

**PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM KLORIDA
DARI ASAM KLORIDA DAN MAGNESIUM
HIDROKSIDA KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

PRARANCANGAN PABRIK

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia**



Oleh:

Nama : Muhammad Fikri Ariesandi Nama : Eka Rahmat Putra

NIM : 19521075 NIM : 19521100

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fikri Ariesandi Nama : Eka Rahmat Putra
NIM : 19521075 NIM : 19521100

Yogyakarta, 2023

Menyatakan bahwa seluruh hasil Prarancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Td. Tangan

Muhammad Fikri Ariesandi

Td. Tangan

Eka Rahmat Putra

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM KLORIDA DARI ASAM

KLORIDA DAN MAGNESIUM HIDROKSIDA KAPASITAS 20.000

TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Muhammad Fikri Ariesandi Nama : Eka Rahmat Putra

NIM : 19521075 NIM : 19521100

Yogyakarta, Oktober 2023

Pembimbing,

Dr. Ariany Zulkania, S.T., M.Eng

الإسلامية
الاستاذة الأندونيسية

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM KLORIDA DARI ASAM
KLORIDA DAN MAGNESIUM HIDROKSIDA KAPASITAS 20.000
TON/TAHUN**

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Muhammad Fikri Ariesandi Nama : Eka Rahmat Putra
NIM : 19521075 NIM : 19521100

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, November 2023

Tim Penguji,

Dr. Ariany Zulkania, S.T., M.Eng :


20/11/2023

Ketua

Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng :


20/11/2023

Anggota I

Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M. Eng :


8/11/23

Anggota II

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia


Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “**PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM KLORIDA DARI ASAM KLORIDA DAN MAGNESIUM HIDROKSIDA**”, disusun sebagai penerapan dari ilmu Teknik Kimia yang telah didapat selama kuliah, serta merupakan sebagai salahsatu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena ini, melalui kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Karunia-Nya
2. Bapak dan Ibunda kami tercinta yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi selama mengenyam Pendidikan di S1 Teknik Kimia di Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Dr. Ariany Zulkania, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan salam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

5. Teman-teman Teknik Kimia 2019 yang selalu memberikan dukungan, semangat serta doa.
6. Seluruh civitas akademik di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, Oktober 2023

Penulis

LEMBAR PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada:

Allah SWT, karena hanya atas izin dan karuniayalah maka TA ini dapat selesai dengan baik. Terima kasih Ya Allah atas segala kemudahannya yang telah diberikan, terima kasih juga atas Kesehatan yang diberikan selama perkuliahan sampai penyusunan TA baik sehat fisik, mental, dan batin

Orangtua penulis, Slamet Riyadi dan Ratnasari yang tidak henti-hentinya memberikan doa, semangat, dorongan, kasih sayang, dan kepercayaan. Semoga kelak saya dapat membalas jasa yang telah diberikan. Tidak lupa juga terima kasih kepada seluruh keluarga saya tercinta yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Ibu dosen pembimbing, Ibu Dr. Ariany Zulkania, S.T., M.Eng. Terima kasih atas bimbingan dan ilmu yang telah ibu berikan dalam menyelesaikan skripsi ini, terima kasih sudah meluangkan waktu untuk membimbing penulis di sela kesibukan ibu, Terima kasih ibu, semoga ibu dan keluarga selalu diberikan Kesehatan dan dilimpahkan banyak kebahagiaan.

Eka Rahmat Putra sebagai *partner* pra rancangan pabrik saya ini, yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat dan dukungan selama ini. Semoga ilmu yang didapat menjadi bekal yang bermanfaat di dunia dan di akhirat. Semoga kita kelak menjadi pribadi yang sukses kedepannya. Aamiin.

Kepada NIM 194101093 terima kasih telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan TA ini. Terima kasih telah setia

mendengarkan keluh kesah penulis sampai akhirnya penulis dapat menyelesaikan TA ini.

Teman-teman terdekat saya Ipung, Tita, Ferdi, Faddy, Luqman, Izan, Izzu, Temmy, Bayu, Rafly, dan semua teman dari Teknik Kimia, terima kasih telah menerima segala suka duka selama melewati masa-masa perkuliahan dan Tugas Akhir ini. Terima kasih telah menjadi teman hebat yang bisa melewati rintangan semasa menjalani kuliah ini. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses semua untuk kedepannya. Aamiin.

