

SKRIPSI

**PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA DARI AMONIUM
SULFAT DAN NATRIUM KLORIDA KAPASITAS 12.500 TON/TAHUN**



**Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi Surakarta**

Oleh :

Brian Ardhi Wiratmoko

18120238D

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SETIA BUDI

SURAKARTA

2018

LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI

PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA DARI AMONIUM
SULFAT DAN NATRIUM KLORIDA KAPASITAS 12.500 TON/TAHUN

Disusun oleh :

Brian Ardhi Wiratmoko

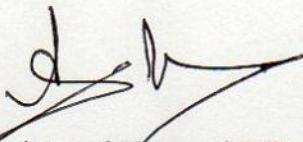
18120238D

Telah disetujui oleh pembimbing

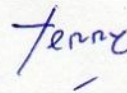
Pada tanggal 5 Februari 2018

Pembimbing I

Pembimbing II



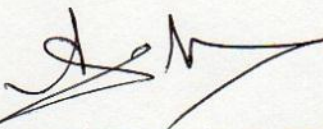
Dewi Astuti Herawati S.T., M.Eng.
NIS. 01.09.023



Happy Mulyani S.T., M.T.
NIP. 198009292005012002

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dewi Astuti Herawati S.T., M.Eng.
NIS. 01.09.023

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA DARI AMONIUM
SULFAT DAN NATRIUM KLORIDA KAPASITAS 12.500 TON/TAHUN

Disusun oleh :

Brian Ardhi Wiratmoko

18120238D

Telah disahkan oleh tim penguji

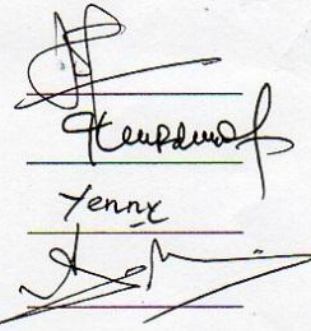
Pada tanggal : 12 Februari 2018

Penguji I : Dr. Supriyono, S.T.,M.T.

Penguji II : Ir. Sumardiyono, M.T.

Penguji III : Happy Mulyani, S.T.,M.T.

Penguji IV : Dewi Astuti Herawati, S.T.,M.Eng.



Mengetahui,


Dekan Fakultas Teknik

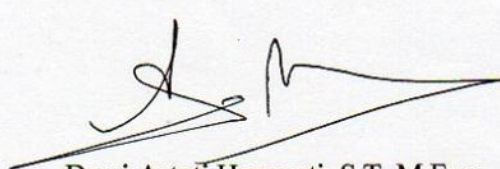
ketua Program Studi

Universitas Setia Budi

S1 Teknik Kimia




Petrus Darmawan, S.T., M.T.
NIS. 01.99.038


Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng.
NIS.01.09.023

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Hidup adalah perjalanan pulang menuju Allah Subhanahu wa Ta'ala. Sebuah perjalanan singkat yang bahkan pepatah Jawa berkata "Urip iki mung mampir ngombe". Sebuah perjalanan membutuhkan bekal agar bisa sampai tujuan dengan selamat, begitu pula dengan hidup. Salah satu bekal yang terbaik untuk hidup ini adalah ilmu, maka carilah ilmu sebanyak mungkin, karena orang berilmu akan mendapat kehormatan di sisi Allah dan Rasul-Nya. Sebagaimana firman Allah berikut ini :

"Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat". (Q.S. Al-Mujadalah :11)

Pentingnya mencari ilmu juga disampaikan oleh Rasulullah Shallallahu Alaihi Wa sallam. Beliau bersabda :

"Mencari ilmu itu adalah wajib bagi setiap muslim laki-laki maupun muslim perempuan". (HR. Ibnu Abdil Barr)

Ilmu sangatlah penting, dengan ilmu Insyaallah kita akan selamat. Sesuatu yang berharga pastilah tidak mudah untuk mendapatkannya, begitu pula dengan ilmu. Kita akan mengalami apa yang disebut jenuh, malas, capek dan sebagainya, tetapi janganlah kita terlarut dalam hal-hal seperti ini, mulailah dan majulah. Karena Allah berfirman dalam Q.S. Al-Insyirah: 6-8

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain, dan hanya kepada Allah kamu berharap."

Maka dari itu marilah kita bersama-sama mencari ilmu sebanyak mungkin, agar kita bisa bermanfaat bagi orang-orang di sekitar kita, serta mendapat keberkahan dalam hidup ini. Ada satu do'a yang sangat saya percayai dan selalu saya mohonkan pada Allah Subhanahu wa Ta'ala

"Ya Allah, kasihilah kami, sayangilah kami dan jadikanlah kami orang-orang yang beruntung"

Karena jika bukan karena kasih sayang Allah Subhanahu wa Ta'ala, kita bukanlah apa-apa.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wa barakatuh

TERIMA KASIH KU UNTUK.....

Allah SWT

Alhamdulillah, segala puji hanya untuk-Mu ya Allah. Terima kasih atas kasih dan sayang-Mu serta semua nikmat yang telah Engkau berikan kepada hamba-Mu. Semoga Engkau selalu menjadikan kami sebagai oaring-orang yang beruntung, Aamiin..

Bapak Suwardi dan Ibu Sri Listiyani

Terima kasih atas kasih sayang yang telah kalian berikan kepadaku serta do'a yang selalu mengiringi langkah dan keputusanku. Terima kasih karena kalian tidak pernah menyerah berusaha untuk mewujudkan cita-cita anakmu ini. Semoga dengan pencapaianku ini dapat membahagiakan dan membanggakan bapak dan ibu, aamiin.

Keluarga besar Mbah Wiro-Tayem dan Mbah Mulyorejo-Suparmi

Terima kasih atas semua do'a serta dukungan yang diberikan kepadaku. Terutama untuk keluarga pakde Pur-budhe Sujarsi yang telah merawatku sejak kecil sampai sekarang.

Ibu Dewi Astuti Herawati dan Ibu Happy Mulyani

Terima kasih telah membimbing dalam pengerjaan tugas akhir ini dan telah mengajarkan banyak ilmu selama diperkuliahan ini

Pak Supriyono, Ibu Endah, Pak Dion, Pak Petrus, Pak Argoto, Pak Indra, Pak Narimo, Ibu Peni, dan semua Bapak dan Ibu Dosen teknik kimia USB dan juga Pak Bowo

Terima kasih telah mengajarkan banyak ilmu selama di kelas, terimakasih telah memberikan masukan-masukan yang positif, dan kesediaan waktu dalam membimbing kami...

Teman seperjuangan tekim USB angkatan 2012, Evelyta, Antok, Linda dan Rendy

Terima kasih buat motivasinya dan menemani berjuang selama 4 tahun. Semangat buat kalian ya kawan :)

Dan semua pihak yang telah membantu

Terima kasih buat semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu per satu

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrohim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuk-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dengan baik. Tak lupa sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya.

Judul tugas akhir ini adalah **Prarancangan Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida Kapasitas 12.500Ton/Tahun**. Tugas prarancangan pabrik kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta sebagai prasyarat untuk menyelesaikan jenjang studi sarjana. Dengan tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang telah diperoleh selama kuliah dapat berkembang dan dapat dipahami dengan baik.

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui laporan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Yayasan Universitas Setia Budi yang telah memberikan beasiswa belajar selama 4 tahun.
2. Dr. Djoni Tarigan MBA, selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
3. Petrus Darmawan, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
4. Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik kimia, Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta dan selaku Pembimbing I, yang dengan kesabarannya telah memberikan bimbingan kepada penulis hingga terselesainya tugas akhir ini.

5. Happy Mulyani, S.T., M.T. selaku pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan nasehat hingga selesainya tugas akhir ini.
6. Dr. Supriyono, S.T., M.T. dan Ir. Sumardiyono, M.T. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk menguji hasil laporan tugas akhir ini.
7. Bapak dan Ibu dosen jurusan teknik kimia atas ilmu dan bimbingannya selama kuliah.
8. Orang tua yang selalu memberika do'a dan motivasi
9. Serta semua yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, untuk itu saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan. Dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, Maret 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
INTISARI.....	xviii
BAB I 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Kapasitas Rancangan Pabrik.....	2
1.2.1. Prediksi Kebutuhan Dalam Negeri.....	2
1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku	3
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik.....	4
1.4. Macam-Macam Proses.....	8
1.4.1. <i>Direct neutralization</i>	8
1.4.2. <i>Methatesis</i>	9
1.4.2.1 Proses Amonium-Soda.....	9
1.4.2.2. Proses Amonium Sulfit-Natrium Klorida	9
1.4.2.3. Proses Amonium Sulfat-Natrium Klorida.....	10
1.5. Kegunaan Produk.....	12
1.6. Tinjauan Pustaka.....	13
1.6.1. Bahan Baku	13
1.6.2. Produk	14
1.6.3. Data Kelarutan	15
1.7. Konsep Proses.....	17
1.7.1. Dasar Reaksi.....	17
1.7.2. Kondisi Operasi.....	17

1.7.3. Mekanisme Reaksi	18
1.7.4. Tinjauan Termodinamika	18
1.7.5. Tinjauan Kinetika.....	21
BAB II SPESIFIKASI BAHAN	22
2.1. Spesifikasi Bahan Baku.....	22
2.2. Spesifikasi Bahan Pembantu	22
2.3. Spesifikasi Produk.....	23
BAB III DESKRIPSI PROSES.....	24
3.1. Keterangan Proses.....	24
3.1.1. Langkah penyiapan bahan baku	24
3.1.2. Langkah Pembentukan Produk	24
3.1.3. Langkah Pemisahan dan Pemurnian Produk.....	25
3.1.4. Langkah Penyimpanan	25
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	28
4.1. Neraca Massa.....	28
4.2. Neraca Panas	39
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	49
5.1. Silo Penyimpanan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	49
5.2. Silo Penyimpanan NaCl	49
5.3. Mixer $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	50
5.4. Mixer NaCl	51
5.5. Reaktor.....	52
5.6. <i>Rotary Vacuum Filter</i>	53
5.7. Evaporator 1	54
5.8. <i>Kristaliser</i>	54
5.9. <i>Sentrifuge</i>	55
5.10. <i>Rotary Dryer (RD-01)</i>	55
5.11. <i>Cyclone-1</i>	56
5.12. <i>Cooling Conveyor-1</i>	56
5.13. <i>Rotary Dryer (RD-02)</i>	57
5.14. <i>Cyclone-2</i>	57

5.15.	<i>Cooling Conveyor-2</i>	58
5.16.	<i>Ball Mill-01</i>	58
5.17.	<i>Ball Mill-02</i>	59
5.18.	<i>Screen-01</i>	59
5.19.	<i>Screen-02</i>	60
5.20.	Silo Penyimpanan Na_2SO_4	60
5.21.	Silo Penyimpanan NH_4Cl	61
5.22.	<i>Bucket elevator-01</i>	61
5.23.	<i>Bucket elevator-02</i>	62
5.24.	<i>Bucket elevator-03</i>	63
5.25.	<i>Bucket elevator-04</i>	63
5.26.	<i>Bucket elevator-05</i>	64
5.27.	<i>Bucket elevator-06</i>	65
5.28.	<i>Hopper-1</i>	65
5.29.	<i>Hopper-2</i>	66
5.30.	<i>Belt Conveyor-1</i>	66
5.31.	<i>Belt Conveyor-2</i>	67
5.32.	<i>Belt Conveyor-03</i>	67
5.33.	<i>Belt Conveyor-04</i>	68
5.34.	<i>Screw Conveyor-1</i>	68
5.35.	<i>Screw Conveyor-2</i>	69
5.36.	Pompa-01	69
5.37.	Pompa-02	69
5.38.	Pompa-03	70
5.39.	Pompa-04	70
5.40.	Pompa-05	71
5.41.	Pompa-06.....	71
5.42.	Heater.....	72
5.42.	Blower.....	72
5.43.	Cooler.....	72

5.44. Condenser-01	73
BAB VI UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS).....	74
6.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas).....	74
6.1.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	74
6.1.2. Unit Pengadaan <i>Steam</i>	80
6.1.3. Unit Pengadaan Listrik.....	92
6.1.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	95
6.1.5. Unit penyediaan udara tekan	96
6.1.6. Unit Pengolahan Limbah.....	96
6.1.7. Laboratorium.....	98
6.2. Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	99
BAB VII ORGANISASI DAN TATA LETAK.....	101
7.1. Bentuk Perusahaan	101
7.2. Struktur Organisasi.....	102
7.2.1. Pemegang Saham	102
7.2.2. Dewan Komisaris.....	103
7.2.3. Direktur	103
7.2.4. Staf Ahli dan Litbang.....	104
7.2.5. Kepala Bagian	104
7.2.6. Karyawan	105
7.3. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	106
7.3.1. Sistem Kepegawaian	106
7.3.2. Sistem Gaji.....	107
7.3.3. Pembagian Jam Kerja Karyawan	110
7.4. Kesejahteraan Karyawan.....	112
7.5. Manajemen Produksi.....	113
7.5.1. Perencanaan Produksi	113
7.5.2. Pengendalian Proses.....	114
7.6. Tata Letak (<i>Lay Out</i>) Pabrik	115
7.7. Tata Letak Peralatan.....	120
BAB VIII EVALUASI EKONOMI	124

8.1 Perhitungan Biaya :	126
8.2 Total Fixed Capital Investment	128
8.4 <i>Manufacturing Cost</i>	129
8.5 <i>General Expenses</i>	129
8.6 Analisis Ekonomi	130
8.6.1 <i>Return On Investment (ROI)</i>	130
8.6.2 Pay Out Time (POT)	131
8.6.3 <i>Break even point (BEP)</i>	131
8.6.4 Shut down point (SDP)	133
BAB IX KESIMPULAN	134
DAFTAR PUSTAKA	P-1
LAMPIRAN PERHITUNGAN	L-1

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1. Perkembangan impor amonium klorida di Indonesia	2
Tabel 1.2. Perbandingan proses pembuatan amonium klorida	11
Tabel 1.3. Harga Berat molekul dan ΔH°_f masing-masing komponen	19
Tabel 1.4. Data Cp komponen bahan baku dan produk	19
Tabel 1.5 Data energi bebas Gibbs komponen bahan baku dan produk	20
Tabel 4.1.1. Neraca massa <i>mixer</i> (NH ₄) ₂ SO ₄ (M-01)	29
Tabel 4.1.2. Neraca massa <i>mixer</i> NaCl (M-02)	30
Tabel 4.1.3. Neraca massa reaktor	31
Tabel 4.1.4. Neraca massa <i>rotary vacuum filter</i>	31
Tabel 4.1.5. Neraca massa <i>rotary dryer-01</i>	32
Tabel 4.1.6. Neraca massa <i>cyclone-01</i>	32
Tabel 4.1.7. Neraca massa <i>cooling conveyor-01</i>	33
Tabel 4.1.8. Neraca massa <i>ball mill-01</i>	33
Tabel 4.1.9. Neraca massa <i>screen-01</i>	34
Tabel 4.1.10. Neraca massa <i>evaporator-01</i>	34
Tabel 4.1.11. Neraca massa kristaliser	35
Tabel 4.1.12. Neraca massa <i>sentrifuge filter</i>	35
Tabel 4.1.13. Tabel neraca massa <i>rotary dryer-02</i>	36
Tabel 4.1.14. Neraca massa <i>cyclone-02</i>	36
Tabel 4.1.15. Tabel neraca massa <i>cooling conveyor-02</i>	37
Tabel 4.1.16. Tabel neraca massa <i>ball mill-02</i>	37
Tabel 4.1.17. Tabel neraca massa <i>screen-02</i>	38
Tabel 4.1.17. Tabel neraca massa <i>Evaporator-02</i>	38
Tabel 4.2.1 Konstanta kapasitas panas masing-masing komponen	39
Tabel 4.2.2 Kapasitas panas masing-masing komponen pada berbagai suhu.....	40
Tabel 4.2.3. Neraca panas <i>mixer</i> (NH ₄) ₂ SO ₄ (M-01).....	41
Tabel 4.2.4. Neraca panas <i>mixer</i> NaCl (M-02)	41
Tabel 4.2.5. Neraca Panas Reaktor	42

Tabel 4.2.6. Neraca panas <i>cooler</i>	42
Tabel 4.2.7. Neraca panas <i>rotary vacuum filter</i>	43
Tabel 4.2.8 Neraca panas <i>rotary dryer-01</i>	43
Tabel 4.2.10 Neraca panas <i>cooling conveyer-01</i>	44
Tabel 4.2.13. Neraca panas <i>evaporator-01</i>	44
Tabel 4.2.15. Neraca panas <i>kristaliser</i>	45
Tabel 4.2.16. Neraca panas <i>sentrifuge filter</i>	45
Tabel 4.2.17. Neraca panas <i>rotary dryer-02</i>	46
Tabel 4.1.19. Neraca panas <i>cooling conveyer-02</i>	46
Tabel 4.1.17. Tabel neraca panas <i>Evaporator-02</i>	47
Tabel 4.2.14. Neraca panas <i>kondenser</i>	47
Tabel 4.1.22. Neraca panas <i>heater</i>	48
Tabel 6.1. Kebutuhan air proses	76
Tabel 6.2. Kebutuhan air pendingin	76
Tabel 6.3. Kebutuhan air sanitasi	77
Tabel 6.4. Kebutuhan air untuk <i>steam</i>	78
Tabel 6.5. Kebutuhan air <i>make up</i>	78
Tabel 6.6. Konsumsi listrik untuk keperluan proses	92
Tabel 6.7. Konsumsi listrik untuk keperluan utilitas	94
Tabel 7.1 Daftar Gaji Karyawan	107
Tabel 7.2 Pembagian <i>shift</i> karyawan	111
Tabel 7.3 Luas bangunan pabrik	117
Tabel 8.1 <i>Cost index chemical plant</i>	125
Tabel 8.1 Total <i>Fixed Capital Investment</i>	128
Tabel 8.1 <i>Working Capital</i>	129
Tabel 8.1 <i>Manufacturing cost</i>	129
Tabel 8.1 <i>General Expenses</i>	129
Tabel 8.6 <i>Fixed Cost</i>	132
Tabel 8.7 <i>Variable cost</i>	132
Tabel 8.8 <i>Regulated cost</i>	132

Tabel 9.1 Analisis Kelayakan Ekonomi.....	134
---	-----

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1.1. Grafik perkembangan impor amonium klorida di Indonesia	3
Gambar 1.2. Peta Kecamatan Brondong, Kab. Lamongan, Jawa Timur	8
Gambar 3.1. Diagram Alir Kualitatif	26
Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif	27
Gambar 6.1. Diagram alir pengolahan air dan utilitas	83
Gambar 7.1 Tata letak pabrik.....	119
Gambar 7.2 Tata letak peralatan pabrik	122
Gambar 8.1 Hubungan Tahun dengan <i>Cost Index</i>	125
Gambar 9.1 Grafik ekonomi	135

INTISARI

Prarancangan pabrik amonium klorida dan natrium sulfat direncanakan akan didirikan pada tahun 2020 yang berlokasi di Kabupaten Lamongan, Jawa Timur yang berdekatan dengan PT Petrokimia Gresik dan PT Garam sebagai penyedia bahan baku. Pabrik ini beroperasi selama 330 hari/tahun dengan kapasitas 12.500 ton/tahun, dengan pertimbangan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Prarancangan pabrik amonium klorida dan natrium sulfat dilakukan dengan mereaksikan amonium sulfat sebesar 4.086,5964 kg/jam dan natrium klorida sebesar 1.808,9517 kg/jam dalam reaktor RATB/CSTR (*Continuous Stirrer Tank Reactor*) yang dilengkapi dengan jaket pemanas dan pada kondisi tekanan 1 atm dan suhu 100°C. Reaksi berlangsung secara *endothermic* (memerlukan panas), *reversible*, dan *non adiabatic*. Untuk menunjang proses produksi maka, didirikan unit pendukung yaitu unit penyedia air sebesar 91.486,9945 kg/jam. Kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan 1 generator 600 Kw, bahan bakar sebanyak 0,3765 m³/jam, dan udara tekan sebesar 50 m³/jam.

Dari analisa ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik ini dengan modal tetap (FCI) Rp. 404.192.767.153,10 dan modal kerja (*working capital*) Rp. 125.111.210.334,14. Keuntungan sebelum pajak Rp. 92.553.143.851,99 pertahun setelah dipotong pajak sebesar 30% keuntungan mencapai Rp. 64.787.200.696,39 pertahun. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 22,90 % dan setelah pajak 16,03 %. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 3,04 tahun dan setelah pajak 3,84 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 50,76 %, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 21,90 %. Dari data analisis kelayakan diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak didirikan.

Kata kunci : Amonium klorida, Natrium sulfat, *Continuous Stirrer Tank Reactor*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Amonium klorida merupakan senyawa anorganik berupa garam kristal putih yang memiliki rumus molekul NH_4Cl . Kristal berwarna putih ini memiliki sifat larut dalam air dan amoniak, mempunyai titik didih 520°C , dan titik lelehnya 350°C . Senyawa ini digunakan sebagai bahan baku dalam industri sel baterai kering, bahan baku dalam industri pupuk, percetakan tekstil, pembersih logam dalam industri soldering, bahan lem perekat *plywood*, pembuatan berbagai senyawa amoniak, bahan penunjang dalam industri farmasi, bahan pencuci, serta sebagai bahan untuk memperlambat melelehnya salju (Kirk and Othmer, 1963).

Pabrik amonium klorida merupakan salah satu industri kimia yang berprospek di Indonesia, karena produksi amonium klorida secara khusus masih terbatas. Selama ini, dalam pemenuhan kebutuhan amonium klorida, Indonesia masih mengandalkan impor. Oleh karena itu, untuk mengurangi konsumsi impor amonium klorida maka kami merancang pendirian pabrik ini didalam negeri dengan harapan dapat mengurangi konsumsi impor amonium klorida.

Manfaat dari pendirian pabrik amonium klorida ini adalah :

1. Menghemat devisa negara

Agar produk yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan didalam negeri, sehingga ketergantungan terhadap impor dari negara lain dapat dikurangi.

2. Membuka lapangan kerja baru

Dengan berdirinya pabrik amonium klorida ini, akan menciptakan lapangan kerja baru, yang memberikan kesempatan kerja, dan pemerataan tenaga kerja, sehingga mengurangi pengangguran.

3. Untuk mendukung berkembangnya pabrik kimia lain yang menggunakan amonium klorida sebagai bahan baku dan bahan pembantu.



1.2. Kapasitas Rancangan Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknis dan ekonomis. Meskipun secara teori semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar.

Penentuan kapasitas ini dapat ditinjau dari beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Prediksi kebutuhan dalam negeri
2. Ketersediaan bahan baku

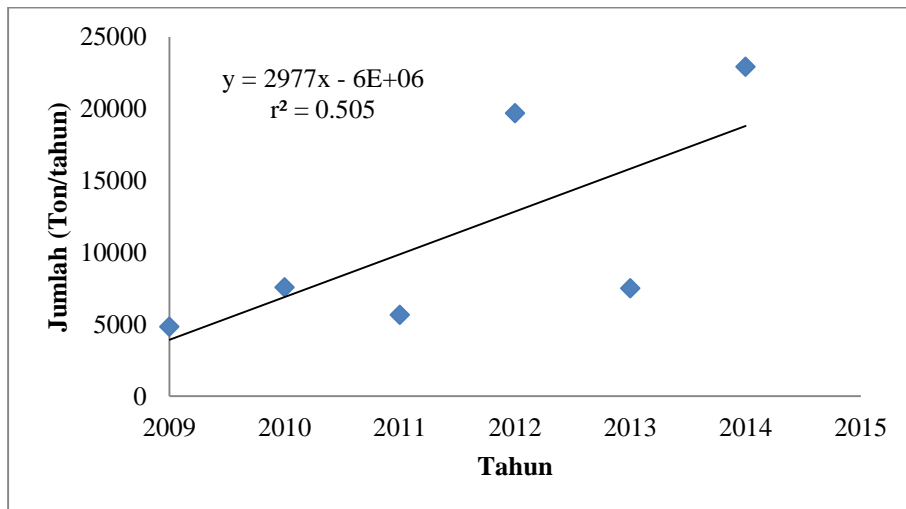
1.2.1. Prediksi Kebutuhan Dalam Negeri

Kebutuhan amonium klorida di Indonesia selama ini masih diimpor dari luar negeri. Berdasarkan data kebutuhan dari Biro Pusat Statistik di Indonesia dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2014, kebutuhan amonium klorida di Indonesia adalah sebagai berikut :

Tabel 1.1. Perkembangan impor amonium klorida di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (ton/tahun)
1	2009	4841,622
2	2010	7590,584
3	2011	5658,109
4	2012	19690,883
5	2013	7508,885
6	2014	22923,26

Sumber: www.bps.go.id (2016)



Gambar 1.1. Grafik perkembangan impor amonium klorida di Indonesia

Dari gambar 1.1. diatas, apabila dilakukan pendekatan regresi linier, akan diperoleh persamaan regresi:

$$y = 2977x - 6E+06$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah impor tahun ke-} &= 2977x - 6E+06 \\ &= 2977 (\text{tahun}) - 6E+06 \\ &= 2977 (2020) - 6 \times 10^6 \\ &= 13.540 \text{ ton} \end{aligned}$$

Keterangan:

y = jumlah impor amonium klorida (ton/tahun)

x = tahun ke-n

Berdasarkan persamaan di atas kapasitas produksi yang direncanakan pada tahun 2020 sebesar 12.500 ton per tahun, diharapkan dengan kapasitas tersebut dapat mengurangi jumlah impor Amonium Klorida di Indonesia.

