebal Silinder	0,01 m
Tekanan	229,46 kPa
Straight Flange	0,05 m
Desain Tutup	
Bentuk	Tutup atas : Standard dished head
	Tutup bawah: Conical
Tinggi	Tutup atas : 0,67 m
	Tutup bawah: 3,49 m
Tebal	Tutup atas : 0,02 m
	Tutup bawah: 0,01 m
Harga	$45900

Tabel 5.20 Spesifikasi *Flare*

Spesifikasi	Keterangan
Kode	A-320
Fungsi	Membakar gas sebelum dibuang ke udara bebas
Tipe	*Elevated*
Bahan	*Commercial Steel*
Kapasitas	642,2 kg/jam
Jumlah	1
Tinggi Stack	23,08 m
Diameter Stack	0,06 m
Harga	$ 2955

Tabel 5.21 Spesifikasi Fan

Spesifikasi	Keterangan
Kode	G-321
Fungsi	Mem-*blow* udara masuk
Kecepatan udara masuk	61,23 m/s
Luas area duct	0,003 m^2
Static Presssure	497,68 Pa
Dynamic Pressure	1878,489 Pa
Total Pressure	2372,169 Pa
Power	412000 kW
Harga	$700

Tabel 5.22 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Keterangan
Kode	L-216
Fungsi	Memompa produk dari tangka perantara menuju filter press
Tipe	*Centrifugal Pump*
Bahan	*Cast Iron*
Kapasitas	4489,15 kg/jam
Power	2 kW
Head	11,4 m
Jumlah	1
Harga	$4827

Tabel 5.23 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Keterangan
Kode	L-222
Fungsi	Memompa produk dari tangki perantara menuju evaporator
Tipe	*Centrifugal Pump*
Bahan	*Cast Iron*
Kapasitas	25142 kg/jam
Power	3,8 kW
Head	22,32 m
Jumlah	1
Harga	$4827

Tabel 5.24 Spesifikasi Heat Exchanger

Spesifikasi	Keterangan
Kode	E-234
Fungsi	Memanaskan feed PAC menuju evaporator
Tipe	1-2 *Shell and Tube Heat Exchanger*
Jumlah	1
Kondisi operasi	
T in	30°C
T out	52°C
Luas area kontak	7,95 m^2
Shell	
ID	0,2 m
Baffle	0,08 m
Passes	0,03 m
Bahan	Carbon steel SA-212 grade A
Tube	
Jumlah	14
Panjang	0,41 m
OD	0,03 m
ID	0,02 m
BWG	18
Pitch	0,03 m
Passes	6
a'_t	0,0004 m^2
a''_t	0,02 m^2
C’’	0,01 m
Bahan	Carbon steel SA-212 grade A
Harga	$2000

Halaman ini sengaja dikosongkan

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 4. Harga peralatan untuk proses berdasarkan spesifikasi peralatan yang dibutuhkan seperti yang tercantum dalam appendiks 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 Koagulan

Lokasi : Cikarang, Bekasi
Kapasitas Produksi : 38654,9 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-altivitas 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 scrap* 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 perusahaa, menunjukkan bagaimana perusahaan dikelola, yaitu bagaimana pendelegasian kekuasaan dan tingkat pengawasannya.

Sistem organisasi perusahaan asalah 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 disipilin 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 pabtik 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 kepengurusan 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 *polyaluminium chloride* (PAC) dari *aluminium scrap* 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

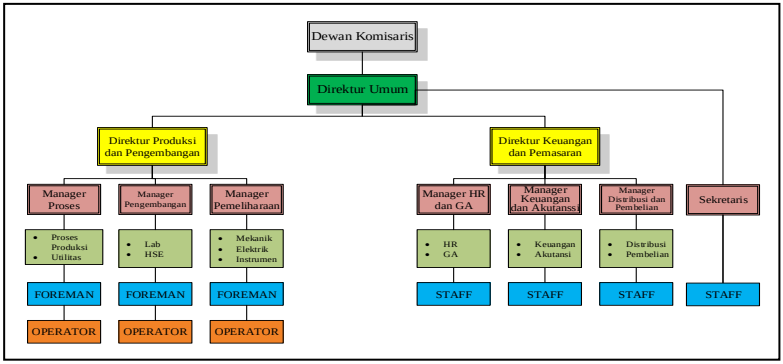
Manager bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Selain sebagai pengontrol aktivitas departemen yang dibawahinya, juga harus berkoordinasi dengan Manager lain agar tercipta keselarasan dalam pekerjaan. Dalam pabrik *polyaluminium chloride* (PAC) dari *aluminium scrap* ini terdapat tiga manager yaitu, 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 6.1 Bagan Sruktur Organisasi Perusahaan

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 *polyaluminium chloride* dari *aluminium scrap* ini meliputi :

VI.2.1 Unit pengolahan air

Kebutuhan air untuk pabrik diambil dari air sungai, dimana sebelum digunakan air sungai perlu diolah lebih dulu, agar tidak mengandung zat-zat pengotor, dan zat-zat lainnya yang tidak layak untuk kelancaran operasi. Air pada pabrik *polyaluminium chloride* (PAC) dari *aluminium scrap* 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 $Ca(OH)_2$, 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/busa, sperti 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 *polyaluminium chloride* dari *aluminium scrap* 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 *polyaluminium chloride* dari *aluminium scrap* 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

EP = (Nilai Produk) – (Biaya Bahan Baku)
= Rp 538.772.085.403 – Rp 385.421.102.550
= Rp 153.350.982.853

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 Appendiks D, didapatkan harga i = 32 %. 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 Appendiks D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 5,13 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 Appendiks D didapatkan bahwa Titik Impas (BEP) = 66,5 %.