Teknik Kimia UII 2019, almamater tercinta, yang punya andil besar di dalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terima kasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini, semoga kalian sukses selalu. Aamiin

Terakhir, untuk diri sendiri, Muhammad Fikri Ariesandi, terima kasih sudah berjuang sampai di titik ini, tidak menyerah dan terus berusaha sampai akhirnya menyelesaikan TA ini.

(Muhammad Fikri Ariesandi)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada:

Ayah terhebat dan Ibu terbaik saya yang tidak henti-hentinya memberikan doa, semangat, dorongan, kasih sayang, dan kepercayaan. Semoga kelak saya dapat membalas jasa yang telah diberikan. Tidak lupa juga terima kasih kepada seluruh keluarga saya tercinta yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Muhammad Fikri Ariensandi sebagai *partner* pra rancangan pabrik saya ini, yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat dan dukungan selama ini. Semoga ilmu yang didapat menjadi bekal yang bermanfaat di dunia dan di akhirat. Semoga kita kelak menjadi pribadi yang sukses kedepannya. Aamiin.

Teman-teman terdekat saya dari Teknik Kimia, terima kasih telah menerima segala suka duka selama melewati masa-masa perkuliahan dan Tugas Akhir ini. Terima kasih telah menjadi teman hebat yang bisa melewati rintangan semasa menjalani kuliah ini. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses semua untuk kedepannya. Aamiin.

Teknik Kimia UII 2019, almamater tercinta, yang punya andil besar di dalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terima kasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini, semoga kalian sukses selalu. Aamiin

(Eka Rahmat Putra)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN.....	xix
ABSTRAK	xxii
<i>ABSTRACT</i>	xxiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	3
1.3 Tinjauan Pustaka.....	8
BAB II	16
PERANCANGAN PRODUK	16
2.1 Spesifikasi Produk.....	16
2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....	17
2.3 Spesifikasi Bahan Intermediet.....	18

2.4	Pengendalian Kualitas	20
BAB III	.....	25
PERANCANGAN PROSES	.....	25
3.1	Diagram Alir Proses dan Material	25
3.2	Uraian Proses.....	27
3.3	Spesifikasi Alat.....	29
3.4	Neraca Massa.....	44
3.5	Neraca Panas	48
BAB IV	.....	52
PERANCANGAN PABRIK	.....	52
4.1	Lokasi Pabrik.....	52
4.2	Tata letak	57
4.3	Tata Letak Mesina tau Alat Proses	61
BAB V	.....	83
UTILITAS	.....	83
5.1	Unit Penyedia dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>)	83
5.2	Unit Pembangkit <i>Steam</i>	93
5.3	Unit Pembangkit Tenaga Listrik (<i>Power Plant System</i>).....	94
5.4	Unit Penyedia Udara Tekan.....	94
5.5	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	94
5.6	Unit Pengolahan Limbah.....	94
BAB VI	.....	99
EVALUASI EKONOMI	.....	99
6.1	Penaksiran Harga Alat	100
6.2	Dasar Perhitungan	102

6.3	Perhitungan Biaya	102
6.4	Hasil Perhitungan	108
6.5	Hasil Analisis Keuangan.....	111
6.6	Analisis Kelayakan.....	112
BAB VII.....		115
KESIMPULAN DAN SARAN		115
7.1	Kesimpulan.....	115
7.2	Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA.....		118
LAMPIRAN.....		121

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor $MgCl_2$ di Indonesia	3
Tabel 1. 2 Konsumsi Magnesium Klorida Pada Industri Tekstil, <i>Pulp</i> , dan Obat/Cairan Infus.....	5
Tabel 1. 3 Daftar Pabrik Magnesium Klorida di Cina	7
Tabel 1. 4 Reaksi pada Proses Dehidrasi $MgCl \cdot 6H_2O$	10
Tabel 1. 5 Perbandingan Pemilihan Proses	11
Tabel 1. 6 $\Delta H^{\circ}f$ Masing masing Komponen (Perry,1999)	12
Tabel 1. 7 Harga $\Delta G^{\circ}f$ Masing-masing Komponen (Ulmann, 2007)	13
Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor.....	29
Tabel 3. 2 Spesifikasi <i>Mixer</i>	30
Tabel 3. 3 Spesifikasi <i>Centrifuge</i>	30
Tabel 3. 4 Spesifikasi Evaporator 1.....	31
Tabel 3. 5 Spesifikasi Evaporator 2.....	32
Tabel 3. 6 Spesifikasi <i>Crystalizer</i>	33
Tabel 3. 7 Spesifikasi <i>Centrifuge</i>	33
Tabel 3. 8 Spesifikasi <i>Dryer</i>	33
Tabel 3. 9 Spesifikasi Tangki	34
Tabel 3. 10 Spesifikasi Silo.....	35
Tabel 3. 11 Spesifikasi Silo	35
Tabel 3. 12 Spesifikasi <i>Hopper</i>	35
Tabel 3. 13 Spesifikasi Gudang Produk	36