1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku sangat mempengaruhi kelangsungan proses suatu pabrik. Bahan baku untuk memproduksi amonium klorida kapasitas 12.500 ton/tahun yaitu amonium sulfat sebesar 1.966,8338 kg/jam dan natrium klorida sebesar 1.723,9547 kg/jam. Kedua bahan baku tersebut cukup tersedia didalam negeri sehingga mudah untuk

memperolehnya. Bahan baku amonium sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang terletak di daerah Jawa Timur dengan kapasitas produksi 750.000 ton/tahun. Sedangkan natrium klorida diperoleh dari PT. Garam Persero yang terletak di daerah Surabaya, Jawa Timur dengan kapasitas 385.000 ton/tahun.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor pemilihan kapasitas pabrik di atas, maka dipilih pabrik amonium klorida dengan kapasitas 12.500 ton per tahun, yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mengurangi konsumsi impor amonium klorida.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik adalah hal yang sangat penting dalam perancangan pabrik, karena hal ini berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan. Lokasi suatu pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan maupun penentuan kelangsungan hidupnya. Berdasarkan beberapa pertimbangan maka pabrik amonium klorida akan didirikan di kawasan Industri Lamongan, Jawa Timur. Kabupaten Lamongan siap menjadi daerah penyangga perkembangan industri dan jasa dengan menyediakan lahan investasi Sebagai bahan pertimbangan adalah sebagai berikut :

A. Faktor Utama atau Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama itu meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut: macam dan kualitas, waktu dan tempat yang dibutuhkan konsumen pada tingkat harga yang terjangkau, sedang pabrik masih dapat memperoleh keuntungan yang cukup wajar. Faktor-faktor utama tersebut meliputi :

1. Letak pabrik terhadap pasar

Kawasan industri Lamongan, Jawa Timur merupakan salah satu daerah industri di Indonesia. Dengan prioritas utama pasar dalam negeri maka diharapkan lokasi ini tidak jauh dari konsumen, sehingga dapat lebih cepat melayani konsumen/permintaan produk pabrik, biaya pengangkutan akan

lebih murah dan harga jual dapat ditekan lebih rendah, sehingga dapat diperoleh keuntungan yang maksimal.

Sektor industri terbesar yang menggunakan amonium klorida adalah industri baterai kering. Perkembangan industri ini cukup pesat dalam beberapa tahun terakhir. Beberapa pabrik *dry battery* di Jawa Timur yang berpotensi menjadi konsumen amonium klorida diantaranya :

1. Industri *Contact Battery* di Jl. Rungkut Industri III/6
2. Conbat, PT di Jl. Rungkut Industri III/6
3. Santinilestari Graha Surya Sentosa PT di Jl. Raya Tanjungsari 44 Bl B/1, Tandes Kidul, Sukomanunggal, Surabaya
4. *Secma Energy Cell* PT, Secma di Jl. Krikilan 60, Driyorejo, Surabaya
5. Mohto UD di Jl Raya Gilang 148-158, Sepanjang, Jawa Timur
6. Bima Sakti di Jl. Kedungdoro 16-C, Sawahan, Sawahan, Jawa Timur
7. *International Chemical* Industri PT, intercallin di Kawasan SIER di Jl. Berbek Industri IV 2-6 Kawasan SIER, Kali Rungkut, Gununganyar, Surabaya
8. Dita Surya Pratama di Jl. Kutisari Indah Utr III 59, Surabaya, Jawa Timur

Selain dari pabrik *dry battery*, di Jawa Timur juga terdapat banyak industri pupuk dan industri lain yang juga berpotensi sebagai konsumen amonium klorida.

Selain ammonium klorida sebagai produk utama, pabrik ini juga menghasilkan produk samping yaitu Natrium sulfat. Natrium sulfat digunakan pada proses pembuatan gelas, pulp kertas, detergent, dan lain-lain. Beberapa industri yang berpotensi menjadi konsumen Natrium sulfat diantaranya :

1. PT. Filma Utama Soap, Jl Gresik 1-5, Surabaya, Jawa Timur

2. PT. Sumber Bersih Dunia, Jl.Tri Dharma No. 3, Kawasan Industri Gresik Kav A-1, Kebomas Gresik, Jawa Timur.
3. PT. Adiprima Suraprinta, Jalan Jendral A. Yani, Ketintang, Surabaya, Jawa Timur.
4. PT. Pabrik Kertas Indonesia, Jl. Kertopaten No.3 Surabaya 60145, Jawa Timur, Indonesia.

Selain dari pabrik kertas dan detergent di Jawa Timur juga terdapat banyak industri gelas dan industri lain yang juga berpotensi sebagai konsumen natrium sulfat.

2. Letak sumber bahan baku

Letak bahan baku merupakan hal yang paling utama dalam pengoperasian suatu pabrik. Bahan baku yaitu amonium sulfat dan natrium klorida dapat diperoleh dengan mudah karena letak sumber bahan baku dekat dengan lokasi pendirian pabrik. Hal ini lebih menjamin penyediaan bahan baku dan kontinuitasnya. Setidaknya dapat mengurangi keterlambatan penyediaan bahan baku. Amonium sulfat diperoleh dari PT Petrokimia Gresik, sedangkan natrium klorida diperoleh dari PT Garam Persero yang mempunyai cabang di daerah Gresik.

3. Sarana Transportasi

Sarana transportasi untuk keperluan pabrik seperti pemasaran, pengangkutan bahan baku melalui angkutan darat maupun angkutan laut cukup memadai, antara lain sarana jalan raya dan jalan tol yang memadai. Lamongan dilintasi jalur utama pantura yang menghubungkan Jakarta-Surabaya, yakni sepanjang pesisir utara Jawa. Kota Lamongan sendiri juga dilintasi jalur Surabaya-Cepu-Semarang. Babat merupakan persimpangan antara jalur Surabaya-Semarang dengan jalur Jombang-Tuban. Lamongan juga dilintasi jalur kereta api lintas utara Pulau Jawa. Stasiun kereta api terbesarnya adalah di Lamongan dan Babat.

4. Tenaga Kerja

Pendirian pabrik di kawasan industri Lamongan akan membuka lapangan kerja yang banyak menyerap tenaga ahli dan terampil, hal ini akan mengurangi pengangguran dan menekan arus urbanisasi.

5. Utilitas

Di kawasan industri Lamongan, sarana utilitas telah memadai karena di kawasan tersebut memang dibangun untuk kawasan yang infrastrukturnya telah disesuaikan dengan kebutuhan industri. Kebutuhan air untuk proses didapat dari pengolahan air sungai Bengawan Solo.

B. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor yang tidak langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder tersebut meliputi:

1. Perluasan Area Pabrik

Lamongan merupakan kawasan industri yang luas sehingga masih memungkinkan untuk memperluas area pabrik jika diinginkan. Kabupaten Lamongan siap menjadi daerah penyangga perkembangan industri dan jasa dengan menyediakan lahan investasi salah satunya di wilayah Pantura disepanjang koridor jalan raya Daendles seluas 4.111 Ha (<http://bpmplamongankab.info/>).

2. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan perijinan pendirian pabrik. Para Investor yang ingin berinvestasi di Kabupaten Lamongan akan dijelaskan secara detail peruntukan lahan sesuai RTRW Kabupaten Lamongan oleh Bappeda Kabupaten Lamongan. Sehingga Investor tidak ragu lagi terhadap rencana lokasi investasinya. Para Investor juga diberikan fasilitasi strategi pembebasan lahan, untuk memudahkan pembebasan lahan (<http://bpmplamongankab.info/>).

3. Prasarana dan fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup masyarakat sekitar area pabrik.



Gambar 1.2. Peta Kecamatan Brondong, Kab. Lamongan, Jawa Timur
(<https://www.google.co.id/maps/>)

1.4. Macam-Macam Proses

Sejarah pembuatan amonium klorida sangat berhubungan erat dengan industri soda dan sintesis ammonia. Amonium klorida biasanya merupakan hasil samping dari industri soda dan sintesis ammonia.

Dua macam cara pembuatan amonium klorida adalah sebagai berikut (Kirk and Othmer, 1978):

1.4.1. *Direct neutralization*

Proses *direct neutralization* digunakan apabila tersedia bahan baku asam klorida yang berlebih. Reaksi yang terjadi di dalam proses ini adalah sebagai berikut

:



$$\Delta H = -175,7 \text{ kJ/mol } (-42 \text{ kcal/mol })$$



Reaksi ini sangat eksotermis dan panas yang dihasilkan untuk menguapkan air pada saat larutan asam klorida digunakan. Kristal Amonium klorida didapatkan dengan menggunakan *crystallizer batch* atau kontinyu (Kirk-Othmer, 1978). Proses ini relatif mudah tetapi kurang ekonomis untuk diterapkan di dalam industri karena harga bahan bakunya gas ammonia yang lumayan mahal.

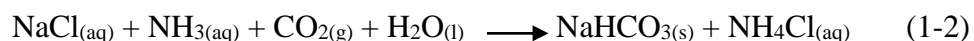
1.4.2. *Methatesis*

Methatesis merupakan salah satu proses pembuatan amonium klorida yang paling banyak digunakan. *Methatesis* adalah proses *bimolecular* yang melibatkan pergantian ikatan dua atau lebih senyawa kimia yang bereaksi (www.wikipedia.org). Didalam pembuatan amonium klorida ada berbagai macam proses *methatesis*. Proses *methatesis* yang paling banyak digunakan didalam pembuatan amonium klorida ada tiga macam yaitu: Amonium-Soda, Amonium Sulfit-Natrium Klorida, dan Amonium Sulfat-Natrium Klorida (Kirk and Othmer, 1978).

1.4.2.1 Proses Amonium-Soda

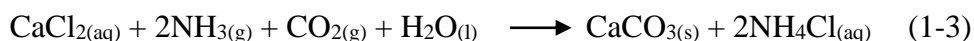
Amonium klorida dibuat sebagai produk samping dari proses Solvay yang digunakan untuk membuat natrium karbonat.

Reaksi:



Natrium bikarbonat mengendap dari larutan dan dipisahkan dengan filtrasi. Amonium klorida kemudian dikristalkan dari filtrat, dipisahkan, dicuci, dan dikeringkan. Proporsi amonium klorida tergantung pada permintaan pasar. Jika diinginkan amonium klorida yang lebih banyak, dapat diperoleh dengan mereaksikan CaCl_2 .

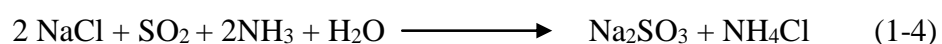
Reaksi:



(Kirk and Othmer, 1963)

1.4.2.2. Proses Amonium Sulfit-Natrium Klorida

Reaksi:

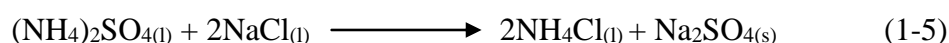


Proses ini hanya praktis ketika bahan baku tersedia semua dan dalam kemurnian tinggi, contohnya kristal NaCl, *anhydrous* ammonia, dan sulfur dioksida. Penambahan amonia dan sulfur dioksida dilakukan secara terus menerus kedalam larutan garam. Sulfur dioksida yang digunakan sedikit berlebih sekitar 1,4 – 2,5%. Pada saat akhir reaksi, laju penambahan sulfur dioksida dikurangi sampai kadar bisulfit akhirnya 1,2%. Keseimbangan reaksi terjadi pada suhu 60°C dimana terbentuk endapan natrium sulfit. Natrium sulfit dipisahkan dengan cara sentrifugasi, kemudian dicuci dengan air dan dikeringkan. Larutan amonium klorida yang berada dalam *mother liquor* masuk ke tangki kristalisasi. Kristal yang terbentuk dicuci kemudian dikeringkan. Produk yang dihasilkan memiliki kemurnian sampai dengan 99% (Kirk-Othmer, 1963).

1.4.2.3. Proses Amonium Sulfat-Natrium Klorida

Proses ini dilakukan dengan cara mereaksikan larutan amonium sulfat dan natrium klorida untuk menghasilkan amonium klorida sebagai produk utama dan natrium sulfat sebagai produk samping dalam reaktor berpengaduk yang dijaga pada suhu 100°C.

Reaksi:



(Faith and Keyes, 1957)

Amonium sulfat dan natrium klorida (5% *excess*) direaksikan dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan suhu 100°C. Selama proses pencampuran berlangsung dilakukan pengadukan secara cepat, untuk menghindari terjadinya endapan dari natrium sulfat. Natrium sulfat lebih mudah mengendap karena kelarutannya rendah dibandingkan dengan komponen yang lain. Hasil pencampuran dari reaktor yang berupa larutan selanjutnya difilter untuk memisahkan natrium sulfat dengan amonium klorida. Natrium sulfat berupa *slurry* (padatan tersuspensi) kemudian dicuci untuk menghilangkan kadar amonium klorida yang masih melekat. Amonium klorida yang berupa filtrat kemudian dikristalisasi dan dikeringkan.



Sebelum menentukan pilihan proses yang tepat perlu adanya studi perbandingan dari beberapa proses alternatif baik dari aspek teknis maupun ekonomis.

Tabel 1.2. Perbandingan proses pembuatan amonium klorida

No.	Jenis Proses	Kelebihan	Kekurangan
1	Amonium-Soda	Hasil amonium klorida dapat ditingkatkan dengan mereaksikan lebih banyak kalsium klorida (CaCl_2)	Amonium klorida hanya merupakan produk samping, sehingga hasilnya hanya sedikit Harga bahan bakunya yang mahal dan proses nya yang rumit dan panjang menyebabkan proses ini kurang ekonomis.
2	Amonium Sulfit-Natrium Klorida	Kemurnian produk yang dihasilkan sangat tinggi (lebih dari 99%)	Bahan baku dari proses ini harus berada pada kemurnian yang tinggi, sehingga sulit memperoleh bahan baku Prosesnya yang panjang dan harga bahan baku yang mahal menyebabkan proses ini kurang ekonomis.
3	Netralisasi Langsung	Ketersediaan bahan baku cukup melimpah	Proses beresiko tinggi karena sangat eksotermis, bahan baku gas amoniak yang mahal



4	Amonium Sulfat-Natrium Klorida	Kondisi operasi yaitu 1 atm dan 100°C dan kemurnian produk cukup tinggi. Bahan baku yang murah dan prosesnya yang tidak terlalu rumit menyebabkan proses ini menjadi ekonomis	Alat pemisahan produk utama dan produk samping yang lebih rumit
---	--------------------------------	--	---

Dari tabel 1.2, maka yang paling baik dan efisien adalah perencanaan pendirian pabrik amonium klorida dengan proses ke-4 karena kondisi operasi yang digunakan mudah dan bahan baku mudah didapatkan didalam negeri.

1.5. Kegunaan Produk

a. Produk utama (amonium klorida)

Adapun kegunaan amonium klorida dalam dunia industri sebagai berikut :

1. Pada industri baterai, digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan sel baterai kering.
2. Sebagai bahan baku dalam industri pupuk.
3. Sebagai bahan penunjang dalam industri farmasi.
4. Pembuatan berbagai macam senyawa.
5. *Elektroplating*. Elektroplating merupakan suatu proses pengendapan zat (ion-ion logam) pada suatu logam dasar (katoda) melalui proses elektrolisa (elektroplating.wordpress.com).
6. Bahan pencuci.
7. Serta bahan untuk memperlambat melelehnya salju (Kirk and Othmer, 1963).

b. Produk samping (natrium sulfat)

Adapun kegunaan dari natrium sulfat antara lain :

1. Natrium sulfat digunakan dalam pembuatan deterjen



2. Pembuatan *pulp* kertas (proses *kraft*)
3. Produksi asam klorida
4. Pembuatan industri tekstil
5. Pembuatan dalam industri farmasi
6. Pembuatan gelas

1.6. Tinjauan Pustaka

1.6.1. Bahan Baku

1. Amonium Sulfat

a) Sifat Fisika

- Rumus kimia : $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- BM : 132,14 g/gmol
- Titik leleh : 513°C
- Warna : Putih
- Bentuk : Kristal

b) Sifat Kimia

- Kelarutan : 103,8 gr/100 gr air (100°C)
- Higroskopis
- Tidak larut dalam alkohol dan aseton
- Tidak korosif terhadap kaca
- Korosif terhadap *carbon stell, cash iron*.

(Kirk and Othmer, 1998)

2. Natrium Klorida

a) Sifat Fisika

- BM : 58,5
- Titik leleh : $800,4^\circ\text{C}$
- Titik didih : 1413°C
- Warna : Putih
- Bentuk : Kristal

b) Sifat Kimia

- Larut dalam air
- Higroskopis
- Sedikit larut dalam alkohol
- Tidak larut dalam HCl
- Tidak korosif terhadap semua logam dan kaca
- Korosif terhadap *carbon stell*, *cash iron*, dan sedikit korosif terhadap *stainless stell* 302 dan 304.

(Perry and Green, 2008)

1.6.2. Produk

1. Amonium Klorida

a) Sifat Fisika

- Rumus kimia : NH_4Cl
- BM : 53,49
- Titik leleh : 350°C (terdekomposisi)
- Titik didih : 520°C
- Warna : Putih
- Bentuk : Kristal

b) Sifat Kimia

- Higroskopis
- Sangat korosif terhadap tembaga, baja dan *stainless stell* (304)
- Sedikit korosif terhadap aluminium dan *stainless stell* (316)
- Larut dalam air dan amoniak
- Sedikit larut dalam etanol dan metanol

(Perry and Green, 2008)

2. Natrium Sulfat

a) Sifat Fisika

- Rumus kimia : Na_2SO_4
- BM : 142,05

- Titik leleh : 884°C
- Warna : Putih
- Bentuk : Padat

b) Sifat Kimia

- Larut dalam air
- Higroskopis
- Tidak larut dalam etanol
- Tidak larut dalam HCl
- Tidak korosif terhadap semua logam dan kaca
- Korosif terhadap *carbon steel, cast iron*, dan sedikit korosif terhadap *stainless steel 302* dan *304*

(Perry and Green, 2008)

1.6.3. Data Kelarutan

a) Amonium Sulfat

Temperatur (°C)	Kelarutan dalam 100 kg H ₂ O
0	70,6 kg
10	73 kg
20	75,4 kg
30	78 kg
40	81 kg
50	-
60	88 kg
70	-
80	95,3 kg
90	-
100	103,3 kg

(Perry and Green, 2008)



b) Natrium Klorida

Temperatur (°C)	Kelarutan dalam 100 kg H ₂ O
0	35,7 kg
10	35,8 kg
20	36 kg
30	36,3 kg
40	36,6 kg
50	37 kg
60	37,3 kg
70	37,8 kg
80	38,4 kg
90	39 kg
100	39,8 kg

(Perry and Green, 2008)

c) Natrium Sulfat

Temperatur (°C)	Kelarutan dalam 100 kg H ₂ O
0	4,5 kg
10	-
20	19 kg
30	41,2 kg
40	48,8 kg
50	46,7 kg
60	45,3 kg
70	-
80	43,7 kg
90	-
100	42,5 kg

(Perry and Green, 2008)

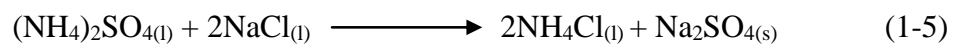
d) Amonium Klorida

Temperatur (°C)	Kelarutan dalam 100 kg H ₂ O
0	29,4 kg
10	33,3 kg
20	37,2 kg
30	41,4 kg
40	45,8 kg
50	50,4 kg
60	55,2 kg
70	60,2 kg
80	65,6 kg
90	71,3 kg
100	77,3 kg

(Perry and Green, 2008)

1.7. Konsep Proses**1.7.1. Dasar Reaksi**

Reaksi pembentukan amonium klorida adalah reaksi yang terjadi antara amonium sulfat dengan natrium klorida yang menghasilkan produk samping berupa natrium sulfat (Proses Amonium Sulfat-Natrium Klorida) dengan reaksinya sebagai berikut:



(Faith and Keyes, 1957)

1.7.2. Kondisi Operasi

Reaksi pembuatan amonium klorida ini berlangsung pada kondisi operasi reaktor sebagai berikut:

- Tekanan = 1 atm
- Temperatur = 100°C
- Yield = 95%
- Fase = cair-cair

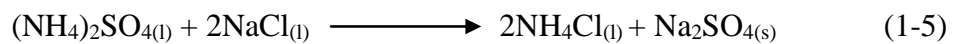
- Sifat reaksi = endotermis yang berlangsung searah ke arah produk
- Natrium klorida yang masuk ke reaktor dibuat 5% *excess*.

(Faith and Keyes, 1957)

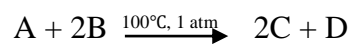
1.7.3. Mekanisme Reaksi

Mekanisme reaksi yang terjadi untuk pembentukan amonium klorida dari amonium sulfat dan natrium klorida adalah sebagai berikut :

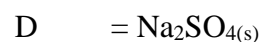
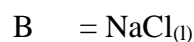
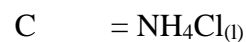
Reaksi pembentukan amonium klorida:



Reaksi dapat ditulis sebagai berikut:



Keterangan:

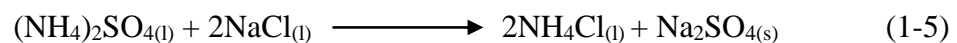


(Faith and Keyes, 1957)

1.7.4. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (endotermis/eksotermis) dan arah reaksi (*reversible/irreversible*). Secara termodinamika reaksi pembentukan amonium klorida dapat dilihat dari harga entalpi dan konstanta kesetimbangannya.

Reaksi pembentukan amonium klorida:



(Faith and Keyes, 1957)

Harga ΔH_f° masing-masing komponen pada suhu 298 K (25°C) dapat dilihat pada tabel 1.3. sebagai berikut:

Tabel 1.3. Harga Berat molekul dan ΔH_f° masing-masing komponen

Komponen	Berat Molekul (kg/kmol)	ΔH_f° (kkal/kmol)
(NH ₄) ₂ SO ₄	132	-279,33
NaCl	58	-97,324
NH ₄ Cl	53	-71,20
Na ₂ SO ₄	142	-330,82

(Perry and Green, 2008)

$$\begin{aligned}\Delta H_{r298} &= \sum \Delta H_{produk} - \sum \Delta H_{reaktan} \\ &= (2\Delta H_f^\circ \text{NH}_4\text{Cl} + \Delta H_f^\circ \text{Na}_2\text{SO}_4) - (\Delta H_f^\circ (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\Delta H_f^\circ \text{NaCl}) \\ &= \{(2 \times (-71,20)) + (-330,82) - (-279,33) + (2 \times -97,324)\} \\ &= 0,758 \text{ kkal/mol}\end{aligned}$$

Menghitung ΔH_r pada suhu reaksi = 373 K (100°C)

Tabel 1.4. Data Cp komponen bahan baku dan produk

Komponen	Cp (kkal/kmol.K)
(NH ₄) ₂ SO ₄	51,6
NaCl	12,36
NH ₄ Cl	23,53
Na ₂ SO ₄	32,8

(Perry and Green, 2008)

$$\begin{aligned}\Delta H_{reaktan\ 373} &= \sum Cp \cdot \Delta T \\ &= (51,6 \times (373-298)) + (2 \times 12,36 (373-298)) \\ &= 5.724 \text{ kkal/kmol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_{produk\ 373} &= \sum Cp \cdot \Delta T \\ &= (32,8 \times (373-298)) + (2 \times 23,53 (373-298)) \\ &= 5.989,5 \text{ kkal/kmol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_{r373} &= \Delta H_{produk\ 373} + \Delta H_{r298} - \Delta H_{reaktan\ 373} \\ &= 5.989,5 + 758 - 5.724 \\ &= 1.023,5 \text{ kkal/kmol}\end{aligned}$$



Karena ΔH_{r373} pada reaksi di reaktor bernilai positif, maka reaksi bersifat endotermis (memerlukan panas).

Harga ΔG_f^0 untuk masing-masing komponen (suhu 298 K) pada tabel 1.5 sebagai berikut :

Tabel 1.5 Data energi bebas Gibbs komponen bahan baku dan produk

Komponen	ΔG_f^0 (kkal/kmol)
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	-274,02
NaCl	-93,92
NH_4Cl	-48,59
Na_2SO_4	-381,28

(Perry and Green, 1997)

$$\begin{aligned}
 \Delta G_r &= \sum \Delta G_{\text{produk}} - \sum \Delta G_{\text{reaktan}} \\
 &= (2 \Delta G_f^0 \text{NH}_4\text{Cl} + \Delta G_f^0 \text{Na}_2\text{SO}_4) - (2 \Delta G_f^0 \text{NaCl} + \Delta G_f^0 (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) \\
 &= \{(2 \times -48,59) + (-381,28) - (2 \times -93,92 + (-274,02))\} \\
 &= -16,6 \text{ kkal/mol}
 \end{aligned}$$

Dari harga ΔH_{r373} tersebut dapat dilihat bahwa reaksi pembentukan amonium klorida adalah endotermis (memerlukan panas), dan reaksi ini dapat berlangsung karena mempunyai harga $\Delta G_r < 0$.

Dari perhiungan-perhitungan diatas didapatkan:

Di reaktor :

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{r298} \text{ (Enthalpi reaktan)} &= 0,758 \text{ kkal/mol} \\
 \Delta H_{r373} \text{ (Enthalpi reaktan)} &= 1,0235 \text{ kkal/mol} \\
 \Delta G_r \text{ (Energi bebas)} &= -16,6 \text{ kkal/mol}
 \end{aligned}$$

Menghitung harga konstanta keseimbangan pada suhu 25°C (298 K)

$$\begin{aligned}
 \Delta G &= -RT \ln K_{298 \text{ K}} \\
 \ln K_{298 \text{ K}} &= \frac{\Delta G}{-RT} \\
 &= \frac{-16,6}{-1,987 \times 298} = 28,03 \\
 K_{298 \text{ K}} &= 1,49 \times 10^{12}
 \end{aligned}$$

Menghitung harga konstanta keseimbangan pada suhu 100°C (373 K)

$$\ln \left(\frac{K_{373}}{K_{298}} \right) = \frac{\Delta H}{R} x \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln \left(\frac{K_{373}}{1,49 \cdot 10^{12}} \right) = \frac{758}{1.987} \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{373} \right)$$

$$\frac{K_{373}}{1,49 \cdot 10^{12}} = \exp(0,257)$$

$$K_{373} = 1,92 \times 10^{12}$$

Karena harga konstanta kesetimbangan sangat besar maka dapat disimpulkan bahwa reaksi berjalan *irreversible* (searah) ke arah produk (ke kanan).