BAB VII
KESIMPULAN

Dari evaluasi secara teknis, pabrik ini sudah memenuhi syarat untuk dilanjutkan ke tingkat perencanaan. Dari segi ekonomi, pendirian pabrik polialuminium klorida ini bisa dilakukan dengan pertimbangan dan kajian yang lebih detail dan teliti. Secara singkat, evaluasi tersebut dapat disajikan sebagai berikut :

VII.1 Segi ekonomi

a. Pembiayaan

- Modal tetap (FCI) : Rp 77.544.174.775
- Modal kerja (WCI) : Rp 13.684.266.137
- Investasi total (TCI) : Rp 8,082,262,624
- Biaya Produksi per tahun (TPC) : Rp 14.505.535.781
- Hasil penjualan per tahun : Rp 538.772.085.403

b. Investasi

- Internal Rate of Return : 32 %
- Pay out Time : 4,86 tahun
- Break Event Point : 34,9 %

VII.2 Proses

a. Pra rencana pabrik : Pabrik polialuminium klorida dari aluminium scrap
b. Operasi : Semi-batch, 330 hari/tahun, 24 jam/hari
c. Kapasitas produksi : 4881 ton/tahun
d. Kebutuhan Bahan Baku : 3351,9 ton aluminium scrap/tahun
e. Lokasi pabrik : Cikarang, Bekasi
f. Jumlah tenaga kerja : 86 orang
g. Umur pabrik : 10 tahun
h. Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas

i. Proses : Size Reduction, Screener, Reaksi dengan HCl, Penyaringan, dan evaporasi.

Ditinjau dari kedua aspek yang telah dijabarkan diatas, maka pra desain Pabrik Polialuminium klorida ini layak untuk dilanjutkan ke tahap perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Dawery, SK., Al-Jouburi, OH., *Preparation and Usage of Polyaluminum Chloride as a Coagulating Agent*, TJER Vol 9 No 1 p 31-36, 2012

Almazo, D. et.al, *Selection and Design of an Axial Flow Fan*. International Journal of Aerospace and Mechanical Engineering, 2013

Brownell, Young, *Process Equipment Design*, John Willey and Sons, New York, 1959

Coulson, J.M., Richardson J.F., *Chemical Equipment Design*, vol. 6, Pergamon Press, England, 1983

Dwiputranto, H., Siregar, H., Sasongko, H., *Financial Feasibility Study for Poly*
Aluminum Chloride Plant, International Journal of Scientific and Research Publication, 2016

Geankoplis, C.J., *Transport Processes and Unit Operations*, 3rd edition, Prentice-Hall, Inc, New Jersey, 1993

Himmeblau, M. David, *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*, 5th edition, University of Texas Hall International Inc., 1989

Kern, D.Q., *Process Heat Transfer*, Mc Graw Hill Book, London, 1950.

Perry, R H, *Chemical Engineering Handbook*, Seven edition, International Edition, Mc Graw Hill Book Co.,Singapore, 1997

Peters, MS. Timmerhause, KD., *Plant Design and Economics For Chemical Engineers*, Fourth Edition, Mc Graw Hill Book Co., Singapore, 1991.

Smith, J.M & Van Ness H.C., *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, Mc Graw Hill Book Company, 1975

Ulrich, G.D., *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic*, John Wiley And Son, New York, 1984

Walas, Stanley M., et.al, *Chemical Process Equipment – Selection and Design*, Third Edition, Elsevier, 2012

Draco® Filter Press Handbook
Martin Bucket Elevator Handbook Thyssenkrupp-materials.co.uk
www.alibaba.com www.engineeringtoolbox.com
www.matche.com

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Yasir Abdillah lahir pada 16 November 1998 di Kabupaten Magetan. Menempuh Pendidikan dasar di MI Terpadu Bakti Ibu Kota Madiun pada 2005 – 2011, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di MTs Negeri Kota Madiun pada 2011 – 2013, dan melanjutkan pendidikan menengah atas di MA Negeri 2 Kota Madiun pada 2013 – 2016. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan tinggi di Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya sejak 2016. Sebagai tugas penelitian, penulis menulis penelitian berjudul, **"Pembuatan *Micro*/*Nano Crystalline Cellulose* dari Selulosa pada Feses Sapi (yang Telah Terdelignifikasi Alami dalam Pencernaan Sapi) Menggunakan Metode Hidrotermal"**

Fais Verian Anggoro lahir pada 26 Juni 1998 di DKI Jakarta. Menempuh Pendidikan dasar di SDN Rawamangun 05 Pagi pada 2004 – 2010, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 137 Jakarta pada 2010 – 2013, dan melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri Unggulan Muhammad Husni Thamrin pada 2013 – 2016. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan tinggi di Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya sejak 2016. Sebagai tugas penelitian, penulis menulis penelitian berjudul, **"Pembuatan *Micro*/*Nano Crystalline Cellulose* dari Selulosa pada Feses Sapi (yang Telah Terdelignifikasi Alami dalam Pencernaan Sapi) Menggunakan Metode Hidrotermal**