Tabel 3. 14 Spesifikasi <i>Blower</i>	36
Tabel 3. 15 Spesifikasi <i>Bucket Elevator 1</i>	36
Tabel 3. 16 Spesifikasi <i>Bucket Elevator 2</i>	37
Tabel 3. 17 Spesifikasi <i>Screw Conveyor 1</i>	37
Tabel 3. 18 Spesifikasi <i>Screw Conveyor 2</i>	37
Tabel 3. 19 Spesifikasi <i>Screw Conveyor 3</i>	38
Tabel 3. 20 Spesifikasi <i>Screw Conveyor 4</i>	38
Tabel 3. 21 Spesifikasi Pompa 1	38
Tabel 3. 22 Spesifikasi Pompa 2	39
Tabel 3. 23 Spesifikasi Pompa 3	39
Tabel 3. 24 Spesifikasi Pompa 4	40
Tabel 3. 25 Spesifikasi Pompa 5	40
Tabel 3. 26 Spesifikasi Pompa 6	40
Tabel 3. 27 Spesifikasi Pompa 7	41
Tabel 3. 28 Spesifikasi Pompa 8	41
Tabel 3. 29 Spesifikasi <i>Heater (HE-01)</i>	42
Tabel 3. 30 Spesifikasi <i>Heater (HE-02)</i>	43
Tabel 3. 31 Spesifikasi <i>Heater (HE-03)</i>	43
Tabel 3. 32 Neraca Massa <i>Mixer (MT-01)</i>	44
Tabel 3. 33 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	44
Tabel 3. 34 Neraca Massa <i>Centrifuge (CF-01)</i>	45
Tabel 3. 35 Neraca Massa <i>Evaporator (EV-01)</i>	45
Tabel 3. 36 Neraca Massa <i>Evaporator (EV-02)</i>	46

Tabel 3. 37 Neraca Massa <i>Crystallizer</i> (CR-01)	46
Tabel 3. 38 Neraca Massa <i>Rotary Filter</i> (RF-01).....	47
Tabel 3. 39 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-01)	47
Tabel 3. 40 Neraca Panas <i>Mixer</i> (MT-01)	48
Tabel 3. 41 Neraca Panas <i>Heater 1</i> (HE-01).....	48
Tabel 3. 42 Neraca Panas Reaktor (RE-01)	48
Tabel 3. 43 Neraca Panas <i>Centrifuge</i> (CF-01)	49
Tabel 3. 44 Neraca Panas <i>Heater 2</i> (HE-02).....	49
Tabel 3. 45 Neraca Panas Evaporator 1 (EV-01).....	49
Tabel 3. 46 Neraca Panas Evaporator 2 (EV-102).....	50
Tabel 3. 47 Neraca Panas <i>Crystallizer</i> (CR-01).....	50
Tabel 3. 48 Neraca Panas <i>Centrifuge</i> (CF-02)	50
Tabel 3. 49 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (RD-01)	51
Tabel 3. 50 Neraca Panas <i>Air Pre Heater</i>	51
Tabel 4. 1 Luas Area Pabrik Magnesium Klorida	58
Tabel 4. 2 Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i>	77
Tabel 4. 3 Persyaratan Jabatan	78
Tabel 4. 4 Jumlah Karyawan Menurut Jabatan	79
Tabel 4. 5 Perincian Golongan dan Gaji Karyawan.....	80
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Pendingin	85
Tabel 5. 2 Kebutuhan <i>Steam</i>	86
Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Proses.....	88
Tabel 5. 4 Spesifikasi Pompa Utilitas	95