1.7.5. Tinjauan Kinetika

Reaksi pembentukan amonium klorida:



Reaksi pembentukan amonium klorida ini berlangsung pada kondisi reaktor sebagai berikut :

Tekanan	: 1 atm	Fase	: cair-cair
Temperatur	: 100°C	Sifat reaksi	: endotermis
Yield	: 95%		

Reaksi pembuatan amonium klorida merupakan reaksi orde tiga, sehingga persamaan kecepatan reaksinya dinyatakan dengan: $-r_a = k \cdot C_A \cdot C_B^2$

Nilai dari konstanta kecepatan reaksinya sebesar

$$k = 1,9 \times 10^{-4} \text{ L}^2/\text{mol}^2 \cdot \text{det}$$

(Richard, *et al.*, 1973)

BAB II

SPESIFIKASI BAHAN

2.1. Spesifikasi Bahan Baku

a. Amonium Sulfat

Spesifikasi :

- Nitrogen minimal : 20,8%
- Belerang minimal : 23,8%
- Bentuk : kristal
- Warna : putih
- Warna : *orange* untuk ZA bersubsidi
- Dikemas dalam kantong bercap Kerbau Emas dengan isi 50 kg
- Impuritas :
- Kadar air maksimal : 1%
- Kadar asam bebas sebagai H_2SO_4 maksimal : 0,1%

(PT. Petrokimia Gresik)

b. Garam (NaCl)

- Warna : putih
- Wujud : padat
- Kadar NaCl : > 99,5%
- Kadar H_2O : maksimal 0,05 %

(PT. Garam)

2.2. Spesifikasi Bahan Pembantu

a. Air

- Rumus molekul : H_2O
- Berat molekul : 18 g/gmol
- Wujud : Cair
- *Specific gravity* : 1,00
- Titik didih : 100 °C
- Densitas : 0,95838 g/ml



- Viskositas : 0,2838 kg/m.s
- Merupakan larutan yang bersifat melarutkan
- Merupakan larutan jernih tidak berwarna

(Kirk and Othmer, 1978)

2.3. Spesifikasi Produk

a. Produk utama (Amonium Klorida)

- Warna : putih
- Wujud : padat
- Kadar NH_4Cl : 99,5%
- Kelembaban : 0,5% max
- Logam berat (Pb) : 0,0005% max
- Fe : 0,0007% max
- Sulfat : 0,02% max
- NaCl : 0,4% max
- Residu pada pengapian : 0,4% max
- Air tidak larut : 0,04% max
- Na^+ : 0.8% - 1% max

(www.indonesian.alibaba.com)

b. Produk samping (Natrium Sulfat)

- Warna : putih
- Wujud : padat
- Kadar Na_2SO_4 : 99% min
- H_2O : 0,20% max
- Ca, Mg : 0,15% max
- Klorida : 0,35% max

(www.indonesian.alibaba.com)

BAB III

DESKRIPSI PROSES

3.1. Keterangan Proses

Proses pembuatan amonium klorida dapat dibagi menjadi 4 tahap yaitu :

1. Langkah penyiapan bahan baku
2. Langkah pembentukan produk
3. Langkah pemisahan dan pemurnian produk
4. Langkah pengemasan

3.1.1. Langkah penyiapan bahan baku

Tahap ini dimaksudkan untuk mengangkut bahan baku amonium sulfat dari *silo-01* penyimpanan amonium sulfat (S-01) pada kondisi tekanan 1 atm dengan temperatur 30°C, selanjutnya dilewatkan dalam *bucket elevator* (BE-01) kemudian dimasukkan ke *hopper-01* dan ditambahkan air untuk dimasukkan bersama-sama menjadi larutan jenuh amonium sulfat dalam *mixer* (M-01) pada kondisi tekanan 1 atm dengan temperatur 100°C. Bahan baku natrium klorida dari *silo-02* penyimpanan natrium klorida (S-02) pada kondisi tekanan 1 atm dengan temperatur 30°C, selanjutnya dilewatkan dalam *bucket elevator* (BE-02) kemudian dimasukkan ke *hopper-02* dan ditambahkan air untuk dimasukkan bersama-sama menjadi larutan jenuh natrium klorida dalam *mixer* (M-02) pada kondisi tekanan 1 atm dengan temperatur 100°C.

3.1.2. Langkah Pembentukan Produk

Reaktor alir tangki berpengaduk (R-01) dilengkapi dengan jaket pemanas yang berfungsi menyuplai panas ke dalam reaktor agar suhu didalam reaktor tetap pada 100°C. Tekanan di dalam reaktor 1 atm dan *yield* 95%. Reaktor ini digunakan untuk mereaksikan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan NaCl sehingga membentuk produk amonium klorida dan produk samping natrium sulfat.

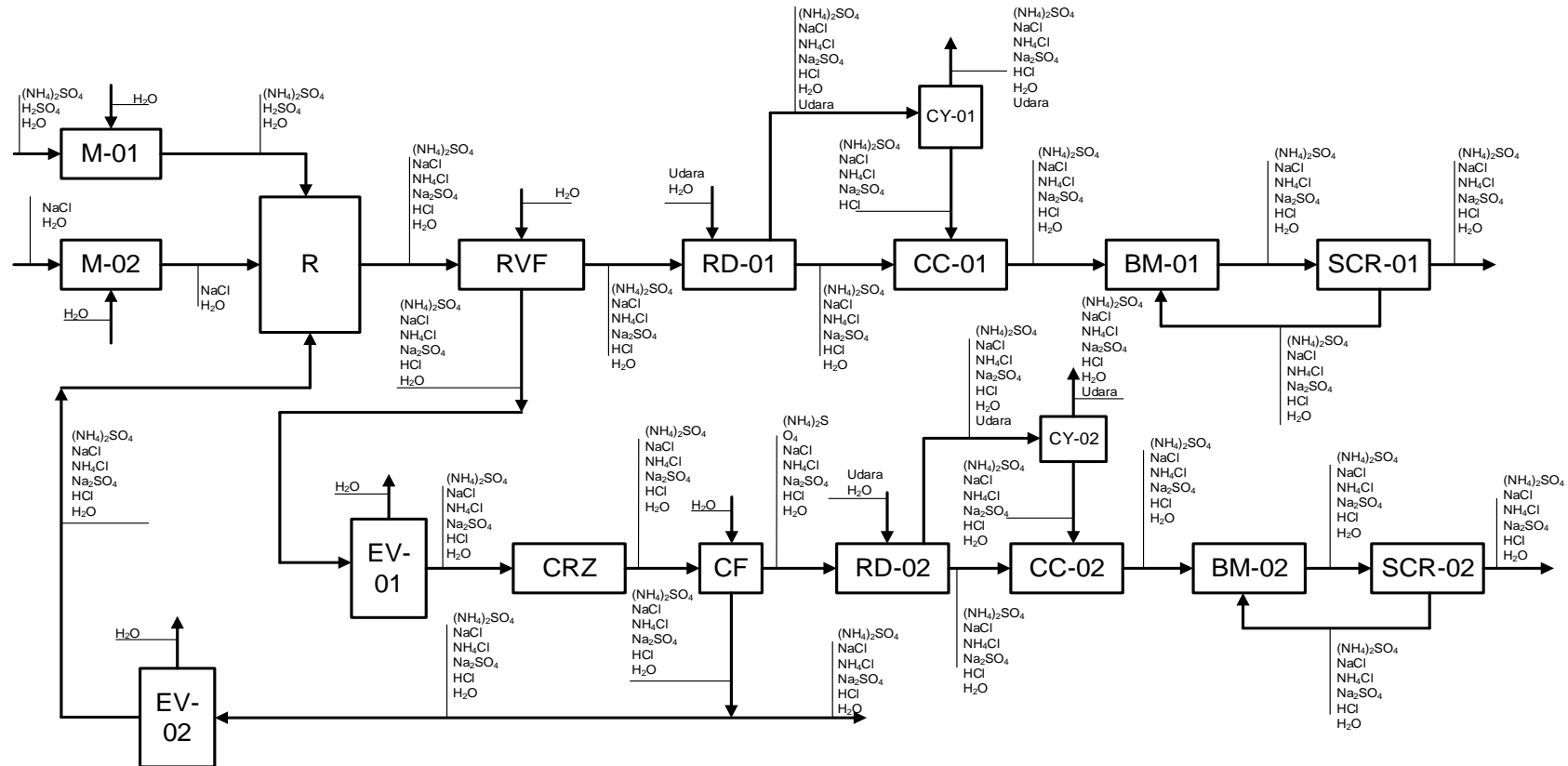
3.1.3. Langkah Pemisahan dan Pemurnian Produk

Untuk memisahkan padatan natrium sulfat dari larutan amonium klorida digunakan *rotary vacuum filter* (RVF) dengan tekanan 0,33 atm dan suhu 60°C. Kemudian mengeringkan kristal basah natrium sulfat menjadi kristal kering dengan menghilangkan sebagian air digunakan *rotary dryer* (RD-01) dengan udara pemanas bersuhu 100°C. Untuk memekatkan amonium sulfat digunakan evaporator (EV-01) pada kondisi operasi tekanan 1 atm dan suhu 100°C. Larutan jenuh dari evaporator dialirkan ke kristaliser (CRZ) untuk membentuk kristal amonium klorida pada kondisi operasi $P = 1$ atm dan $T = 30^\circ\text{C}$. Untuk mempertahankan suhu pada kristaliser dialirkan air pendingin yang dimasukan lewat jaket kristaliser. Kemudian kristal dan *mother liquor* dari kristaliser dialirkan ke sentrifuge (CF) pada kondisi operasi $P = 1$ atm dan $T = 30^\circ\text{C}$ melalui *screw conveyor* (SC-01). Di dalam *sentrifuge* kristal dan *mother liquor* akan dipisahkan. Kristal amonium klorida melalui *screw conveyor* dikeringkan ke dalam *rotary dryer* (RD-02) dengan udara pemanas bersuhu 100°C, untuk mengurangi kadar airnya sehingga sesuai dengan spesifikasi produk yang diharapkan.

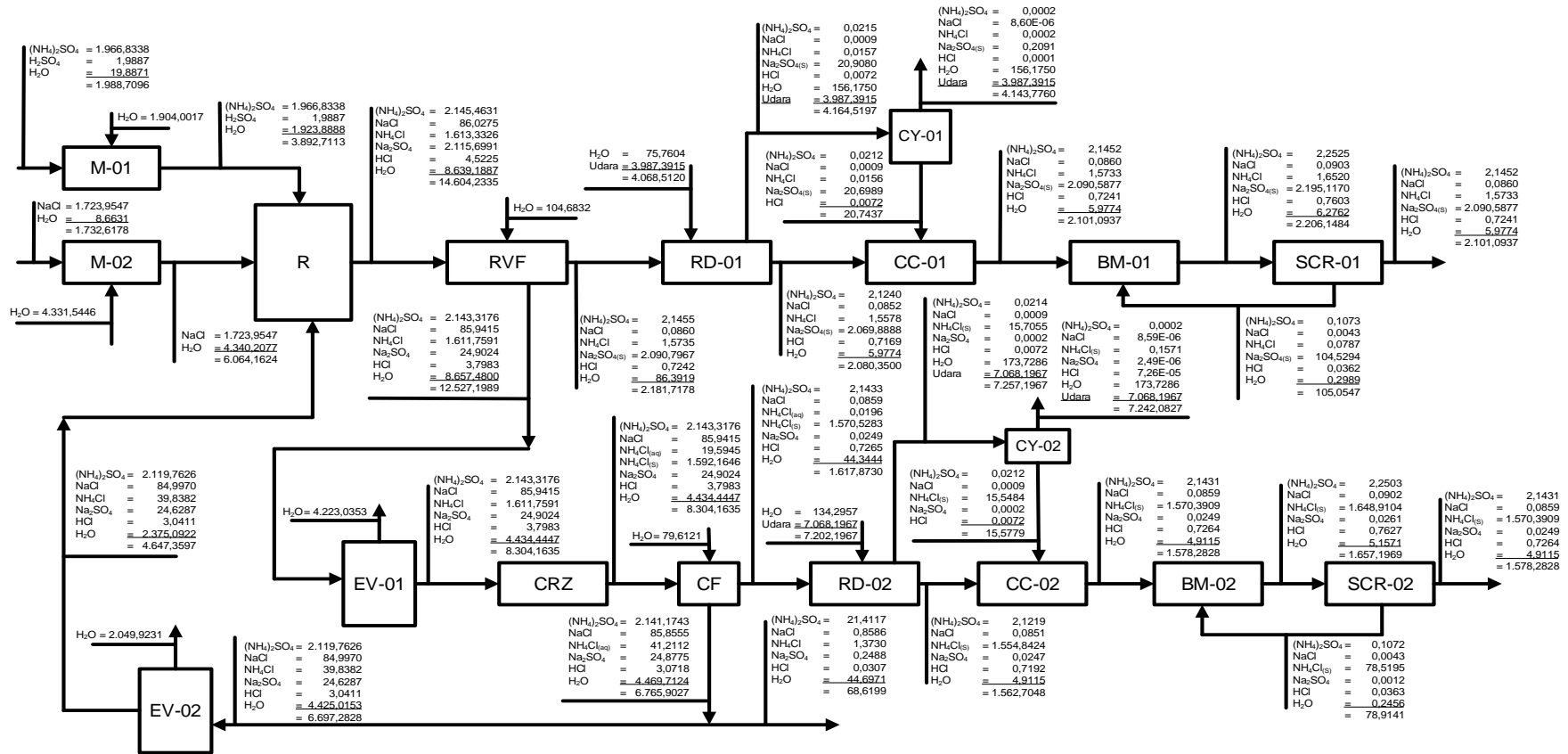
Padatan Na_2SO_4 yang dihasilkan kemudian dimasukkan ke dalam *ball mill-01* selanjutnya dimasukkan ke *screen-01* untuk mendapatkan serbuk Na_2SO_4 dengan ukuran 100 mesh. Sedangkan padatan NH_4Cl dimasukkan ke dalam *ball mill-02* selanjutnya dimasukkan ke *screen-02* untuk mendapatkan serbuk NH_4Cl dengan ukuran 100 mesh.

3.1.4. Langkah Penyimpanan

Kristal natrium sulfat dari *screen-01* dengan menggunakan *bucket elevator* kemudian dimasukkan kedalam silo (S-03). Kristal amonium klorida dari *screen-02* dengan menggunakan *bucket elevator* dimasukkan ke dalam silo (S-4).



Gambar 3.1. Diagram Alir Kualitatif



NB : satuan dalam kg/jam

Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif

BAB IV

NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

4.1. Neraca Massa

a) Perhitungan Neraca Massa

Kapasitas pabrik per tahun = 12.500 ton NH₄Cl/tahun

Waktu operasi satu tahun = 330 hari

Kapasitas pabrik per jam = $12.500 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1.000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$
 = 1.578,2828 kg/jam

Kadar NH₄Cl dipasaran = 99,5% (<http://indonesian.alibaba.com>)

Komposisi umpan masuk:

1. Komposisi umpan (NH₄)₂SO₄

(NH₄)₂SO₄ = 98,9000 % berat

H₂SO₄ = 0,1000 % berat

H₂O = 1,0000 % berat

= 100% berat

(www.petrokimia-gresik.com)

2. Komposisi umpan NaCl

NaCl = 99,5000 % berat

H₂O = 0,5000 % berat

= 100% berat

(www.ptgaram.com)

Dari perhitungan neraca massa basis : 1.000 kg/jam (NH₄)₂SO₄ umpan reaktor

Umpan basis = 1.000,0000 kg/jam (NH₄)₂SO₄

= 443,2810 kg/jam NaCl

Produk basis = 386,2096 kg/jam

Produk sebenarnya = 1.578,2828 kg/jam

Scale Up = $\frac{\text{produk sebenarnya}}{\text{produk basis}} = \frac{1.578,2828 \text{ kg/jam}}{386,2096 \text{ kg/jam}} = 4,0866$

Komposisi umpan masuk :

Komposisi umpan (NH₄)₂SO₄

(NH₄)₂SO₄ = (massa x *Scale Up*) - (NH₄)₂SO₄ dari arus recycle

= (1.000,0000 x 4,0866) - 2.119,7626

= 1.966,8338 kg/jam



$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{SO}_4 &= \frac{0,1}{98,9} \times \text{massa } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \\ &= \frac{0,1}{98,9} \times 1.966,8338 \text{ kg/jam} \\ &= 1,9887 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O} &= \frac{1}{98,9} \times \text{massa } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \\ &= \frac{1}{98,9} \times 1.966,8338 \text{ kg/jam} \\ &= 19,8871 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Komposisi umpan NaCl

$$\begin{aligned} \text{NaCl} &= (\text{massa} \times \text{Scale Up}) - \text{NaCl dari arus recycle} \\ &= (443,2810 \times 4,0866) - 84,9970 \\ &= 1.723,9547 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O} &= \frac{0,5}{99,5} \times \text{massa NaCl} \\ &= \frac{0,5}{99,5} \times 1.723,9547 \\ &= 8,6631 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

MIXER (NH₄)₂SO₄ (M-01)

Fungsi : Melarutkan amonium sulfat dengan air.

Tabel 4.1.1. Neraca massa mixer (NH₄)₂SO₄ (M-01)

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
(NH ₄) ₂ SO ₄	1.966,8338	-	1.966,8338
H ₂ SO ₄	1,9887	-	1,9887
H ₂ O	19,8871	1.904,0017	1.923,8888
Sub total	1.988,7096	1.904,0017	3.892,7113
Total	3.892,7113		3.892,7113

MIXER NaCl (M-02)

Fungsi : Melarutkan natrium klorida dengan air.

Tabel 4.1.2. Neraca massa *mixer* NaCl (M-02)

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 4	Arus 5	Arus 6
NaCl	1.723,9547	-	1.723,9547
H ₂ O	8,6631	4.331,5446	4.340,2077
Sub total	1.732,6178	4.331,5446	6.064,1624
Total	6.064,1624		6.064,1624

REAKTOR

Fungsi : Mereaksikan amonium sulfat dengan natrium klorida

Reaksi yang terjadi : $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_{4(l)} + 2\text{NaCl}_{(l)} \longrightarrow 2\text{NH}_4\text{Cl}_{(l)} + \text{Na}_2\text{SO}_{4(s)}$

Yield produk = 95% (Faith and Keyes, 1957)

$$\text{Yield} = \frac{\text{kmol produk}}{\text{kmol reaktan mula-mula}}$$

$$\text{kmol produk} = \frac{95\% \times 30,9591}{100}$$

$$\text{kmol produk} = 29,4111 \text{ kmol}$$

Reaksi 1

	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	+	2NaCl	\longrightarrow	$2\text{NH}_4\text{Cl}$	+	Na_2SO_4
Awal	: 30,9591		30,9223		-		-
Reaksi	: 14,7056		29,4111		29,4111		14,7056
Akhir	: 16,2535		1,5111		29,4111		14,7056

Reaksi 2

	H_2SO_4	+	2NaCl	\longrightarrow	Na_2SO_4	+	2HCl
Awal	: 0,0203		1,5111		-		-
Reaksi	: 0,0203		0,0406		0,0203		0,0406
Akhir	: -		1,4706		0,0203		0,0406

**Tabel 4.1.3. Neraca massa reaktor**

Komponen	Masuk (Kg/jam)			Keluar (kg/jam)	
	Arus 3	Arus 6	Arus 38	Arus 7	
(NH ₄) ₂ SO ₄	1.966,8338	-	2.119,7626	2.145,4631	
H ₂ SO ₄	1,9887	-	-	-	
NaCl	-	1.723,9547	84,9970	86,0275	
NH ₄ Cl	-	-	39,8382	1.613,3326	
Na ₂ SO ₄	-	-	24,6287	2.115,6991	
HCl	-	-	3,0411	4,5225	
H ₂ O	1.923,8888	4.340,2077	2.375,0922	8.639,1887	
Sub total	3.892,7113	6.064,1624	4.647,3597	14.604,2335	
Total		14.604,2335		14.604,2335	

ROTARY VACUUM FILTER (RFV)

Fungsi : Memisahkan natrium sulfat dan filtrat

Tabel 4.1.4. Neraca massa rotary vacuum filter

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 19
(NH ₄) ₂ SO ₄	2.145,4631	-	2,1455	2.143,3176
NaCl	86,0275	-	0,0860	85,9415
NH ₄ Cl	1.613,3326	-	1,5735	1.611,7591
Na ₂ SO ₄	2.115,6991	-	2.090,7967	24,9024
HCl	4,5225	-	0,7242	3,7983
H ₂ O	8.639,1887	104,6832	86,3919	8.657,4800
Sub total	14.604,2335	104,6832	2.181,7178	12.527,1989
Total		14.708,9166		14.708,9166

**ROTARY DRYER-01**

Fungsi : Mengeringkan natrium sulfat dengan udara panas

Tabel 4.1.5. Neraca massa rotary dryer-01

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12
(NH ₄) ₂ SO ₄	2,1455	-	0,0215	2,1240
Nacl	0,0860	-	0,0009	0,0852
NH ₄ Cl	1,5735	-	0,0157	1,5578
Na ₂ SO ₄	2.090,7967	-	20,9080	2.069,8888
Hcl	0,7242	-	0,0072	0,7169
H ₂ O	86,3919	75,7604	156,1750	5,9774
Udara	-	3.987,3915	3.987,3915	-
Sub total	2.181,7178	4.068,5120	4.164,5197	2.080,3500
Total	6.244,8697		6.244,8697	

CYCLONE-01

Fungsi : Memisahkan padatan dan udara panas

Tabel 4.1.6. Neraca massa cyclone-01

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 11	Arus 13	Arus 14	
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,0215	0,0002	0,0212	
NaCl	0,0009	8,60E-06	0,0009	
NH ₄ Cl	0,0157	0,0002	0,0156	
Na ₂ SO ₄	20,9080	0,2091	20,6989	
HCl	0,0072	0,0001	0,0072	
H ₂ O	156,1750	156,1750	-	
Udara	3.987,3915	3.987,3915	-	
Sub total	4.164,5197	4.143,7760	20,7437	
Total	4.164,5197	4.164,5197		

COOLING CONVEYOR-01

Fungsi : Mendinginkan natrium sulfat sampai suhu kamar

Tabel 4.1.7. Neraca massa *cooling conveyor*-01

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 12	Arus 14	Arus 15
(NH ₄) ₂ SO ₄	2,1240	0,0212	2,1452
NaCl	0,0852	0,0009	0,0860
NH ₄ Cl	1,5578	0,0156	1,5733
Na ₂ SO ₄	2.069,8888	20,6989	2.090,5877
HCl	0,7169	0,0072	0,7241
H ₂ O	5,9774	-	5,9774
Sub total	2.080,3500	20,7437	2.101,0937
Total	2.101,0937		2.101,0937

BALL MILL-01

Fungsi : Menghaluskan natrium sulfat menjadi 100 mesh

Tabel 4.1.8. Neraca massa *ball mill*-01

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 15	Arus 17	Arus 16
(NH ₄) ₂ SO ₄	2,1452	0,1073	2,2525
NaCl	0,0860	0,0043	0,0903
NH ₄ Cl	1,5733	0,0787	1,6520
Na ₂ SO ₄	2.090,5877	104,5294	2.195,1170
HCl	0,7241	0,0362	0,7603
H ₂ O	5,9774	0,2989	6,2762
Sub total	2.101,0937	105,0547	2.206,1484
Total	2.206,1484		2.206,1484

*SCREEN-01*Fungsi : Memisahkan ukuran 100 *mesh***Tabel 4.1.9. Neraca massa *screen-01***

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 16	Arus 17	Arus 17	Arus 18
(NH ₄) ₂ SO ₄	2,2525	0,1073		2,1452
NaCl	0,0903	0,0043		0,0860
NH ₄ Cl	1,6520	0,0787		1,5733
Na ₂ SO ₄	2.195,1170	104,5294		2.090,5877
HCl	0,7603	0,0362		0,7241
H ₂ O	6,2762	0,2989		5,9774
Sub Total	2.206,1484	105,0547		2.101,0937
Total	2.206,1484		2.206,1484	

EVAPORATOR-01

Fungsi : Memekatkan larutan amonium klorida

Tabel 4.1.10. Neraca massa *evaporator*

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 19	Arus 20	Arus 20	Arus 21
(NH ₄) ₂ SO ₄	2.143,3176	-		2.143,3176
NaCl	85,9415	-		85,9415
NH ₄ Cl	1.611,7591	-		1.611,7591
Na ₂ SO ₄	24,9024	-		24,9024
HCl	3,7983	-		3,7983
H ₂ O	8.657,4800	4.223,0353		4.434,4447
Sub Total	12.527,1989	4.223,0353		8.304,1635
Total	12.527,1989		12.527,1989	



KRISTALISER

Fungsi : Kristalisasi larutan amonium klorida menjadi kristal amonium klorida

Tabel 4.1.11. Neraca massa kristaliser

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 21		Arus 22	
(NH ₄) ₂ SO ₄	2.143,3176		2.143,3176	
NaCl	85,9415		85,9415	
NH ₄ Cl (aq)	1.611,7591		19,5945	
NH ₄ Cl (s)	-		1.592,1646	
Na ₂ SO ₄	24,9024		24,9024	
HCl	3,7983		3,7983	
H ₂ O	4.434,4447		4.434,4447	
Total	8.304,1635		8.304,1635	

SENTRIFUGE FILTER

Fungsi : Memisahkan kristal dan *mother liquor*

Tabel 4.1.12. Neraca massa sentrifuge filter

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 22	Arus23	Arus 24	Arus 25
(NH ₄) ₂ SO ₄	2.143,3176	-	2,1433	2.141,1743
NaCl	85,9415	-	0,0859	85,8555
NH ₄ Cl (aq)	19,5945	-	0,0196	41,2112
NH ₄ Cl (s)	1.592,1646	-	1.570,5283	-
Na ₂ SO ₄	24,9024	-	0,0249	24,8775
HCl	3,7983	-	0,7265	3,0718
H ₂ O	4.434,4447	79,6121	44,3444	4.469,7124
Sub total	8.304,1635	79,6121	1.617,8730	6.765,9027
Total	8.383,7757		8.383,7757	