Tabel 5. 5 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas	95
Tabel 5. 6 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas	95
Tabel 5. 7 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas	96
Tabel 5. 8 Spesifikasi Bak Utilitas	96
Tabel 5. 9 Lanjutan Spesifikasi Bak Utilitas	96
Tabel 5. 10 Spesifikasi Tangki Utilitas.....	97
Tabel 5. 11 Lanjutan Spesifikasi Tangki Utilitas.....	97
Tabel 5. 12 Lanjutan Spesifikasi Tangki Utilitas	97
Tabel 5. 13 Spesifikasi <i>Screening</i> dan <i>Sand Filter</i> Utilitas.....	97
Tabel 5. 14 Spesifikasi Anion dan Kation <i>Exchanger</i>	97
Tabel 5. 15 Spesifikasi Dearator	98
Tabel 5. 16 Spesifikasi <i>Boiler</i>	98
Tabel 5. 17 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i>	98
Tabel 6. 1 <i>Phisycal Plant Cost</i> (PPC)	108
Tabel 6. 2 <i>Direct Plant Cost</i>	108
Tabel 6. 3 <i>Fixed Capital Investment</i>	109
Tabel 6. 4 <i>Direct Manufacturing Cost</i>	109
Tabel 6. 5 <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	109
Tabel 6. 6 <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	109
Tabel 6. 7 <i>Manufacturing Cost</i>	109
Tabel 6. 8 <i>Working Capital</i>	110
Tabel 6. 9 <i>General Expenses</i>	110
Tabel 6. 10 <i>Total Production Cost</i>	110

Tabel 6. 11 <i>Fixed Cost</i> (Fa).....	110
Tabel 6. 12 <i>Regulated Cost</i> (Ra)	110
Tabel 6. 13 <i>Variabel Cost</i> (Va).....	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Data Impor Magnesium Klorida di Indonesia	4
Gambar 1. 2 Grafik Konsumsi Magnesium Klorida Pada Industri Tekstil, <i>Pulp</i> , dan Obat/Cairan Infus.....	6
Gambar 2. 1 Diagram Alir Kualitatif	25
Gambar 2. 2 Diagram Alir Kuantitatif	26
Gambar 4. 1 Lokasi pendirian pabrik.....	52
Gambar 4. 2 <i>Layout</i> pabrik.....	60
Gambar 4. 3 Tata letak alat.....	63
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Pabrik	67
Gambar 5. 1 Diagram Utilitas	92
Gambar 6. 1 Grafik Hubungan Antara Tahun dan Indeks Harga	101
Gambar 6. 2 Grafik Evaluasi Ekonomi	114
Gambar Lampiran 1 Aliran Massa Reaktor	123
Gambar Lampiran 2 Aliran massa Reaktor.....	128
Gambar Lampiran 3 Hubungan Dimensi <i>Torispherical Flanged and Dish Head</i>	137
Gambar Lampiran 4 Power Number pada berbagai jenis pengaduk.....	143

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PERANCANGAN REAKTOR	121
LAMPIRAN B <i>PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM</i> (PEFD).....	153
LAMPIRAN C KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN PABRIK.....	155

DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

T	: <i>Temperature</i> , °C
μ	: Viskositas, cP
ρ	: Densitas, kg/m ³
π	: Jari-jari, in
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
V	: Volume, m ³
m	: Massa, kg
P	: Tekanan, psia
T	: Waktu, jam
K	: Konstanta kinetika reaksi, /menit
Fv	: Laju alir, m ³ /jam
Ms	: Massa <i>steam</i> , kg
A	: Luas bidang penumpang, ft ²
x	: Konversi, %
TD	: Titik didih, °C
Dt	: Dimensi reaktor, m
ID	: <i>Inside</i> diameter, in
OD	: <i>Outside</i> diameter, in
ts	: Ketebalan dinding, in
th	: Ketebalan <i>head</i> , in

P : *Power* motor, hP
 Re : Bilangan *Reynold*
 E : Efisiensi sambungan
 Ri : Jari-jari reaktor
 C : *Corrision allowance*
 f : *Allowable stress*, psia
 icr : Jari-jari sudut dalam, in
 W : Faktor intensifikasi tegangan untuk jenis *head*
 sg : *Spesific gravity*
 Di : Diameter pengaduk, m
 W : Tinggi pengaduk, m
 Wb : Lebar *baffle*, m
 L : Lebar pengaduk, m
 Zi : Jarak pengaduk, m
 ZL : Tinggi pengaduk, m
 N : Kecepatan pengadukan, rpm
 Rd : Faktor pengotor
 H : Efisiensi
 N : Jumlah banyaknya lilitan
 L : Panjang koil, m
 p : Panjang, m
 l : Lebar, m
 hi : *Inside film coefficient*, Btu/jam ft²°F

h_{io} : *Outside film coefficient, Btu/jam ft²°F*

j_H : *Heat transfer factor*

LMTD : *Long mean temperature different, °F*

N_t : *Jumlah tube*

ABSTRAK

Magnesium klorida merupakan bahan kimia yang digunakan sebagai bahan penunjang bagi industri kimia seperti tekstil, *pulp*, farmasi, dan lain-lain. Pendirian pabrik bertujuan untuk mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri, karena sampai saat ini Indonesia masih belum ada pabrik magnesium klorida, sehingga untuk memenuhi kebutuhan magnesium klorida di Indonesia, perlu dilakukan prarancangan pabrik magnesium klorida. Pabrik direncanakan akan dibangun di Gresik, Provinsi Jawa Timur, dengan kapasitas 20.000 ton/tahun. Pabrik akan beroperasi selama 330 hari atau 24 jam sehari dengan total 121 orang karyawan. Magnesium klorida dapat diperoleh melalui reaksi magnesium hidroksida ($Mg(OH)_2$) sebanyak 1.648,89 kg/jam dan asam klorida (HCl) sebanyak 2.061,75 kg/jam. Reaksi beroperasi pada suhu 53°C dan tekanan 1 atm dengan konversi 94,5% menggunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Proses pemisahan dilakukan dengan menggunakan *centrifuge*, evaporator, dan *rotary dryer*. Produk magnesium klorida merupakan produk hasil pengeringan dari *rotary dryer* dengan kemurnian 97%. Sedangkan Utilitas memerlukan air sebanyak 37.791,65 kg/jam, steam sebanyak 17.175,27, dan listrik sebanyak 312,37 Kw. Pabrik ini digolongkan pabrik berisiko rendah. Dengan Persentase *Return on Investmen* (ROI) sebelum pajak adalah 14,42% dan setelah pajak adalah 11,53%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko rendah minimum adalah 11%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 4,10 tahun dan setelah pajak adalah 4,64 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko rendah maksimum 5 tahun. Nilai *Break Event Point* (BEP) adalah 56,64% dan *Shut Down Point* (SDP) adalah sebesar 20,54%. Berdasarkan analisa ekonomi tersebut, maka pabrik kimia Magnesium Klorida dari Asam Klorida dan Magnesium Hidroksida dengan kapasitas 20.000 ton/tahun ini layak didirikan.

Kata kunci : Asam Klorida, Magnesium Hidroksida, Magnesium Klorida.

ABSTRACT

Magnesium chloride is used as a supporting material for chemical industries such as textiles, pulp, pharmaceuticals, and others. Pre design of the factory aims to reduce Indonesia's dependence on foreign industry, because until now Indonesia still does not have a magnesium chloride factory. the need for magnesium chloride in Indonesia, it is necessary to pre-design a magnesium chloride factory. The factory is planned to be built in Gresik, East Java Province, with a capacity of 20,000 tons/year. The factory will operate for 330 days or 24 hours a day with a total of 121 employees. Magnesium chloride can be obtained through the reaction of magnesium hydroxide ($Mg(OH)_2$) at 1,648.89 kg/hr and hydrochloric acid (HCl) at 2,061.75 kg/hr. The reaction operates at a temperature of 53°C and a pressure of 1 atm with a conversion of 94.5% using a Stirred Tank Flow Reactor (CSTR). The separation process is carried out using a centrifuge, evaporator, and rotary dryer. The magnesium chloride product is a drying product from a rotary dryer with a purity of 97%. Meanwhile, utilities require 37,791.65 kg/hour of water, 17,175.27 steam, and 312.37 Kw of electricity. This factory is classified as a low risk factory. The percentage of Return on Investment (ROI) before tax is 14.42% and after tax is 11.53%. The minimum pre-tax ROI requirement for a chemical factory with low risk is 11%. Pay Out Time (POT) before tax is 4.10 years and after tax is 4.64 years. POT terms before tax for low-risk chemical factories are a maximum of 5 years. The Break Event Point (BEP) value is 56.64% and the Shut Down Point (SDP) is 20.54%. Based on this economic analysis, the Magnesium Chloride chemical factory from Hydrochloric Acid and Magnesium Hydroxide with a capacity of 20,000 tonnes/year is feasible to establish.