ROTARY DRYER-02

Fungsi : Mengeringkan kristal amonium klorida dengan udara panas

Tabel 4.1.13. Tabel neraca massa rotary dryer-02

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 24	Arus 26	Arus 27	Arus 28
(NH ₄) ₂ SO ₄	2,1433	-	0,0214	2,1219
NaCl	0,0859	-	0,0009	0,0851
NH ₄ Cl	1.570,5479	-	15,7055	1.554,8424
Na ₂ SO ₄	0,0249	-	0,0002	0,0247
HCl	0,7265	-	0,0072	0,7192
H ₂ O	44,3444	134,2957	173,7286	4,9115
Udara	-	7.068,1967	7.068,1967	-
Sub total	1.617,8730	7.202,4925	7.257,6607	1.562,7048
Total	8.820,3655		8.820,3655	

CYCLONE-02

Fungsi : Memisahkan padatan dengan udara panas

Tabel 4.1.14. Neraca massa cyclone-02

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 27	Arus 30	Arus 29	
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,0214	0,0002	0,0212	
Nacl	0,0009	8,59E-06	0,0009	
NH ₄ Cl	15,7055	0,1571	15,5484	
Na ₂ SO ₄	0,0002	2,49E-06	0,0002	
Hcl	0,0073	7,26E-05	0,0072	
H ₂ O	173,7286	173,7286	-	
Udara	7.068,1967	7.068,1967	-	
Sub total	7.257,6607	7.242,0827	15,5779	
Total	7.257,6607		7.257,6607	

COOLING CONVEYOR-02

Fungsi : Mendinginkan kristal sampai suhu kamar

Tabel 4.1.15. Tabel neraca massa *cooling conveyor-02*

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 28	Arus 29	Arus 31
(NH ₄) ₂ SO ₄	2,1219	0,0212	2,1431
NaCl	0,0851	0,0009	0,0859
NH ₄ Cl	1.554,8424	15,5484	1.570,3909
Na ₂ SO ₄	0,0247	0,0002	0,0249
HCl	0,7192	0,0072	0,7264
H ₂ O	4,9115	-	4,9115
Sub total	1.562,7048	15,5779	1.578,2828
Total	1.578,2828		1.578,2828

*BALL MILL-02*Fungsi : Menghaluskan amonium klorida menjadi 100 *mesh***Tabel 4.1.16. Tabel neraca massa *ball mill-02***

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 31	Arus 33	Arus 32
(NH ₄) ₂ SO ₄	2,1431	0,1072	2,2503
NaCl	0,0859	0,0043	0,0902
NH ₄ Cl	1.570,3909	78,5195	1.648,9104
Na ₂ SO ₄	0,0249	0,0012	0,0261
HCl	0,7264	0,0363	0,7627
H ₂ O	4,9115	0,2456	5,1571
Sub total	1.578,2828	78,9141	1.657,1969
Total	1.657,1969		1.657,1969

*SCREEN-02*Fungsi : Memisahkan ukuran 100 *mesh***Tabel 4.1.17. Tabel neraca massa *screen-02***

Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 32	Arus 33	Arus 34
(NH ₄) ₂ SO ₄	2,2503	0,1072	2,1431
NaCl	0,0902	0,0043	0,0859
NH ₄ Cl	1.648,9104	78,5195	1.570,3909
Na ₂ SO ₄	0,0261	0,0012	0,0249
HCl	0,7627	0,0363	0,7264
H ₂ O	5,1571	0,2456	4,9115
Sub Total	1.657,1969	78,9141	1.578,2828
Total	1.657,1969	1.657,1969	

EVAPORATOR-02

Fungsi : menjenuhkan sisa reaktan sebelum recycle ke reaktor

Tabel 4.1.17. Tabel neraca massa *Evaporator-02*

Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 36	Arus 37	Arus 38
(NH ₄) ₂ SO ₄	2.119,7626	-	2.119,7626
NaCl	84,9970	-	84,9970
NH ₄ Cl	39,8382	-	39,8382
Na ₂ SO ₄	24,6287	-	24,6287
HCl	3,0411	-	3,0411
H ₂ O	4.425,0153	2.049,9231	2.375,0922
Sub Total	6.697,2828	2.049,9231	4.647,3597
Total	6.697,2828	6.697,2828	



4.2. Neraca Panas

Basis perhitungan : 1 jam operasi

Suhu referensi : 298 K

Satuan Panas (energi) : KJ

Satuan Cp : J/mol K

Tekanan : atm

Kapasitas panas bahan dipengaruhi suhu, $C_p = f(T)$ mengikuti persamaan :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4 \dots \dots \dots (2.7)$$

Dalam bentuk integral:

$$\int C_p dT = A(T - 298) + \frac{B}{2}(T^2 - 298^2) + \frac{C}{3}(T^3 - 298^3) + \frac{D}{4}(T^4 - 298^4) + \frac{E}{5}(T^5 - 298^5) \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan:

C_p = Kapasitas panas (J/kmol K)

A,B,C,D,E = Koefisien regresi komponen

Data-data konstanta kapasitas panas masing-masing komponen dalam berbagai wujud:

Tabel 4.2.1 Konstanta kapasitas panas masing-masing komponen

Komponen	A	B	C	D	E
(NH ₄) ₂ SO ₄ (s)	24,5600	0,1311	-2,1300,E-5		
H ₂ SO ₄ (l)	26,0040	0,7034	-1,3856,E-3	1,0342E-6	
NaCl (s)	41,2930	0,0336	-1,3900,E-5		
NH ₄ Cl (s)	23,1180	0,1500	-3,0300,E-5		
Na ₂ SO ₄ (s)	12,2020	0,5810	-6,0600,E-4		
HCl (l)	73,9930	-1,2946,E-5	-7,8980,E-5	2,6409E-6	
H ₂ O (l)	92,0530	-0,0400	-2,1100,E-4	5,3200,E-7	
					3,6934E-
H ₂ O (g)	33,9330	-8,4186E-3	2,9906,E-5	-1,7825E-8	12

(Yaws, 1999)

Tabel 4.2.2 Kapasitas panas masing-masing komponen pada berbagai suhu

Komponen	Cp (J/mol), 303 K	Cp (J/mol), 308 K	Cp (J/mol), 318 K	Cp (J/mol), 332,1779 K	Cp (J/mol), 333 K	Cp (J/mol), 373 K	Cp (J/mol), 373,4669 K	Cp (J/mol), 373,82 K	Cp (J/mol), 378 K	Cp (J/mol), 393 K
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (s)	310,1606	623,2759	1.258,3497	2.178,8876	2.232,9884	4.960,2399	4.993,1685	5.017,9756	5.314,1634	6.393,1622
H_2SO_4 (l)	701,5448	1.406,8035	2.828,0288	4.866,1368	4.985,1110	10.868,6307	10.938,3306	10.990,8192	11.616,1575	13.873,4140
NaCl (s)	250,6730	501,9754	1.006,4545	1.725,9360	1.767,8070	3.824,6023	3.848,8339	3.867,0802	4.084,3516	4.867,0495
NH_4Cl (s)	327,2842	657,8593	1.328,8522	2.302,5697	2.359,8343	5.251,3666	5.286,3302	5.312,6711	5.905,4400	6.773,8129
Na_2SO_4 (s)	660,3464	1.326,0370	2.672,8443	4.615,5644	4.729,3486	10.397,3945	10.464,9257	10.515,7855	11.121,9949	13.313,6198
HCl (l)	692,6170	1.402,2224	2.874,7495	5.092,3877	5.225,9082	12.452,8835	12.546,4035	12.616,9610	13.466,2935	16.670,3196
H_2O (l)	377,0807	753,6282	1.505,4017	2.569,2116	2.630,8556	5.634,3979	5.669,5990	5.696,1040	6.011,6470	7.148,0725
H_2O (g)	168,2510	336,6321	673,8003	1.152,8121	1.180,6249	2.539,1413	2.555,0640	2.567,1059	2.709,7327	3.222,6216

Data-data diatas dan neraca massa aktual yang telah dihitung kemudian dimasukkan ke dalam perhitungan neraca panas dalam bentuk tabel-tabel yang dibuat seperti dibawah ini:


MIXER (NH₄)₂SO₄ (M-01)

Fungsi : Melarutkan amonium sulfat dengan air

Tabel 4.2.3. Neraca panas mixer (NH₄)₂SO₄ (M-01)

Komponen	Q masuk (kJ/jam)		Q keluar (kJ/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
(NH ₄) ₂ SO ₄	4.621,4716	-	74.769,1208
H ₂ SO ₄	14,2364	-	223,0362
H ₂ O	416,6134	39.886,7983	608.815,0426
Sub total	5.052,3214	39.886,7983	683.807,1996
Panas Pelarutan			-171.557,0774
Steam	467.311,0026		
Total	512.250,1223		512.250,1223

MIXER NaCl (M-02)

Fungsi : Melarutkan natrium klorida dengan air.

Tabel 4.2.4. Neraca panas mixer NaCl (M-02)

Komponen	Q masuk (kJ/jam)		Q keluar (kJ/jam)
	Arus 4	Arus 5	Arus 6
NaCl	7.387,1604	-	113.422,4867
H ₂ O	181,4824	90.741,2224	1.367.068,7278
Subtotal	7.568,6429	90.741,2224	1.480.491,2145
Panas Pelarutan			-143.616,7815
Steam	1.238.564,5677		
Total	1.336.874,4330		1.336.874,4330

REAKTOR

Fungsi : Mereaksikan amonium sulfat dengan natrium klorida

 Reaksi yang terjadi : $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_{4(l)} + 2\text{NaCl}_{(l)} \longrightarrow 2\text{NH}_4\text{Cl}_{(l)} + \text{Na}_2\text{SO}_{4(s)}$

Yield produk = 95% (Faith and Keyes, 1957)


Tabel 4.2.5. Neraca Panas Reaktor

Komponen	Q Masuk (Kj/Jam)			Q Keluar (Kj/jam)
	Arus 3	Arus 6	Arus 38	Arus 7
(NH ₄) ₂ SO ₄	74.769,1208	-	79.655,5370	80.621,3003
H ₂ SO ₄	223,0362	-	-	-
NaCl	-	113.422,4867	5.556,9165	5.624,2899
NH ₄ Cl	-	-	3.910,3718	158.358,8930
Na ₂ SO ₄	-	-	1.803,3387	154.913,7890
HCl	-	-	1.037,5415	1.542,9531
H ₂ O	608.815,0426	1.367.068,7278	743.456,3785	2.704.257,0624
Sub total	683.807,1996	1.480.491,2145	835.420,0839	3.105.318,2877
Panas Reaksi				332.506,2228
Steam		438.106,0124		
Total		3.437.824,5104		3.437.824,5104

COOLER

Fungsi : Mendinginkan larutan produk keluar reaktor

Tabel 4.2.6. Neraca panas cooler

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
(NH ₄) ₂ SO ₄	80.621,3003	36.293,8951
NaCl	5.624,2899	2.599,6583
NH ₄ Cl	158.358,8930	71.162,5710
Na ₂ SO ₄	154.913,7890	70.463,9336
HCl	1.542,9531	647,5072
H ₂ O	2.704.257,0624	1.262.692,1223
Sub total	3.105.318,2877	1.443.859,6876
Beban Pendingin		1.661.458,6001
Total	3.105.318,2877	3.105.318,2877


ROTARY VACUUM FILTER (RFV)

Fungsi : Memisahkan natrium sulfat dan filtrat

Tabel 4.2.7. Neraca panas rotary vacuum filter

Komponen	Q Masuk (Kj/Jam)		Q Keluar (Kj/jam)	
	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 16
(NH ₄) ₂ SO ₄	36.293,8951	-	35,9580	35.922,0138
NaCl	2.599,6583	-	2,5761	2.573,5674
NH ₄ Cl	71.162,5710	-	68,7619	70.434,0951
Na ₂ SO ₄	70.463,9336	-	68.994,6114	821,7577
HCl	647,5072	-	102,6712	538,5106
H ₂ O	1.262.692,1223	2.193,0008	12.513,9471	1.254.044,2181
Sub total	1.443.859,6876	2.193,0008	81.718,5257	1.364.334,1627
Total	1.446.052,6884		1.446.052,6884	

ROTARY DRYER-01

Fungsi : Mengeringkan natrium sulfat dengan udara panas

Tabel 4.2.8 Neraca panas rotary dryer-01

Komponen	Q Masuk (Kj/Jam)		Q Keluar (Kj/jam)	
	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12
(NH ₄) ₂ SO ₄	35,9580	-	0,8062	79,8151
Nacl	2,5761	-	0,0562	5,5680
NH ₄ Cl	68,7619	-	1,5445	152,9040
Na ₂ SO ₄	68.994,6114	-	1.530,9041	151.559,5073
Hcl	102,6712	-	2,4707	244,5994
H ₂ O	12.513,9471	13.563,7347	22.212,5487	1.871,0449
Udara	-	484.707,3133	402.327,8045	-
Sub total	81.718,5257	498.271,0408	426.076,1349	153.913,4387
Total	579.989,5737		579.989,5737	



COOLING CONVEYOR-01

Fungsi : Mendinginkan natrium sulfat sampai suhu kamar

Tabel 4.2.10 Neraca panas cooling conveyor-01

Komponen	Q Masuk (Kj/Jam)		Q Keluar (Kj/jam)
	Arus 12	Arus 14	Arus 15
(NH ₄) ₂ SO ₄	79,8151	0,7982	5,0407
NaCl	5,5680	0,0557	0,3686
NH ₄ Cl	152,9040	1,5290	9,6248
Na ₂ SO ₄	151.559,5073	1.515,5951	9.721,9162
HCl	244,5994	2,4460	13,7404
H ₂ O	1.871,0449	-	125,2192
Sub total	153.913,4387	1.520,4239	9.875,9099
Beban pendingin			145.557,9527
Total	155.433,8627		155.433,8627

EVAPORATOR-01

Fungsi : Memekatkan larutan amonium klorida

Tabel 4.2.13. Neraca panas evaporator-01

Komponen	Q Masuk (Kj/Jam)		Q Keluar (Kj/jam)
	Arus 19	Arus 20	Arus 21
(NH ₄) ₂ SO ₄	35.922,0138	-	80.540,6790
NaCl	2.573,5674	-	5.618,6656
NH ₄ Cl	70.434,0951	-	158.204,4445
Na ₂ SO ₄	821,7577	-	1.823,3776
HCl	538,5106	-	1.295,8830
H ₂ O	1.254.044,2181	645.295,2967	1.388.079,2320
Sub total	1.364.334,1627	645.295,2967	1.635.562,2817
Steam	964.761,4902		
Q loss			48.238,0745
Total	2.329.095,6529		2.329.095,6529

KRISTALISERFungsi : Memisahkan kristal dan *mother liquor***Tabel 4.2.15. Neraca panas kristaliser**

Komponen	Q Masuk (Kj/Jam)		Q Keluar (Kj/jam)	
	Arus 21		Arus 22	
(NH ₄) ₂ SO ₄	80.540,6790		5.036,1559	
NaCl	5.618,6656		368,2599	
NH ₄ Cl	158.204,4445		119,8683	
NH ₄ Cl (s)	-		9.740,0060	
Na ₂ SO ₄	1.823,3776		115,8041	
HCl	1.295,8830		72,0757	
H ₂ O	1.388.079,2320		92.896,8704	
Sub total	1.635.562,2817		108.349,0403	
Panas kristalisasi	- 475.970,2046			
Beban pendingin			1.051.243,0368	
Total	1.159.592,0771		1.159.592,0771	

SENTRIFUGE FILTERFungsi : Memisahkan kristal dan *mother liquor***Tabel 4.2.16. Neraca panas sentrifuge filter**

Komponen	Q Masuk (Kj/Jam)		Q Keluar (Kj/jam)	
	Arus 22	Arus 23	Arus 24	Arus 25
(NH ₄) ₂ SO ₄	5.036,1559	-	5,0362	5.031,1197
NaCl	368,2599	-	0,3683	367,8917
NH ₄ Cl	119,8683	-	0,1199	252,1077
NH ₄ Cl (S)	9.740,0060	-	9.607,6467	-
Na ₂ SO ₄	115,8041	-	0,1158	115,6883
HCl	72,0757	-	13,7858	58,2900
H ₂ O	92.896,8704	1.667,7893	928,9687	93.635,6910
Sub total	108.349,0403	1.667,7893	10.556,0412	99.460,7884
Total	110.016,8296		110.016,8296	

ROTARY DRYER-02

Fungsi : Mengeringkan kristal amonium klorida dengan udara panas

Tabel 4.2.17. Neraca panas rotary dryer-02

Komponen	Q Masuk (Kj/Jam)		Q Keluar (Kj/jam)	
	Arus 24	Arus 26	Arus 27	Arus 28
(NH ₄) ₂ SO ₄	5,0362	-	0,8054	79.7353
Nacl	0,3683	-	0,0562	5,5625
NH ₄ Cl	0,1199	-	-	-
NH ₄ Cl (s)	9.607,6467	-	1.541,5931	152.617,7121
Na ₂ SO ₄	0,1158	-	0,0182	1,8051
Hcl	13,7858	-	2,4786	245,3820
H ₂ O	928,9687	24.043,5746	24.595.9890	1.537,4230
Udara	-	859.209.9960	713.181.0513	-
Sub total	10.556,0412	883.253,5705	739.321.9917	154.487,6200
Total	893.809,6117		893.809,6117	

COOLING CONVEYOR-02

Fungsi : Mendinginkan kristal sampai suhu kamar

Tabel 4.1.19. Neraca panas cooling conveyor-02

Komponen	Q Masuk (Kj/Jam)		Q Keluar (Kj/jam)
	Arus 28	Arus 29	Arus 31
(NH ₄) ₂ SO ₄	79.7353	0,7974	5,0357
NaCl	5,5625	0,0556	0,3682
NH ₄ Cl	152.617,7121	1.526,1771	9.606,8058
Na ₂ SO ₄	1,8051	0,0181	0,1158
HCl	245,3820	2,4538	13,7844
H ₂ O	1.537,4230	-	102,8917
Sub total	154.487,6200	1.529,5020	9.729,0015
Beban pendingin			146.288,1220
Total	156.017,1220		156.017,1220

EVAPORATOR-02

Fungsi : menjenuhkan sisa reaktan sebelum recycle ke reaktor

Tabel 4.1.17. Tabel neraca panas *Evaporator-02*

Komponen	Q Masuk (Kj/Jam)		Q Keluar (Kj/jam)	
	Arus 36	Arus 37	Arus 37	Arus 38
(NH ₄) ₂ SO ₄	4.980,8085	-	-	79.655,5370
NaCl	364,2127	-	-	5.556,9165
NH ₄ Cl	243,7085	-	-	3.910,3718
Na ₂ SO ₄	114,5314	-	-	1.803,3387
HCl	57,7071	-	-	1.037,5422
H ₂ O	92.699,3341	313.235,7680	313.235,7680	743.456,3785
Sub total	98.460,3024	313.235,7680	313.235,7680	835.420,0846
<i>Steam</i>	1.105.469,0002			
<i>Q loss</i>			55.273,4500	
Total	1.203.929,3026		1.203.929,3026	

KONDENSER

Fungsi : mencairkan uap yang keluar dari evaporator

Tabel 4.2.14. Neraca panas *kondenser*

Komponen	Q masuk, KJ/jam	Q keluar, KJ/jam
Uap	958.531,0647	49.802,6691
Kondensat	-	199.210,6765
Q serap	-	709.517,7191
Total	958.531,0647	958.531,0647



HEATER

Fungsi : memanaskan udara sampai suhu 120 °C

Tabel 4.1.22. Neraca panas heater

Komponen	Q Masuk (Kj/Jam)	Q Keluar (Kj/jam)
Udara	11.110,8662	1.343.917,3093
Uap air	1.963,4531	37.607,3092
Steam	1.440.473,9992	-
<i>Q loss</i>	-	72.023,7000
Total	1.453.548,3184	1.453.548,3184

BAB V

SPESIFIKASI ALAT

5.1. Silo Penyimpanan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Kode	: S-01
Fungsi	: Menampung amonium sulfat selama 7 hari
Tipe	: Silinder tegak dengan tutup atas datar dan tutup bawah <i>conis</i>
Kapasitas	: 141,5662 m ³
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 303 K
Diameter	: 5,6498 m
Tinggi	: 5,6498 m
Tebal <i>shell</i>	: $\frac{5}{16}$ in = 0,0079 m
Tebal tutup atas	: $\frac{3}{8}$ in = 0,0095 m
Tebal tutup bawah	: $\frac{3}{8}$ in = 0,0095 m
Tinggi <i>conical</i>	: 0,7162 m
Jumlah	: 2 buah
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel (SA-167) Type 304</i>

5.2. Silo Penyimpanan NaCl

Kode	: S-02
Fungsi	: Menyimpan bahan baku natrium klorida selama 7 hari
Kapasitas	: 94,2962m ³
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 303 K
Diameter	: 4,9341 m
Tinggi	: 4,9341 m
Tebal <i>shell</i>	: $\frac{5}{16}$ in = 0,0079 m



Tebal tutup atas	: $\frac{5}{16}$ in = 0,0079 m
Tebal tutup bawah	: $\frac{5}{16}$ in = 0,0079 m
Tinggi <i>conical</i>	: 0,6203 m
Jumlah	: 2 buah
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel 304</i>

5.3. Mixer (NH₄)₂SO₄

Kode	: M-01
Fungsi	: Untuk mencampurkan amonium sulfat dengan air.
Operasi	: Kontinyu
Bahan	: <i>Stainless steel (SA-167) Type 304</i>
Jumlah	: 1 buah
Suhu	: 373 K
Tekanan	: 1 atm
Jenis	: Silinder <i>vertical</i> dengan <i>head</i> dan <i>bottom</i> berbentuk <i>torispherical</i> .
Dimensi tangki	
Diameter (D)	: 1,7368 m
Tinggi (H)	: 1,7368 m
Tebal <i>shell</i> (ts)	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m
Tebal <i>head</i> (th)	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m
Volume mixer	: 5,2403 m ³
Volume <i>shell</i>	: 4,1124 m ³
Volume <i>head</i>	: 1,1278 m ³
Tutup Atas Tipe	: <i>Standard Dished Head</i>
Tutup Bawah Tipe	: <i>Standard Dished Head</i>
Jenis pengaduk	: turbin dengan 6 <i>blade disk</i> standar
Jumlah pengaduk	: 2 buah
Rpm	: 124 rpm
Power	: 7 Hp



Dimensi Jacket pemanas

Diameter dalam	: 1,7463 m
Diameter luar	: 2,0003 m
Tinggi jacket	: 1,7368 m
Tebal jacket	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m

5.4. Mixer NaCl

Kode	: M-02
Fungsi	: Untuk mencampurkan natrium klorida dengan air.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Stainless steel (SA-167) Type 304</i>
Suhu	: 373K
Tekanan	: 1 atm
Jenis	: Silinder <i>vertical</i> dengan <i>head</i> dan <i>bottom</i> berbentuk <i>torispherical</i> .