Keyword : Chloride Acid, Magnesium Chloride, Magnesium Hydroxide.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang aktif dalam pembangunan industri. Pembangunan industri disebabkan oleh banyaknya permintaan suatu produk sehingga perkembangan industri di Indonesia mengalami peningkatan, keutamaan pada bidang industri kimia. Dengan peningkatan industri kimia maka dapat meningkatkan pertumbuhan laju ekonomi serta dapat mengurangi pengeluaran biaya negara dalam pemasukan bahan kimia dari industri luar negeri.

Indonesia merupakan negara maritim terbesar di dunia dan memiliki kekayaan laut yang sangat melimpah, di dalam lautannya terdapat berbagai kekayaan alam seperti ikan laut, mineral garam, serta tambang minyak bumi. Tetapi, kekayaan laut di Indonesia belum memanfaatkan secara penuh. Indonesia masih membutuhkan pemasukan produk-produk dari luar negeri, salah satunya yaitu magnesium.

Magnesium murni tidak terdapat di alam sebagai unsur, namun dalam bentuk senyawa dalam mineral. Senyawa magnesium memiliki banyak sekali manfaat pada kehidupan sehari-hari. Pada tahun 1863, Deville dan Caron memproduksi magnesium pertama kali di Prancis dengan menggunakan natrium untuk mereduksi campuran magnesium klorida. Pada tahun 1883,

Michael Faraday telah mengekstraksi magnesium dengan cara elektrolisis dari magnesium klorida (Lukman Hadi Surya, 2008).

Magnesium klorida memiliki senyawa kimia dengan rumus $MgCl_2$. Magnesium klorida adalah salah satu garam yang mempunyai peranan penting dalam industri kimia. Sampai saat ini pabrik yang memproduksi magnesium klorida di Indonesia belum berdiri, sehingga Indonesia memerlukan impor bahan baku $MgCl_2$ dari luar negeri.

Magnesium klorida mempunyai banyak kegunaan. Selain sebagai bahan dasar pembuatan logam magnesium, magnesium klorida juga memiliki keutamaan lainnya yaitu:

- a. Sebagai bahan pembuatan semen, keramik, kertas, dan komponen zat penahan panas.
- b. Sebagai keunggulan dalam pengolahan air limbah industri.
- c. Sebagai katalis.
- d. Sebagai bahan penyimpanan hidrogen.
- e. Sebagai *fertilizer* untuk pertanian.

Penggunaan magnesium klorida di Indonesia sangat terbilang cukup tinggi. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, Indonesia harus membeli bahan magnesium dari luar negeri. Hal ini disebabkan, tidak ada pabrik yang memproduksi magnesium klorida di Indonesia. Oleh karena itu, pabrik magnesium klorida perlu pembangunan di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan magnesium klorida serta mengurangi terhadap pembelian bahan baku dari negara lain.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Ketersediaan bahan baku adalah salah satu hal atau faktor paling penting atas keberlangsungan produksi suatu pabrik. Bahan Baku dalam pembuatan pabrik magnesium klorida adalah magnesium hidroksida dan asam klorida:

a. Magnesium Hidroksida

Magnesium hidroksida diperoleh dengan cara mengimpor dari berbagai negara seperti China. Dengan kapasitas 200.000 ton/tahun.

b. Asam Klorida

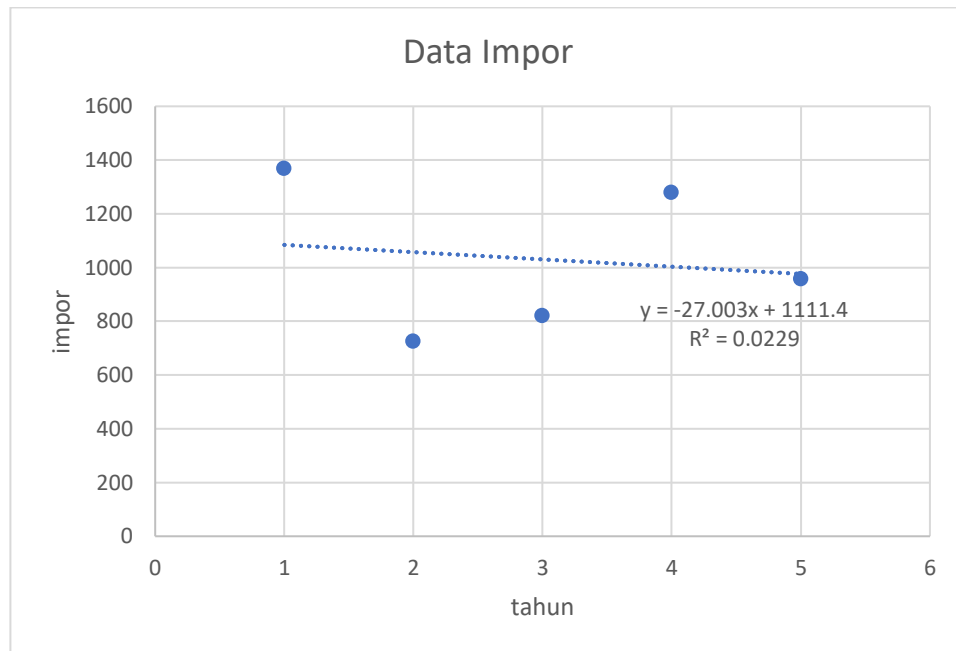
Asam Klorida ada beberapa pabrik di Indonesia tetapi dalam pabrik ini asam klorida diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur, Indonesia. Dengan kapasitas 500.000 ton/tahun.