Dimensi tangki

Diameter (D)	: 1,9909 m
Tinggi (H)	: 1,9909 m
Tebal <i>shell</i> (ts)	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m
Tebal <i>head</i> (th)	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m
Volume mixer	: 7,8469 m ³
Volume <i>shell</i>	: 6,1943 m ³
Volume <i>head</i>	: 1,6526 m ³
Tutup Atas Tipe	: <i>Standard Dished Head</i>
Tutup Bawah Tipe	: <i>Standard Dished Head</i>
Jenis pengaduk	: Turbin dengan 6 <i>blade disk</i> standar
Jumlah pengaduk	: 2 buah
Rpm	: 111 rpm
Power	: 10 Hp



Dimensi Jacket pemanas

Diameter dalam	: 2,0004 m
Diameter luar	: 2,2544 m
Tinggi jacket	: 1,9909 m
Tebal jacket	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m

5.5. Reaktor

Kode	: R
Fungsi	: Untuk mereaksikan amonium sulfat dengan natrium klorida
Tipe	: Reaktor alir tangki berpengaduk
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 4,5734 m ³
Waktu tinggal	: 16,9699 menit
Bahan	: <i>Stainless steel</i> (SA-167) Type 304
Kondisi operasi	
Suhu	: 373 K
Tekanan	: 1 atm
Dimensi reaktor	
Diameter (D)	: 1,6860 m
Tinggi (H)	: 1,6860 m
Tebal <i>shell</i> (ts)	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m
Dimensi <i>head</i>	
Bentuk	: silinder vertikal bentuk tutup atas dan tutup bawah yang berbentuk <i>torispherical</i>
Tebal <i>head</i> (th)	: $\frac{1}{4}$ in = 0,0064 m
Tinggi <i>head</i>	: 0,3442 m
Pengaduk Reaktor	
Tipe	: turbin dengan 6 <i>blade</i> dengan 4 <i>baffle</i> (6 <i>blade plate turbine impeller with 4 baffle</i>)



Jumlah	: 1 buah
Panjang <i>blade</i>	: 0,1405 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,1686 m
Tinggi <i>blade</i>	: 0,1124 m
Diameter pengaduk	: 0,5620m
Kecepatan	: 132,47 rpm
<i>Power</i>	: 7 Hp
Dimensi Jaket pemanas	:
Diameter dalam	: 1,6955 m
Diameter luar	: 1,9495 m
Tinggi jaket	: 2,3743 m
Tebal jaket	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m

5.6. *Rotary Vacuum Filter*

Kode	: RVF
Fungsi	: Untuk memisahkan <i>slurry</i> dan filtrat
<i>Type</i>	: <i>Standart rotary vacuum filter</i>
Bentuk	: Tangki silinder horisontal
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Stainless steel (SA-167) Type 304</i>
Kondisi operasi	
Suhu	: 333 K
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	
Diameter	: 0,9100 m
Panjang	: 3 m
Kapasitas <i>max</i>	: 0,9910 m ³
Jumlah putaran	: 6 rpm
Power motor	: 5 Hp
Jumlah	: 1 buah



5.7. Evaporator 1

Kode	: EV-1
Fungsi	: Untuk memekatkan larutan produk keluaran dari <i>rotary vacuum filter</i> .
Jenis	: <i>Standard Vertical Tube Evaporator</i>
Dasar pemilihan	: Sesuai untuk proses pemekatan larutan
Kondisi operasi	:
Suhu	: 373 K
Tekanan	: 1 atm
<i>Bagian Shell</i>	
Diameter	: 4,2304 m
Tinggi <i>shell</i>	: 8,4608 m
Tebal <i>shell</i> (ts)	: $\frac{1}{4} in = 0,0064$ m
Tebal tutup	: $\frac{1}{4} in = 0,0064$ m
<i>Tube Calandria</i>	
Ukuran	: 4 in sch. 40 standard IPS
OD	: 4,5000 in = 0,1143 m
ID	: 4,0260 in = 0,1023 m
Panjang <i>Tube</i>	: 4,0000 in = 0,1016 m
Jumlah <i>Tube</i>	: 1.699 buah
Jumlah	: 1 buah
Fase	: Cair
Bahan	: <i>Stainless steel (SA-167) Type 304</i>

5.8. Kristaliser

Type	: <i>Swenson-Walker Crystallizer</i>
Kapasitas	: 8,1670 m ³
Diameter	: 1,4007 m
Panjang	: 4,6642 m
Luas <i>Cooling Area</i>	: 288,7418 ft ² /ft ³



Bahan	: <i>Stainless steel (SA-167) Type 304</i>
Power	: 5 Hp
Jumlah	: 1 buah

5.9. *Sentrifuge*

Kapasitas maks.	: 50,0000 gpm
Diameter <i>Bowl</i>	: 0,3302 m
<i>Speed</i>	: 7.500,000 rpm
<i>Centrifugal Force</i>	: 10.400,0000 lbf/ft ²
Bahan	: <i>Stainless steel (SA-167) Type 304</i>
Power Motor	: 6,0000 Hp
Jumlah	: 1 buah (<i>automatic continous discharge cake</i>)

5.10. *Rotary Dryer (RD-01)*

Nama	: RD-01
Fungsi	: Mengeringkan produk Na ₂ SO ₄ yang mengandung kadar 99,5%
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1 buah
Suhu	: 100 °C
Tekanan	: 1 atm
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel (SA-167) Type 304</i>
Temperatur bahan	: *masuk = 59,6861 °C *keluar = 100 °C
Media pengering	: Udara
Kadar air bahan	: *masuk = 3,96% *keluar = 0,29 %
Isolasi	: Batu isolasi
Diameter	: 0,6375 m
Panjang	: 2,8701 m
Tebal isolasi	: 4 in = 0,1016 m



Tebal <i>shell</i>	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m
Tinggi bahan	: 0,0956m
<i>Time of passes</i>	: 9,0610 menit
Jumlah <i>flight</i>	: 2
Power	: 8 Hp
Jumlah	: 1

5.11. *Cyclone-1*

Fungsi	: untuk memisahkan padatan yang terikut udara
Suhu operasi	: 100°C
Tekanan <i>design</i>	: 1 atm
Tipe	: <i>Van Tongeren Cyclone</i>
Kapasitas	: 10.493,5399 m ³ /jam
Diameter	: 0,8019 m
Tinggi	: 4,8166 m
Diameter partikel min	: 0,000007 m
Tebal <i>shell</i>	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m
Tebal tutup atas	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m
Tebal tutup bawah	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m
Jumlah	: 1 buah

5.12. *Cooling Conveyor-1*

Fungsi	: Mendinginkan bahan sampai dengan 30°C
Tipe	: <i>Plain spouts or chutes</i>
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Kapasitas	: 1,0129 m ³ /jam
Panjang	: 3,4442 m
Diameter	: 0,5740 m
Kecepatan putaran	: 5 rpm



Power : 7 Hp
 Jumlah : 1 buah

5.13. Rotary Dryer (RD-02)

Nama : RD-02
 Fungsi : Memanaskan/mengeringkan produk NH₄Cl yang mengandung kadar 99,5%
 Operasi : Kontinyu
 Jumlah : 1 buah
 Suhu : 100 °C
 Tekanan : 1 atm
 Bahan konstruksi : *Stainlees steel* (SA-167) Type 304
Temperature bahan : *masuk = 30 °C
 *keluar = 100 °C
 Media pengering : Udara
 Kadar air bahan : *masuk = 2,74 %
 *keluar = 0,31 %
 Isolasi : Batu isolasi
 Diameter : 0,8487 m
 Panjang : 2,8947 m
 Tebal isolasi : 4 in = 0,1016 m
 Tebal *shell* : $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m
 Tinggi bahan : 0,1273 m
Time of passes : 19,4261 menit
 Jumlah *flight* : 4
 Power : 5 Hp
 Jumlah : 1

5.14. Cyclone-2

Fungsi : untuk memisahkan padatan yang terikut udara



Suhu operasi	: 100°C
Tekanan design	: 1 atm
Tipe	: <i>Van Tongeren Cyclone</i>
Kapasitas	: 17.906,4796 m ³ /jam
Diameter partikel	: 0,0000076 m
Diameter	: 0,9583 m
Tinggi	: 5,7498 m
Tebal shell	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m
Tebal tutup atas	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m
Tebal tutup bawah	: $\frac{3}{16}$ in = 0,0048 m
Jumlah	: 1 buah

5.15. *Cooling Conveyor-2*

Fungsi	: Mendinginkan bahan sampai dengan 30°C
Tipe	: <i>Plain spouts or chutes</i>
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Kapasitas	: 0,8651 m ³ /jam
Panjang	: 3,2678 m
Diameter	: 0,5446 m
Kecepatan putaran	: 5 rpm
Power	: 5 Hp
Jumlah	: 1 buah

5.16. *Ball Mill-01*

Fungsi	: Menghaluskan padatan Na ₂ SO ₄ sampai 100 <i>mesh</i>
Jenis <i>Ball Mill</i>	: <i>Marcy Ball Mill</i>
No. <i>Sieve</i>	: 100 <i>mesh</i>
Ukuran ball mill	: 1,5240 m x 1,2192 m
<i>Rate</i> maksimum	: 63 ton/hari



<i>Mill speed</i>	: 27 rpm
Power	: 44 Hp
Bola baja	
<i>Ball Charge</i>	: 5,25 ton
Ukuran bola baja	: 5” , 3 ½ “ , 2 ½ “
Jumlah bola baja 5”	: 340 buah
Jumlah bola baja 3,5”	: 992 buah
Jumlah bola baja 2,5”	: 2721 buah
Jumlah <i>ball mill</i>	: 1 buah

5.17. *Ball Mill-02*

Fungsi	: Menghaluskan padatan NH_4Cl sampai 100 <i>mesh</i>
Jenis <i>Ball Mill</i>	: <i>Marcy Ball Mill</i>
No. <i>Sieve</i>	: 100 <i>mesh</i>
Ukuran ball mill	: 1,5240 m x 1,2192 m
<i>Rate</i> maksimum	: 41 ton/hari
<i>Mill speed</i>	: 27 rpm
Power	: 44 Hp
Bola baja	
<i>Ball Charge</i>	: 5,25 ton
Ukuran bola baja	: 5” , 3 ½ “ , 2 ½ “
Jumlah bola baja 5”	: 340 buah
Jumlah bola baja 3,5”	: 992 buah
Jumlah bola baja 2,5”	: 2.721 buah
Jumlah <i>ball mill</i>	: 1 buah

5.18. *Screen-01*

Fungsi	: Memisahkan serbuk Na_2SO_4 ukuran 100 <i>mesh</i>
Kapasitas	: 3,2 ton/jam
<i>Speed</i>	: 50 <i>vibration/dt</i>
Power	: 3 Hp



<i>Ty Equivalent design</i>	: 100 mesh
<i>Sieve No.</i>	: 100
<i>Sieve design</i>	: standart 149 micron
<i>Sieve opening</i>	: 0,000149 m
Ukuran kawat	: 0,000110 m
Efisiensi	: 99,73%
Jumlah	: 1 buah

5.19. *Screen-02*

Fungsi	: Memisahkan serbuk NH_4Cl ukuran 100 mesh
Kapasitas	: 3,2 ton/jam
<i>Speed</i>	: 50 vibration/dt
Power	: 3 Hp
<i>Ty Equivalent design</i>	: 100 mesh
<i>Sieve No.</i>	: 100
<i>Sieve design</i>	: standart 149 micron
<i>Sieve opening</i>	: 0,000149 m
Ukuran kawat	: 0,000110 m
Efisiensi	: 99,73%
Jumlah	: 1 buah

5.20. Silo Penyimpanan Na_2SO_4

Kode	: S-03
Fungsi	: Menyimpan produk natrium sulfat selama 7 hari
Kapasitas	: 85,0863 m ³
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 303 K
Diameter	: 4,7679 m
Tinggi	: 4,7679 m
Tebal <i>shell</i>	: $\frac{5}{16}$ in = 0,0079 m
Tebal tutup atas	: $\frac{3}{8}$ in = 0,0095 m



Tebal tutup bawah	: $\frac{3}{8}$ in = 0,0095 m
Tinggi <i>conical</i>	: 0,5981 m
Jumlah	: 2 buah
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel (SA-16) Type 304</i>

5.21. Silo Penyimpanan NH₄Cl

Kode	: S-04
Fungsi	: Menyimpan produk amonium klorida selama 7 hari
Kapasitas	: 72,0238m ³
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 303 K
Diameter	: 4,5103 m
Tinggi	: 4,5103 m
Tebal <i>shell</i>	: $\frac{5}{16}$ in = 0,0079 m
Tebal tutup atas	: $\frac{3}{8}$ in = 0,0095 m
Tebal tutup bawah	: $\frac{3}{8}$ in = 0,0095 m
Tinggi <i>conical</i>	: 0,5635 m
Jumlah	: 2 buah
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel (SA-16) Type 304</i>

5.22. *Bucket elevator-01*

Fungsi	: Memindahkan bahan dari silo-1 ke hopper-1
Tipe	: <i>Continuous Discharge Bucket Elevator</i>
Dasar pemilihan	: Untuk memindahkan bahan dengan ketinggian tertentu
Kapasitas maks.	: 14.000 kg/jam
Ukuran	: 6 in x 4 in x $4\frac{1}{4}$ in = 0,1524 m x 0,1016 m x 0,1080 m
<i>Bucket spacing</i>	: 0,3048 m



Tinggi elevator	: 5,3530 m
Pusat elevator	: 7,6200 m
Ukuran <i>feed</i> maks.	: $\frac{3}{4}$ in = 0,0191 m
<i>Bucket speed</i>	: 0,1624 m/s
Putaran <i>head shaft</i>	: 6 rpm
Lebar <i>belt</i>	: 0,1778 m
Hp pada <i>head</i>	: 1,6 Hp
Hp tambahan per ft	: 0,0200 Hp
Power	: 3 Hp
Jumlah	: 1 buah

5.23. *Bucket elevator-02*

Fungsi	: Memindahkan bahan dari silo-02 ke hopper-02
Type	: <i>Continuous Discharge Bucket Elevator</i>
Dasar pemilihan	: Untuk memindahkan bahan dengan ketinggian tertentu
Kapasitas maks.	: 14.000 kg/jam
Ukuran	: 6 in x 4 in x $4\frac{1}{4}$ in = (0,1524 x 0,1016 x 0,1080) m
<i>Bucket spacing</i>	: 0,3048 m
Tinggi elevator	: 5,5735 m
Ukuran <i>feed</i> maks.	: $\frac{3}{4}$ in = 0,0191 m
<i>Bucket speed</i>	: 0,1415m/s
Putaran <i>head shaft</i>	: 5 rpm
Lebar <i>belt</i>	: 0,1778 m
Pusat elevator	: 7,6200 m
Hp pada <i>head</i>	: 1,6 Hp
Hp tambahan per ft	: 0,0200 Hp
Power	: 3 Hp
Jumlah	: 1 buah


 5.24. *Bucket elevator-03*

Fungsi	: Memindahkan bahan dari <i>cooling conveyor-01</i> ke <i>ball mill-01</i>
Tipe	: <i>Continuous Discharge Bucket Elevator</i>
Dasar pemilihan	: Untuk memindahkan bahan dengan ketinggian tertentu
Kapasitas maks.	: 14.000 kg/jam
Ukuran	: 6 in x 4 in x $4\frac{1}{4}$ in = 0,1524 m x 0,1016 m x 0,1080 m
<i>Bucket spacing</i>	: 0,3048 m
Tinggi elevator	: 2,5240 m
Pusat elevator	: 7,6200 m
Ukuran <i>feed</i> maks.	: $\frac{3}{4}$ in = 0,0191 m
<i>Bucket speed</i>	: 0,1715 m/s
Putaran <i>head shaft</i>	: 6 rpm
Lebar <i>belt</i>	: 0,1778 m
Hp pada <i>head</i>	: 1,6 Hp
Hp tambahan per ft	: 0,0200 Hp
Power	: 3 Hp
Jumlah	: 1 buah

 5.25. *Bucket elevator-04*

Fungsi	: Memindahkan bahan dari <i>belt conveyor-02</i> ke <i>Silo-03</i>
Type	: <i>Continuous Discharge Bucket Elevator</i>
Dasar pemilihan	: Untuk memindahkan bahan dengan ketinggian tertentu
Kapasitas maks.	: 14.000 kg/jam
Ukuran	: 6 in x 4 in x $4\frac{1}{4}$ in = (0,1524 x 0,1016 x 0,1080) m
<i>Bucket spacing</i>	: 0,3048 m



Tinggi elevator	: 5,7679 m
Ukuran <i>feed</i> maks.	: $\frac{3}{4}$ in = 0,0191 m
<i>Bucket speed</i>	: 0,1715 m/s
Putaran <i>head shaft</i>	: 5 rpm
Lebar <i>belt</i>	: 0,1778 m
Pusat elevator	: 7,6200 m
Hp pada <i>head</i>	: 1,6 Hp
Hp tambahan per ft	: 0,0200 Hp
Power	: 3 Hp
Jumlah	: 1 buah

5.26. *Bucket elevator-05*

Fungsi	: Memindahkan bahan dari <i>cooling conveyor-02</i> ke <i>Ball mill-02</i>
Tipe	: <i>Continuous Discharge Bucket Elevator</i>
Dasar pemilihan	: Untuk memindahkan bahan dengan ketinggian tertentu
Kapasitas maks.	: 14.000 kg/jam
Ukuran	: 6 in x 4 in x $4\frac{1}{4}$ in = (0,1524 x 0,1016 x 0,1080) m
<i>Bucket spacing</i>	: 0,3048 m
Tinggi elevator	: 2,5240 m
Ukuran <i>feed</i> maks.	: $\frac{3}{4}$ in = 0,0191 m
<i>Bucket speed</i>	: 0,1289 m/s
Putaran <i>head shaft</i>	: 5 rpm
Lebar <i>belt</i>	: 0,1778 m
Pusat elevator	: 7,6200 m
Hp pada <i>head</i>	: 1,6 Hp
Hp tambahan per ft	: 0,0200 Hp
Power	: 3 Hp
Jumlah	: 1 buah

5.27. *Bucket elevator-06*

Fungsi	: Memindahkan bahan dari <i>belt conveyor-04</i> ke silo-04
Type	: <i>Continuous Discharge Bucket Elevator</i>
Dasar pemilihan	: Untuk memindahkan bahan dengan ketinggian tertentu
Kapasitas maks.	: 14.000 kg/jam
Ukuran	: 6 in x 4 in x $4\frac{1}{4}$ in = (0,1524 x 0,1016 x 0,1080) m
<i>Bucket spacing</i>	: 0,3048 m
Tinggi elevator	: 5,5103 m
Ukuran <i>feed</i> maks.	: $\frac{3}{4}$ in = 0,0191 m
<i>Bucket speed</i>	: 0,1289 m/s
Putaran <i>head shaft</i>	: 5 rpm
Lebar <i>belt</i>	: 0,1778 m
Pusat elevator	: 7,6200 m
Hp pada head	: 1,6 Hp
Hp tambahan per ft	: 0,0200 Hp
Power	: 3 Hp
Jumlah	: 1 buah

5.28. *Hopper-1*

Kode	: H-1
Fungsi	: Menampung sementara amonium sulfat sebelum masuk ke <i>mixer-1</i>
Bahan	: <i>Stainless steel (SA-167) type 304</i>
Jumlah	: 1 unit
Bentuk	: Kerucut
Volume <i>hopper</i>	: 1,4831 m ³
Diameter	: 0,9445 m
Tinggi silinder	: 1,8891 m



Tinggi kerucut	: 4,1070 m
Diameter lubang	: 0,6161 m
Tebal dinding	: $\frac{3}{16} \text{ in} = 0,0048 \text{ m}$

5.29. Hopper-2

Kode	: H-2
Fungsi	: Menampung sementara natrium klorida sebelum masuk ke <i>mixer-2</i>
Jumlah	: 1 unit
Bentuk	: Kerucut
Bahan	: <i>Stainless steel (SA-167) type 304</i>
Volume <i>hopper</i>	: 1,2904 m ³
Diameter	: 0,9017 m
Tinggi silinder	: 1,8034 m
Tinggi kerucut	: 4,1070 m
Diameter lubang	: 0,6161 m
Tebal dinding	: $\frac{3}{16} \text{ in} = 0,0048 \text{ m}$

5.30. Belt Conveyor-1

Kode	: BC-1
Fungsi	: Mengangkut natrium sulfat dari <i>rotary vacuum filter</i> ke <i>rotary dryer-01</i>
Jenis	: <i>Horizontal belt conveyor</i>
Bahan konstruksi	: Karet
Kapasitas maks.	: 32.000 kg/jam
Lebar <i>belt</i>	: 0,3556 m
Luas area	: 0,0102 m ²
Kecepatan <i>belt</i> normal	: 1,0160 m/s
Kecepatan <i>belt</i> maks	: 1,5240 m/s
<i>Belt plies</i> maks	: 5
<i>Belt plies</i> min	: 3



Kecepatan <i>belt</i>	: 0,5080 m/s
Panjang <i>belt</i>	: 5 m
Power motor	: 1 Hp

5.31. *Belt Conveyor-2*

Kode	: BC-02
Fungsi	: Mengangkut Natrium Sulfat dari <i>Screen-01</i> ke <i>Bucket Elevator-04</i>
Jenis	: <i>Horizontal belt conveyor</i>
Bahan konstruksi	: Karet
Kapasitas maks.	: 32.000 kg/jam
Lebar <i>belt</i>	: 0,3556 m
Luas area	: 0,0102 m ²
Kecepatan <i>belt</i> normal:	0,0160 m/s
Kecepatan <i>belt</i> maks	: 1,5240 m/s
<i>Belt plies</i> maks	: 5
<i>Belt plies</i> min	: 3
Kecepatan <i>belt</i>	: 0,5080 m/s
Panjang <i>belt</i>	: 5 m
Power motor	: 1 Hp

5.32. *Belt Conveyor-03*

Kode	: BC-03
Fungsi	: Mengangkut Amonium klorida dari <i>Centrifuge</i> ke <i>Rotary Dryer-02</i>
Jenis	: <i>Horizontal belt conveyor</i>
Bahan konstruksi	: Karet
Kapasitas maks.	: 32.000 kg/jam
Lebar <i>belt</i>	: 0,3556 m
Luas area	: 0,0102 m ²



Kecepatan *belt* normal: 1,0160 m/s

Kecepatan *belt* maks : 1,5240 m/s

Belt plies maks : 5

Belt plies min : 3

Kecepatan *belt* : 0,5080 m/s

Panjang *belt* : 5 m

Power motor : 1 Hp

5.33. *Belt Conveyor-04*

Kode : BC-04

Fungsi : Mengangkut amonium klorida dari *screen-02* ke
Bucket Elevator-06

Jenis : *Horizontal belt conveyor*

Bahan konstruksi : Karet

Kapasitas maks. : 32.000 kg/jam

Lebar *belt* : 0,3556 m

Luas area : 0,0102 m²

Kecepatan *belt* normal: 0,0160 m/s

Kecepatan *belt* maks : 1,5240 m/s

Belt plies maks : 5,0000

Belt plies min : 3,0000

Kecepatan *belt* : 0,5080 m/s

Panjang *belt* : 5 m

Power motor : 1 Hp

5.34. *Screw Conveyor-1*

Kode : SC-01

Fungsi : Memindahkan bahan dari Reaktor ke *Rotary*
Vacuum Filter

Type : *Plain spouts or chutes*

Kapasitas : 13,4110 m³/jam



Panjang	: 5 m
Diameter	: 0,2540 m
Kecepatan putaran	: 13 rpm
Power	: 1 Hp
Jumlah	: 1 buah

5.35. *Screw Conveyor-2*

Kode	: SC-02
Fungsi	: Memindahkan bahan dari kristaliser ke sentrifuge
Type	: <i>Plain spouts or chutes</i>
Kapasitas	: 6,0097 m ³ /jam
Panjang	: 5 m
Diameter	: 0,2540 m
Kecepatan putaran	: 13 rpm
Power	: 2 Hp
Jumlah	: 1

5.36. Pompa-01

Kode	: P-01
Fungsi	: Memompa larutan jenuh amonium sulfat dari <i>mixer-01</i> ke reaktor
Jenis	: <i>Centrifugal single stage</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainlees steel (SA-167) type 304</i>
Total head	: 2,4998 m
BHP actual	: 0,2559 Hp
Kapasitas pompa	: 20,8483 gpm
<i>Specific speed</i>	: 3.297,4658 rpm
Power motor	: 1/2 Hp
Jumlah	: 1

5.37. Pompa-02

Kode	: P-02
------	--------



Fungsi	: memompa larutan jenuh natrium klorida dari <i>mixer-02</i> ke reaktor
Jenis	: <i>Centrifugal single stage</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainlees steel (SA-167) type 304</i>
Total head	: 2,5019 m
BHP actual	: 0,3991 Hp
Kapasitas pompa	: 31,3979 gpm
<i>Specific speed</i>	: 4.044,1267 rpm
Power motor	: 1/2 Hp
Jumlah	: 1

5.38. Pompa-03

Kode	: P-03
Fungsi	: memompa larutan filtat dari rotary vacuum filter ke evaporator 1
Jenis	: <i>Centrifugal single stage</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainlees steel (SA-167) type 304</i>
Total head	: 8,6079 m
BHP actual	: 2,2690 Hp
Kapasitas pompa	: 64,4186 gpm
<i>Specific speed</i>	: 2.293,0458 rpm
Power motor	: 3 Hp
Jumlah	: 1

5.39. Pompa-04

Kode	: P-04
Fungsi	: Memompa larutan jenuh dari evaporator 1 ke kristalizer
Jenis	: <i>Centrifugal single stage</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainlees steel (SA-167) type 304</i>
Total head	: 0,4468 m



BHP <i>actual</i>	: 0,0976 Hp
Kapasitas pompa	: 40,1625 gpm
<i>Specific speed</i>	: 16.649,3386 rpm
Power motor	: 1/2 Hp
Jumlah	: 1

5.40. Pompa-05

Kode	: P-05
Fungsi	: Memompa filtrat dari <i>sentrifuge</i> menuju ke Evaporator-02
Jenis	: <i>Centrifugal single stage</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainlees steel (SA-213) type 304</i>
Total <i>head</i>	: 3,0151 m
BHP <i>actual</i>	: 0,5366 Hp
Kapasitas pompa	: 35,9880 gpm
<i>Specific speed</i>	: 3.764,2955 rpm
Power motor	: 3/4 Hp
Jumlah	: 1

5.41. Pompa-06

Kode	: P-06
Fungsi	: Memompa larutan jenuh dari evaporator 2 ke reaktor
Jenis	: <i>Centrifugal single stage</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainlees steel (SA-213) type 304</i>
Total <i>head</i>	: 1,2941 m
BHP <i>actual</i>	: 0,1265 Hp
Kapasitas pompa	: 24,6310 gpm
<i>Specific speed</i>	: 5.872,7693 rpm
Power motor	: 1/2 Hp
Jumlah	: 1



5.42. Heater

Fungsi	: Memanaskan udara dari 30°C menjadi 120°C
Tipe	: 1 – 2 <i>Shell and Tube Heat Exchanger (Fixed Tube)</i>
<i>Tube</i>	:
OD	: $\frac{3}{4}$ in = 0,0191 m ; 16 BWG
Panjang	: 4,8768 m
<i>Pitch</i>	: 1 in <i>square</i>
Jumlah <i>Tube</i> , Nt	: 394 buah
<i>Passes</i>	: 2
<i>Shell</i>	
ID	: 0,6350 m
<i>Passes</i>	: 1
HE Area , A	: 272,5317 m ²
Jumlah <i>exchanger</i>	: 1

5.42. Blower

Fungsi	: Memindahkan udara dari udara bebas ke <i>rotary dryer</i>
Type	: <i>Centrifugal Blower</i>
Bahan	: <i>Commercial Steel</i>
Rate volumetrik	: 9.661,8155 m ³ /jam
Effisiensi motor	: 80%
Power	: 111 hp
Jumlah	: 1 buah

5.43. Cooler

Kode	: C-01
Fungsi	: Mendinginkan umpan cair dari reaktor ke <i>rotary vacuum filter</i>
Jenis	: <i>Heat exchanger tipe shell and tube</i>
Letak	: Setelah reaktor



Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel (SA-157) type 304</i>
Beban pendingin	: 1.661.458,6001 kJ/jam
<i>Tube side</i>	
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Jumlah	: 277
Out diameter	: 0,75 in
<i>Shell side</i>	
Suhu	: 45°C
Tekanan	: 1 atm
Inside diameter	: 21,25 in

5.44. *Condenser-01*

Fungsi	: Mengembunkan uap air dari evaporator
Tipe	: <i>Counter current condenser</i>
Kapasitas	: 6.272,9584 kg/jam
Laju pendingin	: 11.026,4995 gpm
Tinggi barometrik	: 10,3360 m

BAB VI

UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS)

6.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas)

Unit pendukung proses merupakan bagian yang paling penting sebagai penunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses yang ada dalam pabrik amonium klorida ini antara lain :

1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Untuk keperluan domestik, air proses, air konsumsi, air sanitasi, air umpan boiler dan air pendingin memerlukan unit ini sebagai penyedia air.

2. Unit Pengadaan *Steam*

Unit ini bertugas menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas pada *mixer*, *reaktor*, *evaporator*, dan *heat exchanger*.

3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, maupun untuk penerangan. Listrik disuplai dari PLN dan dari generator sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

4. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Berfungsi untuk menyediakan bahan bakar untuk boiler dan generator.

5. Unit Pengolahan Limbah

6. Unit Laboratorium

Unit ini bertugas untuk memperoleh data-data yang diperlukan untuk evaluasi unit-unit yang ada dan untuk pengendalian mutu.

7. Unit Pengadaan Udara Tekan

Unit ini bertugas menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumen *pneumatic*, penyedia udara tekan di bengkel, dan untuk kebutuhan lainnya.

6.1.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air dalam menjalankan proses. Dalam memenuhi kebutuhan

air industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air.

Dalam perancangan pabrik ini, sumber air yang digunakan adalah berasal dari sungai Bengawan Solo. Pertimbangan menggunakan air sungai Bengawan Solo sebagai sumber air adalah pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah, dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit serta biaya pengolahan yang lebih besar. Selain itu, air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi sehingga kekurangan air dapat dihindari.

Air yang digunakan dalam unit utilitas harus memenuhi syarat air proses industri kimia. Air yang dibutuhkan dalam lingkungan pabrik adalah untuk :

a. Air proses

Air proses ini digunakan sebagai pelarut pada *mixer*, sebagai air pencuci pada *rotary vacuum filter* dan *centrifuge*. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam air proses adalah :

1. Kesadahan (*hardness*) yang dapat menimbulkan kerak.
2. Besi yang dapat menyebabkan korosi.
3. Minyak yang menyebabkan terbentuknya lapisan film mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

Air yang akan digunakan untuk air proses harus dihilangkan mineral-mineral yang terkandung didalam air tersebut, seperti : Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , dan lain-lain dengan menggunakan resin didalam unit *demineralizer*.

**Tabel 6.1. Kebutuhan air proses**

No	Penggunaan	Kebutuhan (Kg/Jam)
1	<i>Mixer-01</i>	1.904,0017
2	<i>Mixer-02</i>	4.331,5446
3	<i>Rotary Vacuum Filter</i>	104,6832
4	<i>Centrifuge</i>	79,6121
	<i>Over design</i>	10%
Total		7.061,8258

b. Air Pendingin

Pada umumnya, ada beberapa faktor yang menyebabkan air digunakan sebagai media pendingin, yaitu:

1. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah yang besar dengan biaya yang murah.
2. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya
3. Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi dan tidak terdekomposisi.

Tabel 6.2. Kebutuhan air pendingin

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg)
1	<i>Cooler</i>	26,505,0959
2	<i>Cooling Conveyor-01</i>	2.322,0726
3	<i>Condenser</i>	11.318,8708
4	<i>Kristaliser</i>	16.770,3833
5	<i>Cooling Conveyor-02</i>	2.333,7209
	<i>Over design</i>	10%
Total		65.175,1577

Densitas air pada suhu 30°C = 994,3965 kg/m³ (Geankoplis, 2003)

Kebutuhan air ini dibutuhkan pada suhu masuk unit proses 30°C dan keluar unit proses pada suhu 45°C.

c. Air sanitasi

Air yang akan digunakan harus memenuhi syarat-syarat kesehatan. Dapat dilakukan dengan menambahkan kaporit untuk menghilangkan bibit penyakit dan mengurangi kekeruhan.

Syarat fisik:

- Suhu di bawah suhu udara luar.
- Warna jernih
- Tidak mempunyai rasa.
- Tidak berbau.

Syarat kimia:

- Tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik.
- Tidak beracun.

Syarat bakteriologis:

- Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen.

Tabel 6.3. Kebutuhan air sanitasi

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Karyawan	550
2	Laboratorium, poliklinik, dan bengkel	100
3	Pemadam kebakaran	400
4	Kantin dan mushola	100
5	Pembersihan, pemeliharaan, dan taman	150
Total		1.300

d. Air Umpan Boiler

Sumber air yang digunakan untuk kebutuhan umpan boiler berasal dari sungai. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut:

1. Kandungan yang dapat menyebabkan korosi

Disebabkan karena air mengandung larutan asam dan gas-gas terlarut.

2. Kandungan yang dapat menyebabkan kerak

Disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.

3. Kandungan yang dapat menyebabkan pembusaan (*foaming*)

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler dan alat penukar panas karena adanya zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.

Tabel 6.4. Kebutuhan air untuk *steam*

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg)
1	<i>Mixer-01</i>	221,0399
2	<i>Mixer-02</i>	585,8457
3	Reaktor	107,3276
4	<i>Evaporator-01</i>	456,3359
5	<i>Evaporator-02</i>	522,8910
6	<i>Heat Exchanger-01</i>	681,3497
	<i>Over design</i>	10%
	Total	2.832,2688

Tabel 6.5. Kebutuhan air *make up*

No	Komponen	Kebutuhan (kg/jam)
1	Air sanitasi	1.300,0000
2	Air proses	7.061,8258
3	<i>Make up</i> air pendingin	6.517,5158
4	<i>Make up</i> air umpan boiler	283,2269
	Total	15.162,5685

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut:

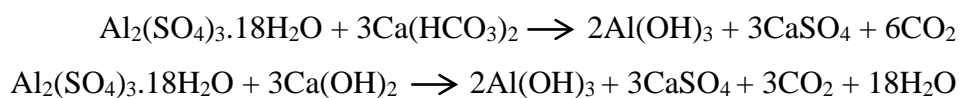
1. Penyaringan Awal / *Screen* (S)

Penyaringan air dari air sungai ada 3 tahap penyaringan, yaitu :

- a. *Coarse bar screen* (saringan kasar), berfungsi menahan kotoran yang berukuran besar seperti ranting dan sebagainya.
- b. *Rake screen*, kotoran yang lolos dari bar screen akan menempel dibawah *rake screen*. Kemudian kotoran yang tersaring dibersihkan atau dibawa ke atas dengan penggaruk yang digerakkan dengan sistem hidrolis.
- c. *Rotary screen*, berfungsi membersihkan kotoran yang sangat kecil. Untuk membersihkan kotoran yang menempel pada saringan dilakukan penyemprotan dengan *sea water* menggunakan *spray nozzle*, kemudian dialirkan ke bak penggumpal.

2. Bak penggumpal (BU-01)

Bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya koagulan yang biasa digunakan adalah tawas atau alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$). Adapun reaksi yang terjadi dalam bak penggumpal adalah :



Selain ditambahkan tawas, dalam bak penggumpal juga ditambahkan kapur yang berfungsi untuk mengendapkan dan menaikkan pH air menjadi standar.

3. *Clarifier* (CL) / Bak sedimentasi

Air setelah melewati bak penggumpal air dialirkan ke *clarifier* untuk memisahkan/mengendapkan gumpalan-gumpalan dari bak penggumpal. Air keluar *clarifier* dari bagian pinggir secara *overflow*

sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blow down* secara berkala.

4. Bak Penyaring (saringan pasir) / *sand filter* (BU-02)

Air setelah keluar dari *clarifier* dialirkan ke bak saringan pasir, dengan tujuan untuk menyaring partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat dalam air dan belum terendapkan. Dengan menggunakan *sand filter* yang terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

5. Bak Penampung Sementara (BU-03)

Air setelah keluar dari bak penyaring dialirkan ke tangki penampung yang siap distibusikan sebagai air sanitasi, air pendingin dan sebagai air proses.

6. Tangki Air Bersih (TU-01)

Tangki air bersih berfungsi untuk menampung air bersih yang telah diproses. Dimana air bersih ini digunakan untuk keperluan air minum dan perkantoran.

Dalam tangki ini ditambahkan kaporit yang berfungsi sebagai penjernih karena harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya.

6.1.2. Unit Pengadaan *Steam*

Steam yang diproduksi pada pabrik amonium klorida ini digunakan sebagai media pemanas *evaporator*, *mixer*, *reaktor*, dan *heat exchanger*. Untuk menghasilkan uap air yang digunakan dalam proses, alat yang digunakan adalah *boiler* atau ketel uap. Dalam hal ini yang digunakan adalah boiler pipa api (*fire tube boiler*), karena memiliki kelebihan sebagai berikut :

- Air umpan tidak perlu terlalu bersih karena berada di luar pipa.
- Tidak memerlukan *plate* tebal untuk *shell*, sehingga harganya lebih murah.
- Tidak memerlukan tembok atau batu tahan api.

- Pemasangannya murah.

Untuk memenuhi kebutuhan *steam* digunakan 1 buah *boiler*. *Steam* yang dihasilkan di *boiler* ini mempunyai suhu 150°C. Jumlah *steam* yang dibutuhkan sebesar 2.832,2688 kg/jam.

Tahapan pengolahan air untuk umpan *boiler* antara lain:

1. Unit Demineralisasi Air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung didalam air, seperti : Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{4-} , Cl^- , dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan digunakan untuk keperluan air proses dan sebagian diproses lebih lanjut menjadi air umpan *boiler* (*boiler Feed Water*).

Demineralisasi berfungsi mengambil semua ion yang terkandung di dalam air. Air yang telah mengalami proses ini disebut air demin (*Deionized Water*).

Sistem *demineralisasi* disiapkan untuk mengolah air filter dengan penukar ion (*Ion Exchanger*) untuk menghilangkan padatan yang terlarut dalam air dan menghasilkan air demin sebagai air umpan boiler untuk membangkitkan *steam*.

Unit penyediaan air bebas mineral terdiri dari penukar kation (*Cation Exchanger*) dan penukar anion (*Anion Exchanger*). Penukar kation-anion berisi campuran resin kation dan anion untuk pengolahan akhir air. Semua penukar ion dioperasikan dengan aliran air yang kontinyu. Resin yang diisikan ke penukar ion diregenerasi bila kemampuannya menukar ion telah habis. Bahan kimia yang dipakai untuk regenerasi dari penukar ion dan netralisasi air bekas regenerasi adalah NaCl dan NaOH.

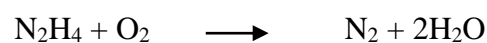
Demineralisasi air diperlukan karena air umpan boiler harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- Jika *steam* digunakan sebagai pemanas diharapkan tidak menimbulkan kerak pada kondisi *steam* yang dikehendaki maupun pada tube *heat exchanger*, karena hal tersebut dapat mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan dapat mengakibatkan tidak dapat beroperasi sama sekali.
- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O₂ dan CO₂.

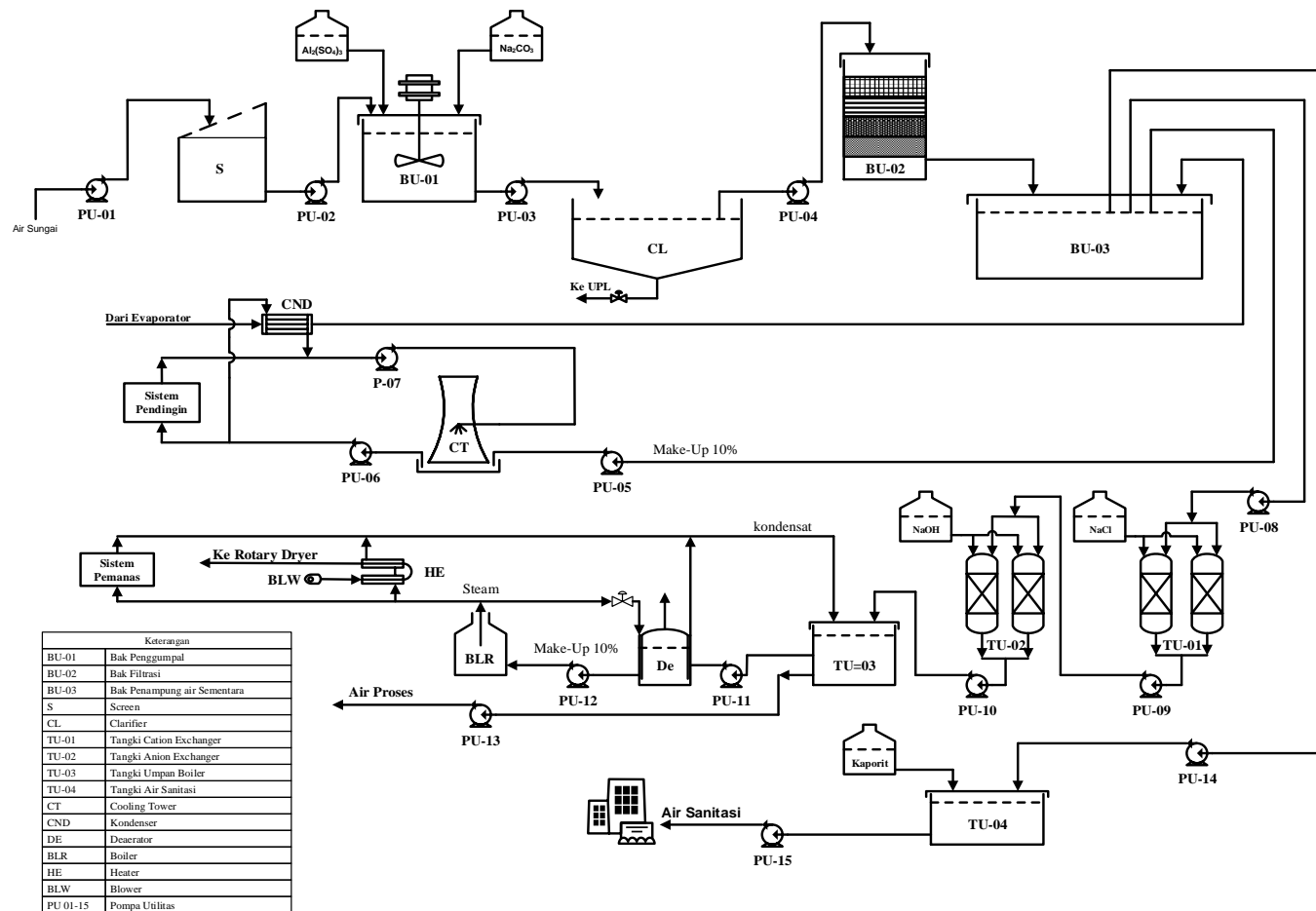
Air diumpankan ke *kation exchanger* untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, dan Al³⁺. Air yang keluar dari *kation exchanger* diumpankan ke *anion axchanger* untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Kemungkinan jenis anion yang ditemui adalah HCO³⁻, CO₃²⁻, Cl⁻, NO⁻, dan SiO₃²⁻.air yang keluar selanjutnya dikirim ke *unit demineralized water storage* sebagai penyimpanan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai BFW.

2. Unit Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Air yang mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama oksigen. Gas tersebut dapat menyebabkan korosi, sehingga gas tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu dalam suatu *deaerator*. Pada *deaerator* diinjeksikan *steam* yang berfungsi untuk mengikat O₂ yang terkandung dalam air tidak sepenuhnya dapat menghilangkan kandungan O₂, sehingga perlu ditambahkan Hidrazin. Hidrazin berfungsi mengikat sisa O₂ berdasarkan reaksi berikut :



Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama gas-gas lain dihilang melalui stripping dengan uap bertekanan rendah.



Gambar 6.1. Diagram alir pengolahan air dan utilitas



Spesifikasi alat utilitas

1) Saringan/Screen

- a) Kode : S
- b) Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran kecil maupun besar.
- c) Lebar : 2,4384 m
- d) Panjang : 3,0480 m
- e) Diameter : 0,01 m

2) Bak Penggumpal

- a) Kode : BU-01
- b) Fungsi : Menyaring dan menggumpalkan kotoran yang terikut
- c) Bahan : Beton
- d) Jenis : Silinder horisontal
- e) Volume : 131,4606 m³
- f) Diameter : 5,5120 m
- g) Tinggi : 5,5120 m

3) Clarifier

- a) Kode : CL-01
- b) Fungsi : Mengendapkan partikel-partikel halus yang ada dalam air.
- c) Bahan : Beton
- d) Jenis : Silinder terpancung
- e) Volume : 131,4606 m³
- f) Tinggi : 3,0480 m
- g) Diameter atas : 8,3256 m
- h) Diameter bawah : 5,0786 m

4) Bak Penyaring / Sand Filter

- a) Kode : BU-02
- b) Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang belum



terendapkan di *Clarifier*.

- c) Bahan : Beton
- d) Jenis : *Graving Sand Filter*
- e) Volume : 89,4290 m³
- f) Diameter : 4,8254 m
- g) Tinggi : 9,6507 m

5) Bak Penampung Sementara

- a) Kode : BU-03
- b) Fungsi : Menampung air yang berasal dari bak penyaringan.
- c) Bahan : Beton
- d) Jenis : *Silinder vertikal*
- e) Volume : 98,3719 m³
- f) Tinggi : 5,0042 m
- g) Diameter : 5,0042 m

6) Tangki Air Sanitasi

- a) Kode : TU-01
- b) Fungsi : Menampung air bersih untuk kebutuhan sehari-hari.
- c) Jenis : *Silinder vertikal*
- d) Volume : 256,1877 m³
- e) Tinggi : 10,9291m
- f) Diameter : 5,4645 m

7) *Kation Exchanger*

- a) Kode : TU-02
- a) Fungsi : Menurunkan kesadahan air umpan boiler
- b) Jenis : *Down flow cation exchanger*
- c) Resin : *Natural greensand zeolit*
- d) Kapasitas : 11,8849 m³/jam
- e) Diameter : 1,4368 m
- f) Tinggi : 1,5245 m

8) *Anion Exchanger*

- a) Kode : TU-03
- b) Fungsi : Menghilangkan anion dari air keluaran *kation exchanger*
- c) Jenis : *Down flow anion exchanger*
- d) Resin : *Synthetic resin anion exchanger*
- e) Kapasitas : 11,8849 m³/jam
- f) Diameter : 1,1130 m
- g) Tinggi : 1,2204 m

9) *Deaerator*

- a) Kode : De
- b) Fungsi : Menghilangkan kandungan gas dalam air terutama O₂, CO₂, NH₃, dan H₂S
- c) Jenis : Silinder tegak dengan bahan isian
- d) Kapasitas : 3,1008 m³/jam
- e) Diameter : 0,4700 m
- f) Tinggi : 1,4850 m

10) *Boiler Feed Water*

- a) Kode : TU-04
- b) Fungsi : Menampung sementara air *make up boiler*
- c) Jenis : Tangki silinder tegak
- d) Volume : 89,1366 m³
- e) Diameter : 4,2302 m
- f) Tinggi : 6,3454 m

11) *Boiler*

- a) Kode : BL
- b) Fungsi : Membuat *steam* jenuh pada suhu 150 °C
- c) Jenis : *Fire tube boiler*
- d) Kapasitas : 3.115,4957 kg/jam

12) Cooling Tower

- a) Kode : CT
- b) Fungsi : Tempat mendinginkan air pendingin dan yang akan disirkulasikan kembali.
- c) Jenis : *Cooling tower type crossflow*
- d) Suhu Masuk : 45°C
- e) Suhu Keluar : 30°C
- f) Kecepatan : 260,0405 gpm
- g) Jumlah : 1 buah

13) Pompa utilitas

13.1 Pompa Utilitas 1

- a) Kode : PU-01
- b) Fungsi : Mengalirkan air sungai menuju bak *sreening*
- c) Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 160,9721 m³/jam
- g) Power : 7,5 Hp

13.2 Pompa Utilitas 2

- a) Kode : PU-02
- b) Fungsi : Mengalirkan air sungai dari bak screening ke bak penggumpal
- c) Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 160,9721 m³/jam
- g) Power : 7,5 Hp

13.3 Pompa Utilitas 3

- a) Kode : PU-03
- b) Fungsi : Mengalirkan air sungai dari bak penggumpal ke clarifier
- c) Bahan : *Carbon Steel* (SA 283 C)
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 160,9721 m³/jam
- g) Power : 5 Hp

13.4 Pompa Utilitas 4

- a) Kode : PU-04
- b) Fungsi : Mengalirkan air sungai dari clarifier ke bak filtrasi
- c) Bahan : *Carbon Steel* (SA 283 C)
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 128,7777 m³/jam
- g) Power : 20 Hp

13.5 Pompa Utilitas 5

- a) Kode : PU-05
- b) Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung sementara ke cooling tower
- c) Bahan : *Carbon Steel* (SA 283 C)
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 9,1741 m³/jam
- g) Power : 0,5 Hp

13.6 Pompa Utilitas 6

- a) Kode : PU-06
- b) Fungsi : Mengalirkan air dari cooling tower ke system pendingin
- c) Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 91,7410 m³/jam
- g) Power : 3 Hp

13.7 Pompa Utilitas 7

- a) Kode : PU-07
- b) Fungsi : Mengalirkan air dari system pendinginan ke cooling tower
- c) Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 82,5669 m³/jam
- g) Power : 3 Hp

13.8 Pompa Utilitas 8

- a) Kode : PU-08
- b) Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung sementara ke tangki cation exchanger
- c) Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 14,3257 m³/jam
- g) Power : 0,5 Hp



13.9 Pompa Utilitas 9

- a) Kode : PU-09
- b) Fungsi : Mengalirkan air dari *cation exchanger* ke *anoin exchanger*
- c) Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 14,3257 m³/jam
- g) Power : 0,5 Hp

13.10 Pompa Utilitas 10

- a) Kode : PU-10
- b) Fungsi : Mengalirkan air dari *anion exchanger* ke Tangki umpan boiler
- c) Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 14,3257 m³/jam
- g) Power : 0,75 Hp

13.11 Pompa Utilitas 11

- a) Kode : PU-11
- b) Fungsi : Mengalirkan air dari tangki umpan boiler ke *deaerator*
- c) Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 4,4651 m³/jam
- g) Power : 0,5 Hp

13.12 Pompa Utilitas 12

- a) Kode : PU-12
- b) Fungsi : Mengalirkan air dari *deaerator* ke *boiler*
- c) Bahan : *Carbon Steel* (SA 283 C)
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 4,3854 m³/jam
- g) Power : 0,5 Hp

13.13 Pompa Utilitas 13

- a) Kode : PU-10
- b) Fungsi : Mengalirkan air dari tangki umpan ke boiler ke alat sebagai air proses
- c) Bahan : *Carbon Steel* (SA 283 C)
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 9,9403 m³/jam
- g) Power : 0,5 Hp

13.14 Pompa Utilitas 14

- a) Kode : PU-14
- b) Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung sementara ke tangki air sanitasi
- c) Bahan : *Carbon Steel* (SA 283 C)
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 1,8299 m³/jam
- g) Power : 0,5 Hp



13.15 Pompa Utilitas 15

- a) Kode : PU-15
- b) Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air bersih ke perkantoran dan perumahan
- c) Bahan : *Carbon Steel* (SA 283 C)
- d) Jenis : *Centrifugal pump*
- e) Jumlah : 1 buah
- f) Kapasitas : 1,8299 m³/jam
- g) Power : 0,5 Hp

6.1.3. Unit Pengadaan Listrik

Unit pengadaan listrik bertugas untuk menyediakan listrik guna memenuhi kebutuhan pabrik dan kantor. Kebutuhan listrik di pabrik amonium klorida ini dipenuhi dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan 1 generator pabrik. Dalam hal ini, karena pabrik dijalankan secara kontinyu, maka untuk menghindari gangguan-gangguan yang mungkin terjadi digunakan *generator set* sebagai cadangan. PLN menyuplai 323 KW yang digunakan untuk penerangan pada pabrik. 1 generator digunakan untuk menyuplai pemenuhan listrik proses dan utilitas dan digunakan untuk tenaga listrik cadangan apabila PLN mengalami gangguan.

Kebutuhan listrik di pabrik amonium klorida ini meliputi :

- 1) Listrik untuk keperluan proses dan utilitas

Besarnya listrik untuk keperluan proses dan utilitas diperkirakan sebagai berikut :

Tabel 6.6. Konsumsi listrik untuk keperluan proses

Nama dan alat proses	Power, Hp	Jumlah	Σ power, Hp
M-01	7	1	7
M-02	10	1	10
R	7	1	7
RVF	5	1	5



Nama dan alat proses	Power, Hp	Jumlah	Σ power, Hp
CRZ	5	1	5
CF	6	1	6
RD-01	8	1	8
CC-01	7	1	7
RD-02	5	1	5
CC-02	5	1	5
BM-01	44	1	44
BM-02	44	1	44
SCR-01	3	1	3
SCR-02	3	1	3
P-01	0,5	1	0,5
P-02	0,5	1	0,5
P-03	3	1	3
P-04	0,5	1	0,5
P-05	0,75	1	0,75
P-06	0,5	1	0,5
BE-01	3	1	3
BE-02	3	1	3
BE-03	3	1	3
BE-04	3	1	3
BE-05	3	1	3
BE-06	3	1	3
BC-01	1	1	1
BC-02	1	1	1
BC-03	1	1	1
BC-04	1	1	1
SC-01	2	1	2
SC-02	2	1	2
BL	111	1	111
Total			301,75

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 225,0150 kW



2) Listrik untuk utilitas

Besarnya kebutuhan listrik untuk proses (utilitas) adalah sebagai berikut :

Tabel 6.7. Konsumsi listrik untuk keperluan utilitas

Nama dan alat proses	Power, Hp	Jumlah	Σ power, Hp
P-01	7,5	1	7,5
P-02	7,5	1	7,5
P-03	5	1	5
P-04	20	1	20
P-05	0,5	1	0,5
P-06	3	1	3
P-07	3	1	3
P-08	0,5	1	0,5
P-09	0,5	1	0,5
P-10	0,75	1	0,75
P-11	0,5	1	0,5
P-12	0,5	1	0,5
P-13	0,5	1	0,5
P-14	0,5	1	0,5
P-15	0,5	1	0,5
Total			49,75

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 37,0986 kW

3) Listrik untuk penerangan dan AC

Listrik untuk AC diperkirakan sebesar 5000 W = 5 kW

Listrik untuk penerangan diperkirakan sebesar = 100 kW

4) Listrik untuk laboratorium dan bengkel

Listrik yang digunakan diperkirakan = 40 kW

5) Listrik untuk instrumentasi

Listrik yang digunakan diperkirakan sebesar = 5 kW

Jadi, jumlah kebutuhan listrik

$$= (225,0150 + 37,0986 + 5 + 100 + 40 + 5) \text{ kW}$$

$$= 412,1136 \text{ kW}$$



Emergency generator yang digunakan mempunyai efisiensi 80%, maka Input generator = 515,1419 kW
 Ditetapkan *input generator* 600 kW
 Untuk keperluan dan cadangan = $(600 - 515,1419) \text{ kW} \times 80\%$
 = 67,8865 kW

Spesifikasi Generator

- a. Tipe = AC generator
- b. Kapasitas = 600 kW
- c. Tegangan = 208 volt
- d. Efisiensi = 80 %
- e. Frekuensi = 60 Hz
- f. Bahan bakar = Solar (*fuel oil*)

6.1.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar mempunyai tugas menyediakan atau menyimpan bahan bakar yang digunakan dalam boiler dan generator. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah solar. Solar diperoleh dari Pertamina dan distributor di daerah Surabaya. Pemilihan solar sebagai bahan bakar didasarkan pada alasan :

- 1) Mudah didapat
- 2) Lebih ekonomis
- 3) Mudah dalam penyimpanan

Bahan bakar solar yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- a. Jenis bahan bakar : Solar
- b. *Heating value* : 44.891,8 Kj/kg
- c. Efisiensi bahan bakar : 80%
- d. *Specific gravity* solar : 0,81
- e. ρ solar : 873,6 kg/m³
- f. Kapasitas *input generator* : 2.047.781,57 Btu/jam
- g. Kebutuhan solar : 376,5293 L/jam

6.1.5. Unit penyediaan udara tekan

Udara tekan digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Pengolahan udara ini adalah pengolahan udara yang bebas dari air, bersifat kering, bebas minyak dan tidak mengandung partikel-partikel lainnya.

Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol *pneumatic*. Kebutuhan setiap alat kontrol *pneumatic* sekitar 25,2 L/menit (Considine, 1970). Kebutuhan udara tekan diperkirakan 50 m³/jam.

6.1.6. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dalam pabrik ini adalah limbah cair. Semua limbah cair yang berasal dari limbah domestik maupun limbah utilitas semua diolah didalam Instalasi. Pengolahan bahan buangan cair meliputi :

- 1) Air yang mengandung zat organik dan anorganik
- 2) Buangan air sanitasi
- 3) *Back wash filter*, air berminyak dari pelumas pompa
- 4) Sisa regenerasi
- 5) *Blow down cooling water*

Air buangan sanitasi dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran dikumpulkan dan diolah dalam unit *stabilisasi* dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi, dan injeksi klorin. Klorin ini berfungsi untuk disinfektan, yaitu membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi yang mengandung NaOH dinetralkan dengan penambahan H₂SO₄. Hal ini dilakukan jika pH air buangan lebih dari 7. Jika pH air buangan kurang dari 7 ditambahkan NaOH.

Air yang berminyak yang berasal dari buangan pelumas pompa diolah atau dipisahkan dari air dengan cara perbedaan berat jenisnya.

Minyak bagian atas dialirkan ke penampungan terakhir, kemudian dibuang.

Limbah yang berasal dari unit proses mengandung garam sulfat dan klorida serta HCl yang membuat suasana asam. Limbah tersebut harus melalui beberapa proses agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Proses yang dilakukan yaitu Netralisasi dan Ion Exchanger.

Netralisasi adalah penambahan Basa pada limbah yang bersifat asam. Pemilihan bahan/reagen untuk proses netralisasi banyak ditentukan oleh harga/biaya dan praktis-nya, Bahan (reagen) yang biasa digunakan tersebut adalah:

Basa :

- Caustic soda (NaOH)
- Soda Ash (Na_2CO_3) Limestone (CaCO_3)

Ion Exchanger

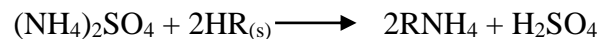
Pertukaran ion adalah sebuah proses fisika-kimia. Pada proses tersebut senyawa yang tidak larut, dalam hal ini resin, menerima ion positif atau negatif tertentu dari

larutan dan melepaskan ion lain ke dalam larutan tersebut dalam jumlah ekuivalen yang sama. Jika ion yang dipertukarkan berupa kation, maka resin tersebut dinamakan resin penukar kation, dan jika ion yang dipertukarkan berupa anion, maka resin tersebut dinamakan resin penukar anion.

Resin Penukar Kation Asam Kuat

Resin penukar kation asam kuat yang beroperasi dengan siklus H, pada proses ini, kation pada garam sulfat dan klorida diikat oleh resin penukar kation dan kemudian menghasilkan asam. Selanjutnya asam

dapat dihilangkan dengan resin penukar anion basa kuat. Regenerasi resin dapat dilakukan menggunakan asam HCl atau H₂SO₄.



Resin Penukar Anion Basa Kuat

Resin penukar kation asam kuat siklus hidrogen akan mengubah garam-garam terlarut menjadi asam dan resin penukar anion basa kuat akan menghilangkan asam-asam tersebut.



6.1.7. Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi, menjaga mutu produk, dan memperoleh data-data yang diperlukan. Data-data tersebut digunakan untuk evaluasi unit-unit yang ada, menentukan tingkat efisiensi, dan untuk pengendalian mutu. Sedangkan peran laboratorium yang lain adalah mengendalikan pencemaran lingkungan, baik limbah gas, cair maupun padat. Limbah cair berupa air limbah hasil proses.

Laboratorium kimia adalah sarana untuk mengadakan penelitian bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atau mutu produk dari perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan proses serta produk.

Tugas laboratorium antara lain :

1. Memeriksa bahan baku yang akan digunakan
2. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
3. Menganalisa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik.
4. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi.

Dalam upaya pengendalian mutu produk, adapun analisa pada proses pembuatan amonium klorida ini adalah sebagai berikut :

- Bahan baku yang berupa amonium sulfat dan natrium klorida, yang dianalisa meliputi warna, *densitas*, *viscositas*, *specific gravity*, titik didih, dan kemurnian masing-masing bahan baku.
- Produk, yang dianalisa meliputi berat jenis dan kadar pengotor.

Analisa untuk unit utilitas meliputi :

- Air proses penjernihan, yang dianalisa pH, SiO₂, Ca sebagai CaCO₃, sulfur sebagai SO₄⁻, clor sebagai Cl₂ dan zat padat terlarut.
- Air bebas mineral, analisa sama dengan penukar ion
- Air minum yang analisa pH, bau, dan kekeruhan.

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik dibagi menjadi tiga (3) bagian :

1. Laboratorium pengamatan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua aliran yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan '*certificate of quality*' untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium analitik

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku dan produk akhir.

3. Laboratorium penelitian dan pengembangan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material dalam proses dalam meningkatkan hasil akhir.

6.2. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan hal penting bagi perlindungan tenaga kerja yang berkaitan dengan alat kerja, mesin, bahan dan proses pengolahan, tempat kerja, lingkungannya serta cara pengerjaannya.

Tujuan keselamatan kerja :

1. Melindungi tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi
2. Menjamin keselamatan orang lain yang berada di lingkungan kerja
3. Memelihara sumber produksi dan dipergunakan secara aman di lingkungan kerja

Untuk pelaksanaan program keselamatan kerja, disediakan perlengkapan pakaian seragam kerja untuk tiap-tiap karyawan. Selain itu perusahaan juga menyediakan alat-alat pelindung diri yang disesuaikan dengan kondisi dan jenis pekerjaan. Peralatan *safety* (*Safety Equipment*) harus dipakai oleh setiap karyawan yang berada di *plant* atau daerah proses. Perlengkapan *safety* yang harus dipakai :

1. Sepatu *safety*
2. *Safety Goggle* (kacamata *safety*)
3. *Ear muff/Ear plug*, yaitu penutup telinga yang dipakai untuk mengurangi suara bising dari mesin
4. *Safety Helmet*, yaitu alat pelindung kepala
5. Masker, yaitu penutup hidung dan mulut untuk menyaring udara yang dihisap
6. *Breathing apparatus*, yaitu alat bantu pernafasan dimana dipakai jika udara sekeliling kotor sekali atau beracun.

Adapun tindakan pencegahan yang dilakukan oleh perusahaan antara lain:

1. Penyediaan alat pencegah kebakaran dan kebocoran.
2. Pemberian penerangan, latihan, dan pembinaan agar setiap pekerja yang ada di tempat dapat mengetahui cara melakukan pencegahan jika terjadi kecelakaan, kebakaran, peledakan, dan kebocoran pipa yang berisi zat berbahaya.
3. Pemberian penerangan mengenai pertolongan pertama pada kecelakaan.

BAB VII

ORGANISASI DAN TATA LETAK

7.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik amonium klorida yang akan didirikan direncanakan mempunyai:

Bentuk	: Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan Usaha	: Industri Amonium Klorida
Lokasi Perusahaan	: Lamongan, Jawa Timur

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut:

- 1) Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- 2) Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staffnya yang diawasi oleh dewan komisaris, sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staffnya atau karyawan perusahaan.
- 3) Efisiensi dari manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
- 4) Lapangan usaha lebih luas, PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
- 5) Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
- 6) Mudah mendapatkan kredit bank dengan jaminan perusahaan yang ada.
- 7) Mudah bergerak dipasar modal.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) yaitu perseroan terbatas didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang.

Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham. Pemiliknya adalah para pemegang saham serta yang memilih suatu direksi yang memimpin jalannya perusahaan. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi tersebut dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

7.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan kerangka dasar suatu perusahaan. Untuk mendapat sistem yang baik maka perlu diperhatikan beberapa pedoman, yang antara lain adalah perumusan tujuan perusahaan jelas, pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem lini dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada pimpinan yang terdiri dari Direktur Utama dan Direktur yang disebut Dewan Direksi. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada Rapat Anggota Tahunan.

Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini sebagai berikut:

7.2.1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk



PT (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang :

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

7.2.2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direksi
3. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

7.2.3. Direktur

1. Direktur Utama

Tugas: memimpin kegiatan perusahaan secara keseluruhan, menerapkan sistem kerja dan arah kebijaksanaan perusahaan serta bertanggung jawab penuh terhadap jalannya perusahaan.

2. Direktur Teknik dan Produksi

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

3. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas: Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, dan keselamatan kerja.



7.2.4. Staf Ahli dan Litbang

Staf ahli dan litbang terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu manajer dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf Ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahlian masing-masing. Tugas dan wewenang Staf Ahli :

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

7.2.5. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh perusahaan. Kepala bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama, kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Proses

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang proses produksi

2. Kepala Bagian Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang penyediaan utilitas.

3. Kepala Bagian Pengolahan Limbah

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang pengolahan limbah.

4. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

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

5. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan yang berhubungan dengan pengembangan perusahaan, pengawasan mutu, serta keselamatan kerja.

6. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

7. Kepala Bagian Umum

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan.

7.2.6. Karyawan

1. Karyawan Proses

Tugas : Bertanggung jawab atas kelancaran proses produksi

2. Karyawan Utilitas

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

3. Karyawan Pengolahan Limbah

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pengolahan limbah buangan pabrik

4. Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Tugas : Menyelenggarakan pemantauan hasil (mutu) dan pengolahan limbah

5. Karyawan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik

6. Karyawan Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab atas pembelian barang-barang untuk kelancaran produksi, bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

7. Karyawan Pemeliharaan dan Bengkel

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

8. Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja

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

9. Karyawan Humas dan Keamanan

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintahan, serta mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

7.3. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

7.3.1. Sistem Kepegawaian

Pada pabrik amonium klorida ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.



3. Karyawan borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja.

Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan.

7.3.2. Sistem Gaji

Sistem gaji Perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

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

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam yang telah ditetapkan. Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Perincian golongan dan gaji pegawai sebagai berikut :

Tabel 7.1 Daftar Gaji Karyawan

No	Jabatan	Klasifikasi	Jumlah	Gaji/bulan	Gaji/tahun
1	Direktur Utama	S2 – T. Kimia	1	45.000.000,00	540.000.000,00
2	Direktur Teknik dan Produksi	S2 – T. Kimia	1	35.000.000,00	420.000.000,00
3	Direktur Keuangan dan Umum	S2 – Ekonomi	1	35.000.000,00	420.000.000,00
4	Staf Ahli dan Litbang	S1 – T. Kimia	2	20.000.000,00	480.000.000,00
5	Kepala Bagian Proses	S1 – T. Kimia	1	20.000.000,00	240.000.000,00
6	Kepala Bagian Utilitas	S1 – T. Kimia	1	20.000.000,00	240.000.000,00



No	Jabatan	Klasifikasi	Jumlah	Gaji/bulan	Gaji/tahun
7	Kepala Bagian Pengolahan Limbah	S1 – T. Kimia	1	20.000.000,00	240.000.000,00
8	Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	S1 – T. Elektro	1	20.000.000,00	240.000.000,00
9	Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu	S1 – T. Kimia	1	20.000.000,00	240.000.000,00
10	Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran	S1 – Ekonomi	1	20.000.000,00	240.000.000,00
11	Kepala Bagian Umum	S1 – Ekonomi	1	20.000.000,00	240.000.000,00
12	Kepala seksi Unit Proses	S1 – T. Kimia	2	13.000.000,00	312.000.000,00
13	Kepala seksi Unit Utilitas	S1 – T. Kimia	2	13.000.000,00	312.000.000,00
14	Kepala seksi Unit Pengolahan Limbah	S1 – T. Kimia	1	13.000.000,00	156.000.000,00
15	Kepala seksi Unit Laboratorium Kimia	D3 – Analisis Kimia	1	13.000.000,00	156.000.000,00
16	Kepala seksi Unit Pemeliharaan	D3 – T. Mesin	1	13.000.000,00	156.000.000,00



No	Jabatan	Klasifikasi	Jumlah	Gaji/bulan	Gaji/tahun
17	Kepala seksi Unit Keamanan	SLTA	1	13.000.000,00	156.000.000,00
18	Kepala seksi Unit Humas	S1/D3	1	13.000.000,00	156.000.000,00
19	Kepala seksi Unit Personalia	S1/D3	1	13.000.000,00	156.000.000,00
20	Kepala seksi Unit Pemasaran	S1/D3	1	13.000.000,00	156.000.000,00
21	Kepala seksi Unit Keuangan	S1/D3	1	13.000.000,00	156.000.000,00
22	Karyawan Unit Proses	S1/D3	15	7.000.000,00	1.260.000.000,00
23	Karyawan Unit Utilitas	S1/D3	10	7.000.000,00	840.000.000,00
24	Karyawan Unit Pengolahan Limbah	S1/D3	10	7.000.000,00	840.000.000,00
25	Karyawan Unit Laboratorium dan Pengendalian Mutu	S1/D3	6	7.000.000,00	504.000.000,00
26	Karyawan Unit Pemasaran	S1/D3	5	7.000.000,00	420.000.000,00
27	Karyawan Unit Keuangan	S1/D3	3	7.000.000,00	252.000.000,00
28	Karyawan Unit Pemeliharaan dan Bengkel	S1/D3	6	7.000.000,00	504.000.000,00

No	Jabatan	Klasifikasi	Jumlah	Gaji/bulan	Gaji/tahun
29	Karyawan Unit Humas	S1/D3	2	7.000.000,00	168.000.000,00
30	Karyawan Unit Keamanan	SLTA	8	3.500.000,00	336.000.000,00
31	Dokter	S1 – Kedokteran	2	10.000.000,00	240.000.000,00
32	Perawat	S1/D3 – Perawat	3	6.500.000,00	234.000.000,00
33	Sopir	SLTA	3	5.000.000,00	180.000.000,00
34	Pesuruh	SLTA	5	3.000.000,00	180.000.000,00
35	Cleaning Service	SLTA	8	3.000.000,00	288.000.000,00
Total			110		11.658.000.000,00

7.3.3. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik amonium klorida beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan *shutdown*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam 2 golongan, yaitu :

a. Karyawan non-*shift*

Karyawan non-*shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Termasuk karyawan harian yaitu direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bawahan yang ada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 6 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

1. Hari Senin-Jum'at : Jam 07.00-15.00
2. Hari Sabtu : Jam 07.00-12.00

Jam istirahat :

1. Hari Senin-Kamis : Jam 12.00-13.00
2. Hari Jumat : Jam 11.00-13.00



b. Karyawan *Shift/Ploog*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* antara lain seksi proses, sebagian seksi laboratorium, seksi pemeliharaan, seksi utilitas dan seksi keamanan. Para karyawan *shift* akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut :

Karyawan produksi dan teknik :

1. *Shift* pagi : Jam 07.00-15.00
2. *Shift* siang : Jam 15.00-23.00
3. *Shift* malam : Jam 23.00-07.00

Karyawan Keamanan :

1. *Shift* pagi : Jam 06.00-14.00
2. *Shift* siang : Jam 14.00-22.00
3. *Shift* malam : Jam 22.00-06.00

Untuk karyawan *shift* ini akan dibagi dalam 4 regu di mana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap *shift* dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya.

Tabel 7.2 Pembagian *shift* karyawan

Regu \ Hari ke-												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	P	S	M	L	P	S	M	L	P	S	M	L
2	S	M	L	P	S	M	L	P	S	M	L	P
3	M	L	P	S	M	L	P	S	M	L	P	S
4	L	P	S	M	L	P	S	M	L	P	S	M

Keterangan :

P = *Shift* pagi

S = *Shift* siang

M = *Shift* malam

L = Libur

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

7.4. Kesejahteraan Karyawan

Untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan dan keluarganya, perusahaan memberikan fasilitas-fasilitas penunjang seperti: tunjangan, fasilitas kesehatan, transportasi, koperasi, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), cuti, dan lain-lain.

1. Tunjangan

- a. Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan
- c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2. Cuti

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
- b. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3. Pakaian kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya

4. Pengobatan

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang
- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan

7.5. Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dalam suatu perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk jadi dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian, dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.

7.5.1. Perencanaan Produksi

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

1. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

- a) Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal
- b) Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik

Ada 3 alternatif yang bisa diambil, yaitu :



- 1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi
- 2) Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya
- 3) Mencari daerah pemasaran lain

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

a. Material/bahan baku

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan

b. Manusia/tenaga kerja

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

c. Mesin/peralatan

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

7.5.2. Pengendalian Proses

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

1) Pengendalian kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor/analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

2) Pengendalian kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

3) Pengendalian waktu

Untuk mencapai tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4) Pengendalian bahan proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

7.6. Tata Letak (*Lay Out*) Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik didasarkan atas pertimbangan nilai praktis dan menguntungkan, baik ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis. Perencanaan *lay out* pabrik meliputi perencanaan area penyimpanan, area proses dan *handling area*. Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama yaitu:

- 1) Daerah administrasi atau perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol.
 - Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi
 - Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan di proses serta produk yang dijual.

- 2) Daerah proses merupakan daerah tempat-tempat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung.
- 3) Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi
- 4) Daerah utilitas merupakan daerah kegiatan penyediaan air, *steam*, udara tekan dan listrik.

Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain:

- 1) Penyediaan bahan baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan, jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri.

- 2) Pemasaran

Amonium klorida merupakan bahan yang sangat dibutuhkan oleh industri sebagai bahan baku utama, sehingga pendirian pabrik diusahakan dilakukan di kawasan industri.

- 3) Ketersediaan energi dan air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik baik untuk air proses, pendingin atau kebutuhan lainnya. Sumber air biasanya berupa sungai, laut atau danau. Energi merupakan faktor utama dalam operasional pabrik.

- 4) Ketersediaan tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi.

- 5) Kondisi geografis dan sosial

Lokasi pabrik sebaiknya terletak didaerah yang stabil dari gangguan bencana alam (banjir, gempa bumi). Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik

sehingga dipilih lokasi pabrik yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

6) Luas area yang tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia, jika harga tanah amat tinggi maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan yang lain.

7) Fasilitas dan transportasi

8) Keamanan negara

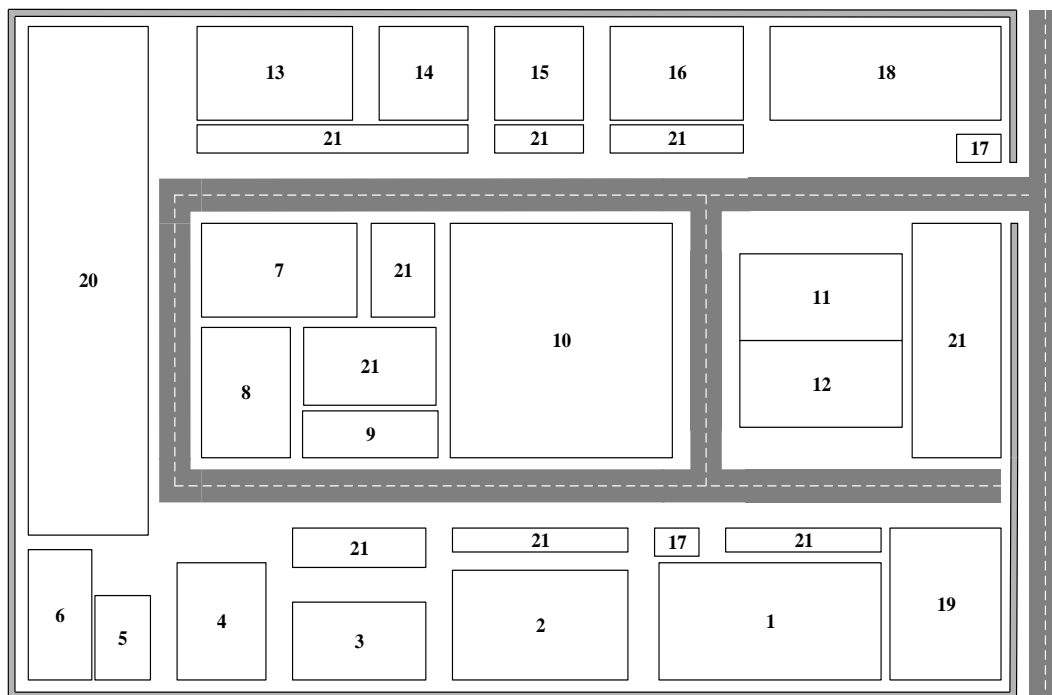
Adapun luas tanah sebagai bangunan pabrik seperti terlihat dalam tabel di bawah ini :

Tabel 7.3 Luas bangunan pabrik

No.	Bangunan	Ukuran (m)		
		Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Gedung kantor	50	25	1.250
2	Gedung pertemuan	39,5	23,4	924
3	Perpustakaan	30	16,6	498
4	Masjid	25	20	500
5	Koperasi	18	12,5	225
6	Kantin	27,8	14,3	398
7	Utilitas	35	20	700
8	Laboratorium	27,8	20	556
9	Ruang kontrol	30,5	10	305
10	Daerah proses	50	50	2.500
11	Gudang produk	36,5	18,5	675
12	Gudang bahan baku	36,5	18,5	675
13	UPL	35	20	700
14	Bengkel	20	20	400
15	K3 dan <i>Fire hidrant</i>	20	20	400



No.	Bangunan	Ukuran (m)		
		Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
16	Poliklinik	30	20	600
17	Pos keamanan	10	6	120
18	Tempat parkir truk	52	20	2.080
19	Tempat parkir karyawan dan garasi	32,4	25	810
20	Area pengembangan	108,5	27	2.930
21	Taman			2.773
22	Jalan			5.160
Total luas bangunan				14.316



Skala 1 : 1000

Gambar 7.1 Tata letak pabrik

Keterangan :

- | | |
|---------------------|---------------------------------------|
| 1. Kantor | 12. Gudang bahan baku |
| 2. Gedung pertemuan | 13. Unit Pengolahan Limbah |
| 3. Perpustakaan | 14. Bengkel |
| 4. Masjid | 15. K3 dan <i>Fire Hidrant</i> |
| 5. Koperasi | 16. Poliklinik |
| 6. Kantin | 17. Pos keamanan |
| 7. Utilitas | 18. Tempat parkir truk |
| 8. Laboratorium | 19. Tempat parkir karyawan dan garasi |
| 9. Ruang kontrol | 20. Area pengembangan |
| 10. Daerah proses | 21. Taman |
| 11. Gudang produk | |

7.7. Tata Letak Peralatan

Pengaturan tata letak peralatan proses pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik dapat efisien dan proses produksi dan distribusi dapat berjalan lancar. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan adalah:

1. Ekonomi

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin sehingga memberikan biaya konstruksi dan operasi yang minimal. Biaya konstruksi dapat diminimalkan dengan mengatur letak alat sehingga menghasilkan pemipaan yang terpendek dan membutuhkan bahan konstruksi paling sedikit.

2. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan elevasi pipa untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian 3 m atau lebih dan untuk untuk pemipaan pada permukaan tanah harus diatur agar tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

3. Kebutuhan proses

Letak alat harus memberikan ruangan yang cukup bagi masing-masing alat agar dapat beroperasi dengan baik dengan distribusi utilitas yang mudah.

4. Operasi

Peralatan yang membutuhkan lebih dari satu operator harus diletakkan dekat dengan *control room*. *Valve*, tempat pengambilan sampel dan instrumen harus diletakkan pada posisi dan ketinggian yang mudah dijangkau oleh operator.



5. Perawatan

Letak alat proses harus memperhatikan ruangan untuk perawatan. Misalnya pada *heat exchanger* yang memerlukan ruangan yang cukup untuk pembersihan *tube*.

6. Keamanan

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin, agar jika terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap didalamnya serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

7. Perluasan dan pengembangan pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan

8. Lalu lintas manusia

Penempatan alat proses harus diatur sedemikian rupa sehingga pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah dan apabila terjadi gangguan alat proses dapat segera diatasi.