Data impor magnesium klorida di Indonesia dari tahun 2018-2022 diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. Data tersebut dapat dilihat dalam Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Data Impor $MgCl_2$ di Indonesia

Tahun	Total Impor (Ton/Tahun)
2018	1.368,46
2019	726,20
2020	820,91
2021	1.279,22
2022	956,93

Dalam data tersebut kita bisa melihat bagaimana impor magnesium klorida dan dapat kita lakukan regresi linear dan mendapatkan hasil seperti pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Grafik Data Impor Magnesium Klorida di Indonesia

Berdasarkan grafik data impor yang diperoleh dari BPS bahwa sebenarnya impor magnesium klorida mengalami penurunan di regresi linear tetapi sebenarnya data setiap tahunnya naik turun. Dari gambar grafik didapatkan persamaan regresi linear yaitu:

$$y = 27,003x + 1111,4 \quad (1.1)$$

$$y = -27,003x + 1111,4$$

Dimana :

y = Kebutuhan $MgCl_2$ pada tahun x (ton/tahun)

x = Selisih tahun 2028-2018 (11)

Jadi kebutuhan magnesium klorida pada tahun 2028 dapat diprediksi dengan menggunakan persamaan regresi linear sebagai berikut :

$$y = -27,003x + 1111,4$$

$$y = -27,003(11) + 1111,4$$

$$y = 814,37 \text{ ton/tahun}$$

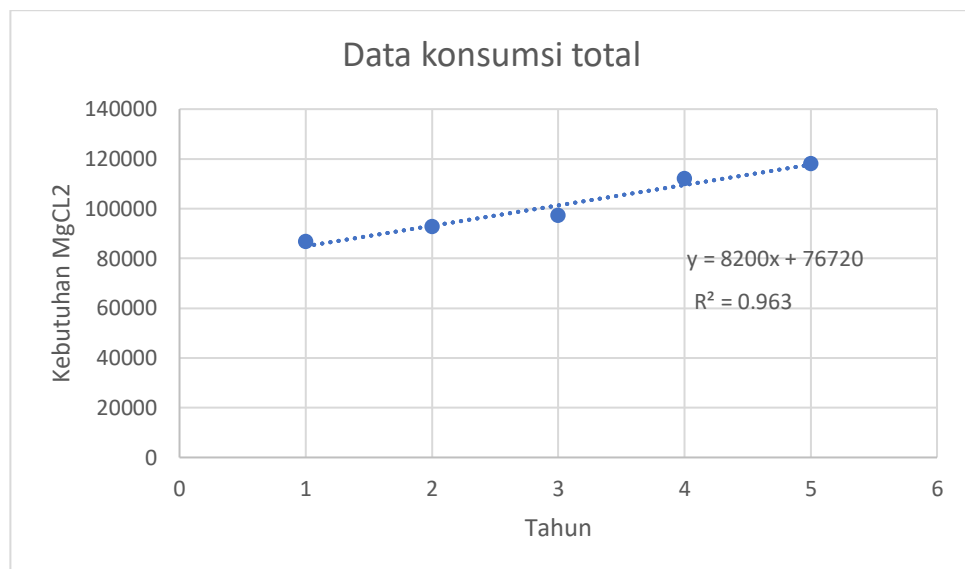
Dengan Persamaan (1.1) di atas, dapat proyeksi data impor Magnesium Klorida pada tahun 2028 sebesar 814,37 ton/tahun.