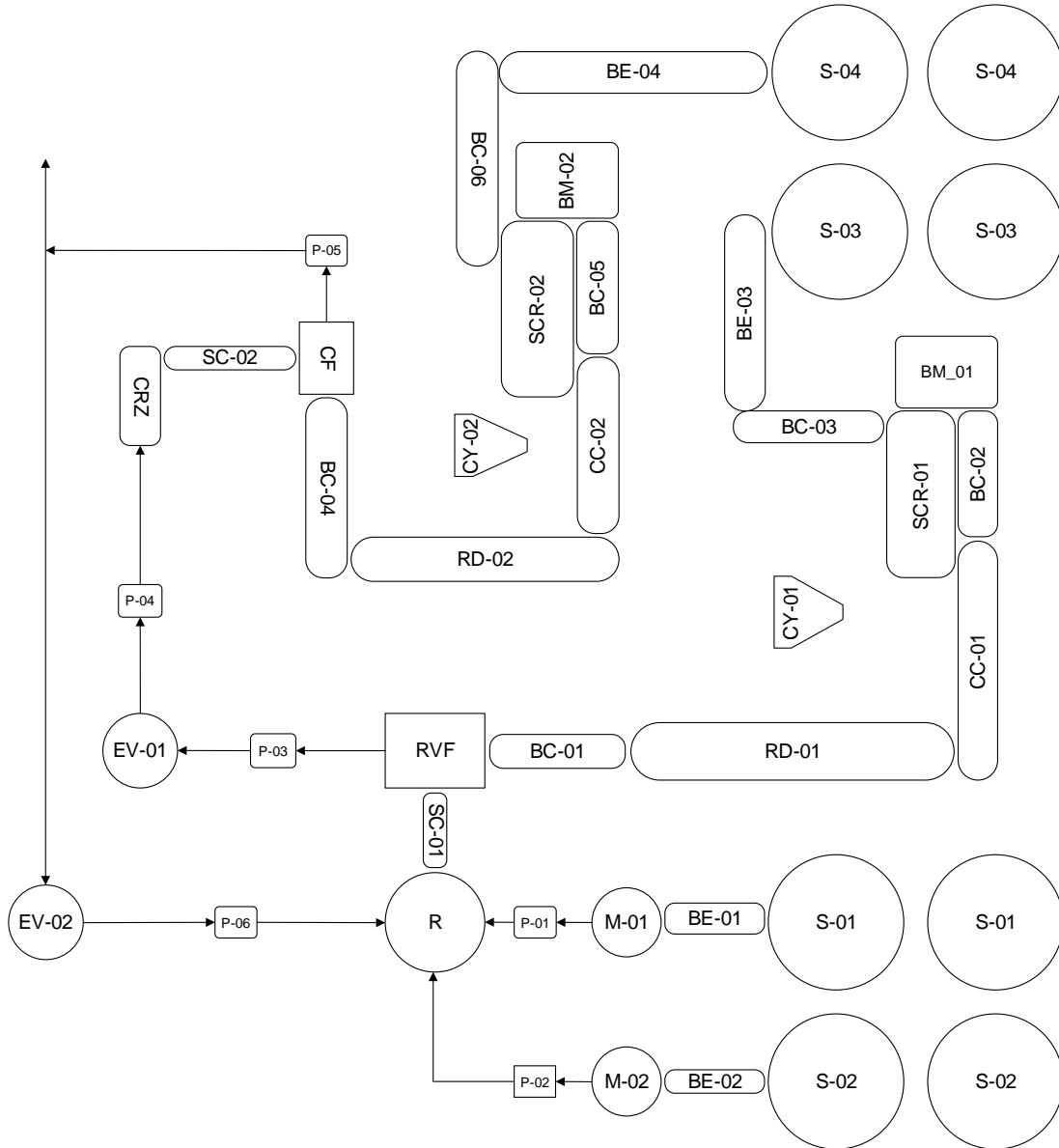
9. Aliran udara dan cahaya

Aliran udara didalam dan di sekitar alat proses perlu diperhatikan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya. Penerangan seluruh pabrik harus memadai terutama pada tempat proses yang berbahaya.

Tujuan perancangan tata letak alat-alat proses antara lain:

1. Kelancaran produksi dapat terjamin
2. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
3. Biaya material *handling* menjadi rendah sehingga urusan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.
4. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja sehingga produktifitas meningkat.

Berikut ini gambaran tata letak peralatan:



Gambar 7.2 Tata letak peralatan pabrik

Keterangan :

S-01	: Silo-01
S-02	: Silo-02
S-03	: Silo-03
S-04	: Silo-04
BE-01	: <i>Bucket elevator-01</i>
BE-02	: <i>Bucket elevator-02</i>
BE-03	: <i>Bucket elevator-03</i>
BE-04	: <i>Bucket elevator-04</i>
M-01	: <i>Mixer-01</i>
M-02	: <i>Mixer-02</i>
R	: <i>Reaktor</i>
RVF	: <i>Rotary Vacuum Filter</i>
EV-01	: <i>Evaporator-01</i>
EV-02	: <i>Evaporator-02</i>
CRZ	: <i>Kristaliser</i>
CF	: <i>Sentrifuge</i>
BC-01	: <i>Belt Conveyor -01</i>
BC-02	: <i>Belt Conveyor -02</i>
BC-03	: <i>Belt Conveyor -03</i>
BC-04	: <i>Belt Conveyor -04</i>
BC-05	: <i>Belt Conveyor -05</i>
BC-06	: <i>Belt Conveyor -06</i>
SC-01	: <i>Screw Conveyor-01</i>
SC-02	: <i>Screw Conveyor-02</i>
RD-01	: <i>Rotary Dryer-01</i>
RD-02	: <i>Rotary Dryer-02</i>
CY-01	: <i>Cyclone-01</i>
CY-02	: <i>Cyclone-02</i>
CC-01	: <i>Cooling Conveyor-01</i>
CC-02	: <i>Cooling Conveyor-02</i>
BM-01	: <i>Ball Mill-01</i>
BM-02	: <i>Ball Mill-02</i>
SCR-01	: <i>Screen-01</i>
SCR-02	: <i>Screen-02</i>
P-01	: <i>Pompa-01</i>
P-02	: <i>Pompa-02</i>
P-03	: <i>Pompa-03</i>
P-04	: <i>Pompa-04</i>
P-05	: <i>Pompa-05</i>
P-06	: <i>Pompa-06</i>

BAB VIII

EVALUASI EKONOMI

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

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya produksi tidak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
4. Analisis kelayakan
 - a. *Percent return on investment* (ROI)
 - b. *Pay out time* (POT)
 - c. *Break event point* (BEP)
 - d. *Shut down point* (SDP)

(Peters & Timmerhaus, 2003)

Dasar Perhitungan :

Kapasitas produksi	: 12.500 ton/tahun
Pabrik beroperasi	: 330 hari kerja
Umur alat	: 10 tahun
Nilai kurs	: 1 US \$ = Rp 13.384,00
Tahun evaluasi	: 2014
Upah buruh Indonesia	: Rp 10.000,00/ <i>man hour</i>

Pabrik beroperasi selama satu tahun produksi adalah 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2014. Di dalam analisis ekonomi harga-harga alat maupun

harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisis. Untuk mencari harga pada tahun analisis, maka dicari index pada tahun analisis.

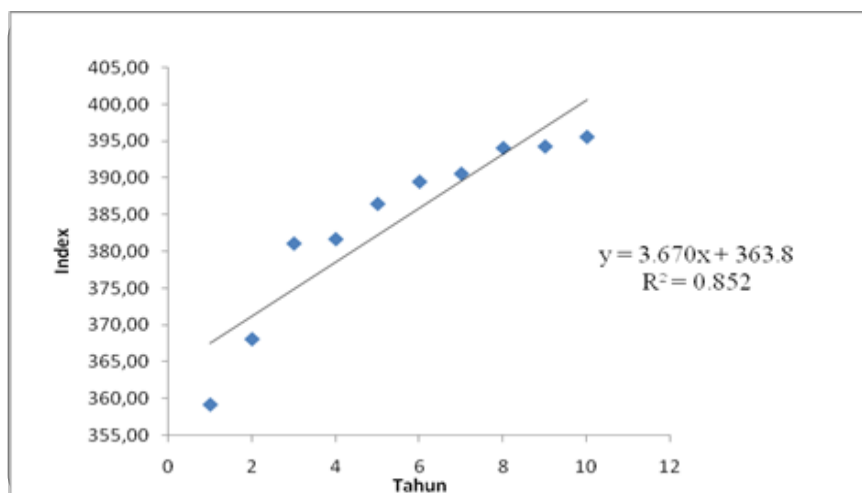
Asumsi kenaikan harga dianggap linier, dengan menggunakan program *excel* dapat dicari persamaan linier yaitu :

Tabel 8.1 Cost index chemical plant

Tahun	Tahun ke-	Index
1993	1	359,20
1994	2	368,10
1995	3	381,10
1996	4	381,70
1997	5	386,50
1998	6	389,50
1999	7	390,60
2000	8	394,10
2001	9	394,30
2002	10	395,60

(Peters & Timmerhaus, 2003)

Dari table *cost index* tahun 1993-2002 diperoleh persamaan linear $y = 3,670x + 363,8$ maka dengan demikian dapat dicari *cost index* pada tahun 2020



Gambar 8.1 Hubungan Tahun dengan Cost Index



Persamaan yang diperoleh adalah $y = 3,670x + 363,8$ dengan menggunakan persamaan di atas dapat dicari harga index pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2020 adalah :

$$\begin{aligned} y &= 3,670x + 363,8 \\ &= 466,56 \end{aligned}$$

Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi dengan persamaan:

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

Dalam hubungan ini :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2020

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (tahun 2014)

Nx : Index harga pada tahun 2020

Ny : Index harga pada tahun referensi (tahun 2014)

8.1 Perhitungan Biaya :

A. Investasi Modal (*Capital Investment*).

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya.

1. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*).

Modal tetap adalah investmentasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembantunya.

2. Modal Kerja (*Working Capital Investment*).

Modal kerja adalah bagian yang diperlukan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

B. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*).

Manufacturing cost merupakan jumlah dari semua biaya langsung, maupun tidak langsung dan biaya-biaya tetap yang timbul akibat pembuatan suatu produk.

Manufacturing Cost meliputi :

1. Biaya produksi langsung (*Direct cost*) adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.



2. Biaya produksi tak langsung (*Indirect cost*) adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung karena operasi pabrik.
3. Biaya tetap (*Fixed cost*) merupakan biaya yang tidak tergantung waktu maupun jumlah produksi, meliputi : depresiasi, pajak asuransi dan sewa.

C. Pengeluaran Umum (*General Expenses*).

General expenses meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*

D. Analisis Kelayakan.

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan.

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan :

1. *Percent Return On Investment (ROI)*

Percent Return On Investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasi.

$$Pr b = \frac{Pb}{If} \qquad Pr a = \frac{Pa}{If}$$

Dengan :	Prb	= ROI sebelum pajak
	Pra	= ROI sesudah pajak
	Pb	= keuntungan sebelum pajak
	Pa	= keuntungan sesudah pajak
	If	= <i>fixed capital investment</i>

2. *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.



$$POT = \frac{If}{Pb \times rb \times 0,1 \times Fa}$$

3. Break Even Point (BEP)

Break Even Point adalah titik impas di mana pabrik tidak mempunyai suatu keuntungan.

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

Dimana : Sa = penjualan produk

Ra = *regulated cost*

Va = *variable cost*

Fa = *fixed manufacturing cost*

4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *fixed cost* sehingga pabrik harus ditutup .

$$SDP = \frac{Fa / (1 - (Va / Sa))}{Sa} \times 100\%$$

8.2 Total Fixed Capital Investment

Tabel 8.1 Total Fixed Capital Investment

Fixed Capital Investment	Rp
PEC	53.175.772.256,63
Instalasi	18.611.520.289,82
Pemipaan	42.540.617.805,31
Instrument	11.698.669.896,46
Listrik	13.293.943.064,16
Tanah + Jalan	33.322.000.000,00
Bangunan	71.581.700.000,00
Utilitas	26.138.831.639,53
Jumlah PPC	270.363.054.951,91
Engineering & Conctruction, 30%	81.108.916.485,57
Jumlah DPC	351.471,971,437,48
Contractor's Fee, 10%	35.147.197.143,75
Contingency, 5%	17.573.598.571,87
Jumlah FCI	404.192.767.153,10



8.3 Working Capital

Tabel 8.1 Working Capital

Working Capital (Modal Kerja)	Rp
Persediaan bahan baku	26.780.344.515,63
Bahan baku proses	885.863.656,02
Biaya sebelum terjual	48.722.501.081,24
Persediaan uang	48.722.501.081,24
Jumlah	125.111.210.334,14

8.4 Manufacturing Cost

Tabel 8.1 Manufacturing cost

Manufacturing Cost	Rp
Bahan Baku	321.364.134.187,60
Buruh (<i>Labour</i>)	11.658.000.000,00
Supervisi	1.748.700.000,00
Perawatan	28.293.493.700,72
<i>Plant Suplies</i>	4.244.024.055,11
<i>Royalty</i>	37.369.177.919,19
Utilitas	30.947.314.608,70
Direct Manufacturing Cost	435.624.844.471,32
<i>Payroll</i>	1.748.700.000,00
Laboratorium	2.331.600.000,00
<i>Plant Overhead</i>	3.497.400.000,00
<i>Packed</i>	80.838.553.430,62
Indirect Manufacturing Cost	88.416.253.430,62
Depresiasi	40.419.276.715,31
Pajak	16.167.710.686,12
Asuransi	4.041.927.671,53
Fixed Manufacturing Cost	60.628.915.072,97
Manufacturing Cost	584.670.012.974,91

8.5 General Expenses

Tabel 8.1 General Expenses

General Expense	Rp
Administrasi	11.693.400.259,50
Sales	29.233.500.648,75
Riset	29.233.500.648,75
	70.160.401.556,99



8.6 Analisis Ekonomi

$$\begin{aligned} \text{Total cost} &= \text{manufacturing cost} + \text{general expenses} \\ &= \text{Rp } 654.830.414.531,90 \end{aligned}$$

Keuntungan :

$$\begin{aligned} \text{Penjualan (Sa)} &= \text{Rp } 747.383.558.383,88 \\ \text{Total cost} &= \text{Rp } 654.830.414.531,90 \\ \text{Keuntungan sebelum pajak} &= \text{Penjualan} - \text{Total cost} \\ &= \text{Rp } 92.553.143.851,99 \\ \text{Pajak 30\% dari keuntungan} &= 30\% \times \text{keuntungan sebelum pajak} \\ &= \text{Rp } 27.765.943.155,39 \\ \text{Keuntungan sesudah pajak} &= \text{keuntungan sebelum pajak} - \text{pajak 30\%} \\ &= \text{Rp } 64.787.200.696,39 \end{aligned}$$

8.6.1 Return On Investment (ROI)

Salah satu cara yang paling umum untuk menganalisis keuntungan dari suatu pabrik baru adalah *percent return on investment* yaitu kecepatan tahunan dimana keuntungan-keuntungan akan mengembalikan investasi (modal). Dalam bentuk dasar ROI dapat didefinisikan sebagai rasio (perbandingan) yang dinyatakan dalam prosentase dari keuntungan tahunan dengan investasi modal.

$$\text{Pr } b = \frac{Pb}{If} \qquad \text{Pr } a = \frac{Pa}{If}$$

Dengan :

- Pra = ROI sebelum pajak
- Prb = ROI sesudah pajak
- Pa = keuntungan sebelum pajak
- Pb = keuntungan sesudah pajak
- If = *fixed capital investment*

$$\begin{aligned} \text{Pr } a &= \frac{Pa}{If} \\ &= \frac{\text{Rp } 92.553.143.851,99}{\text{Rp } 404.192.767.153,10} \end{aligned}$$

$$\text{Pr } a = 22,90 \%$$

Jadi ROI sebelum pajak = 22,90 %

$$\begin{aligned} Prb &= \frac{Pb}{If} \\ &= \frac{\text{Rp } 64.787.200.696,39}{\text{Rp } 404.192.767.153,10} \end{aligned}$$

Pr b = 16,03 %

Jadi ROI sesudah pajak = 16,03 %

8.6.2 Pay Out Time (POT)

Pay out time adalah jangka waktu pengembalian modal yang ditanam berdasarkan keuntungan yang dicapai.

$$\begin{aligned} POT &= \frac{If}{Pa + 0,1 \times If} \\ &= \frac{\text{Rp } 404.192.767.153,10}{\text{Rp } 92.553.143.851,99 \times 0,1 \times \text{Rp } 404.192.767.153,10} \end{aligned}$$

POT = 3,040

Jadi POT sebelum pajak = 3,040 tahun

$$\begin{aligned} POT &= \frac{If}{Pb + 0,1 \times If} \\ &= \frac{\text{Rp } 404.192.767.153,10}{\text{Rp } 64.787.200.696,39 \times 0,1 \times \text{Rp } 404.192.767.153,10} \end{aligned}$$

POT = 3,842

Jadi POT sesudah pajak = 3,842 tahun

8.6.3 Break even point (BEP)

Break even point merupakan titik batas suatu pabrik dapat dikatakan tidak untung tidak rugi. Dengan kata lain, *break even point* merupakan kapasitas produksi yang menghasilkan harga jual sama dengan *total cost*.

*Fixed Cost.***Tabel 8.6 Fixed Cost**

<i>Fixed Cost (Fa)</i>	Rp
<i>Depreciation</i>	40.419.276.715,31
<i>Pajak</i>	16.167.710.686,12
<i>Insurance</i>	4.041.927.671,53
Total	60.628.915.072,97

*Variable cost***Tabel 8.7 Variable cost**

<i>Variable cost (Va)</i>	Rp
<i>Bahan Baku</i>	321.364.134.187,60
<i>Royalty and Patent</i>	37.369.177.919,19
<i>Utilitas</i>	30.947.314.608,70
<i>Packaging and Shipping</i>	80.838.553.430,62
Total	470.519.180.146,12

*Regulated Cost***Tabel 8.8 Regulated cost**

<i>Regulated Cost (Ra)</i>	Rp
<i>Labour</i>	11.658.000.000,00
<i>Maintenance</i>	28.293.493.700,72
<i>Plant Suplies</i>	4.244.024.055,11
<i>Labolatory</i>	2.331.600.000,00
<i>Payroll Overhead</i>	1.748.700.000,00
<i>Plant Overhead</i>	3.497.400.000,00
<i>General Expense</i>	70.160.401.556,99
Total	121.933.619.312,81

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

$$BEP = 50,76 \%$$



8.6.4 Shut down point (SDP)

Shut down point adalah suatu titik di mana pabrik merugi sebesar *fixed cost*.

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

$$SDP = 21,90 \%$$

BAB IX

KESIMPULAN

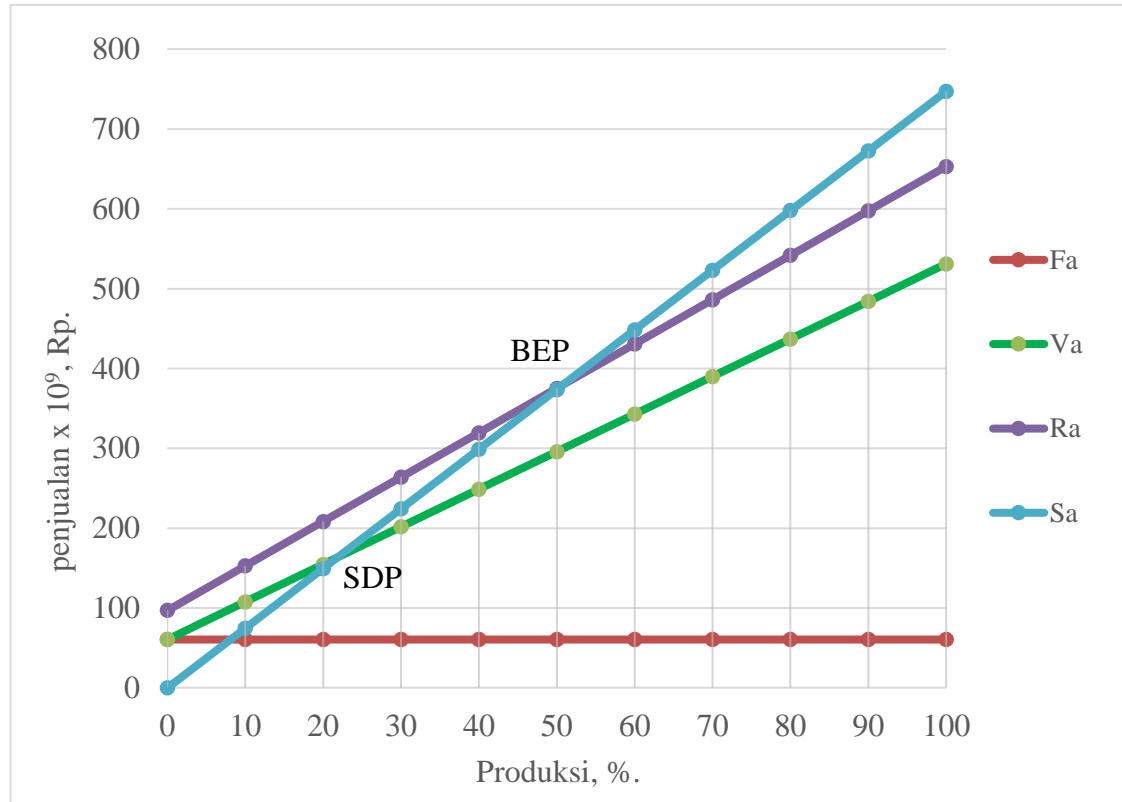
Pabrik amonium klorida dengan kapasitas 12.500 ton/tahun setelah dilakukan perancangan awal, baik dari segi teknik maupun segi ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pabrik ini memiliki resiko yang sedang serta layak dan menarik untuk didirikan. Dilihat dari beberapa faktor, antara lain :

- 1) Produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi pasar
- 2) Ketersediaan bahan baku yang memenuhi
- 3) Lokasi pabrik yang dekat dengan letak pasar
- 4) Ketersediaan air yang memenuhi
- 5) Indikator perekonomian yang relatif baik

Tabel 9.1 Analisis Kelayakan Ekonomi

No	Analisis kelayakan	Kriteria	Hasil Perhitungan
1	Laba sebelum pajak		Rp 92.553.143.851,99
	Laba sesudah pajak		Rp 64.787.200.696,39
2	ROI sebelum pajak	Minimum 11%	22,90 %
	ROI sesudah pajak		16,03 %
3	POT sebelum pajak	Maksimum 5 tahun	3,040 tahun
	POT sesudah pajak		3,842 tahun
4	BEP	40%-60%	50,76 %
5	SDP		21,90 %

Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan data penjualan, persentase produksi, BEP dan SDP.



Gambar 9.1 Grafik ekonomi



 DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012, *Product Profile* : Natrium Chloride, www.ptgaram.com
- Badan Pusat Statistik, 2016, *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*, <http://www.bps.go.id>, diakses tanggal 29 Januari 2016 pukul 08.46 WIB.
- Brownell E. Llyyd & Edwin H. Young. Equipment Design. New York: John Willey & Son's, inc.
- Coulson & Richardson's. (1999). *Chemical Enginnering Design*, vol 6, 3st, New York: R.K. Sinnott.Faith, Keyes & Clark, 1957, *Industrial Chemicals*, John Wiley & Sons, Inc.
- Faith, W.L., Keyes, D.B., Clark, R.L., 1957, *Industrial Chemicals*, John Wiley and Sons, London.
- Kern, D.Q.,(1950). *Process Heat Transfer*. New York: Mc Graw Hill International Book Company Inc.
- Kirk and Othmer, 1978, *Encyclopedia of Chemical Technology Vol 9*, 4^{ed}, A Willey Interscience Publication, John Wiley and Sons Co.
- Kirk and Othmer, 1998, *Encyclopedia of Chemical Technology Vol 9*, 4^{ed}, A Willey Interscience Publication, John Wiley and Sons Co.
- Levenspiel, O, 1976, *Chemical Reaction Engineering*, 2nd edition, John Wiley & Sons Inc, New York
- Ludwig, E., 1964, *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, 2nd edition. Gulf Publishing Co, Houston.
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1997, *Perry's Chemical Engineers Handbook*, 7th ed. Mc. Graw Hill Co., International Student Edition, Kogakusha, Tokyo.



- Peters, M., & Timmerhaus, K. (2003). *Plant Design and Economic for Chemical Engineering 5th ed.* New York: Mc Graw Hill International Book Company Inc.
- Rase, H.F., and Holmes, J.R., (1977). *Chemical Reactor Design for Process Plant, Volume One.* Principles and Techniques. New York: John Wiley and Sons, Inc.,
- Smith, J.M and Van Ness, H.H, 1975, *Intruduction to engineering Thermodynamics*, 3th edition, McGrow Hill Internasional Book co, Tokyo.
- Ulrich, G.D. 1984. *A Guide to chemical Engineering Process Design and Economics.* John Wiley and Sons. New York.
- Yaws. C. L., 1999, *Thermodynamics and Physical Properties Data*, Mc. Graw Hill Book. Co, Singapore.
- <http://www.petrokimia-gresik.com/Pupuk/Kapasitas.Produksi>, diakses 2 Februari 2016
- <http://hkti.org/garam.html>, diakses 2 Februari 2016
- <https://id.wikipedia.org/> diakses tanggal 2 Februari 2016
- <http://indonesian.alibaba.com/product-gs/99-5-purity-industrial-grade-ammonium-chloride-nh4cl-1763681426.html> diakses 11 Maret 2016
- <https://www.google.co.id/maps/>, diakses 13 April 2016
- <http://bpmpamongankab.info/>, diakses 13 April 2016
- <http://indonesian.alibaba.com/>, diakses 11 Maret 2016
- <http://www.bi.go.id/id/moneter/informasi-kurs/transaksi-bi/Default.aspx>, diakses 9 Mei 2017
- <http://www.Matche.com/>, diakses 28 Januari 2018
- <http://www.helmakend.com>, diakses 12 Mei 2017
- <http://industri.kontan.co.id/news/industrifarmasimasihandalkangaramimpor>, diakses 13 Mei 2017



LAMPIRAN PERHITUNGAN