Magnesium klorida juga bisa dimanfaatkan untuk berbagai hal ataupun berbagai industri, ada sebagai bahan aditif pewarna tekstil, zat aditif pewarna obat/cairan, industri pulp. Berdasarkan data yang ditelaah dari berbagai sumber yaitu Saleem Asraf S.I, (2008); APKI, (2008); Rama Hadi Putra, (2009) dan Tugas Akhir atas nama Fuzie Esa Kusuma Dewi (2015) didapatkan data konsumsi magnesium klorida pada setiap industri dapat dilihat dalam Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Konsumsi Magnesium Klorida Pada Industri Tekstil, *Pulp*, dan Obat/Cairan Infus

Tahun	Konsumsi magnesium klorida pada industri tekstil (Ton/Tahun)	Konsumsi magnesium klorida pada industri <i>pulp</i> (Ton/Tahun)	Konsumsi magnesium klorida pada industri obat/cairan infus (Ton/Tahun)	Total konsumsi magnesium klorida (Ton/Tahun)
2008	54.600	32.000	0,05	86.600,05
2009	58.200	34.500	0,06	92.700,06
2010	61.800	35.500	0,06	97.300,06
2011	75.600	36.500	0,06	112.100,06
2012	80.400	37.500	0,09	117.900,09

Dari tabel di atas dapat digambarkan grafik data konsumsi magnesium klorida yang ada di Indonesia dan data tersebut untuk menemukan regresi linear yang dapat dilihat dari Gambar 1.2 di bawah ini.



Gambar 1. 2 Grafik Konsumsi Magnesium Klorida Pada Industri Tekstil, *Pulp*, dan Obat/Cairan Infus

Berdasarkan grafik yang dibuat dari data konsumsi Magnesium Klorida di Indonesia, yang bisa kita lihat di Gambar 1.2 bahwa sebenarnya konsumsi Magnesium Klorida memiliki tren positif dalam konsumsinya yang berarti tiap tahunnya selalu meningkat, dan juga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$y = 8.200x + 76.720 \quad (1.2)$$

$$y = 8.200x + 76.720$$

Dimana : y = Kebutuhan konsumsi $MgCl_2$ pada tahun x (ton/tahun)

$$x = \text{Selisih tahun } 2028-2008 \text{ (21)}$$

Jadi kebutuhan konsumsi magnesium klorida pada tahun 2028 dapat diprediksi dengan menggunakan persamaan regresi linear sebagai berikut:

$$y = 8.200x + 76.720$$

$$y = 8.200(21) + 76.720$$

$$y = 248.920 \text{ ton/tahun}$$

Dengan persamaan (1.2) di atas, dapat proyeksi konsumsi Magnesium Klorida pada tahun 2028 sebesar 248.920 ton/tahun.

Selain data impor dan konsumsi juga ada data pabrik pembuat Magnesium Klorida yang telah berdiri untuk membuat target yang cocok untuk perancangan pabrik kami sehingga kapasitasnya tidak terlalu banyak dan tidak terlalu sedikit. Berikut ini daftar pabrik Magnesium Klorida yang telah berdiri di Cina.

Tabel 1. 3 Daftar Pabrik Magnesium Klorida di Cina

PABRIK	KAPASITAS (ton/tahun)
Langfang huinou fine chemical co.ltd	2.400
Guangcheng chemical	3.000
Arshine pharmaceutical co. limited	6.000
Weifang haizhiyuan chemistry and industry co. ltd	12.000
Lianyungang rifeng calcium & magnesium co. ltd	30.000
Tai'an health chemical co. ltd	36.000

Dari data impor dan konsumsi di atas dapat dipakai untuk menghitung peluang pabrik yang akan didirikan oleh kita =

$$\text{Peluang} = \text{Demand} - \text{Supply}$$

$$\text{Peluang} = (\text{ekspor} + \text{konsumsi}) - (\text{impor} + \text{produksi})$$

$$\text{Impor} = 814,367 \text{ ton/tahun}$$

konsumsi = 248.920 ton/tahun

Produksi = 0 (karena tidak ada pabrik Magnesium Klorida di Indonesia)

Ekspor = 0 (karena tidak ada pabrik Magnesium Klorida di Indonesia)

Peluang = $(0+248.920) - (814,37+0) = 248.105,6$ ton/tahun

Peluang yang didapat adalah sebesar 248.105,6 ton/tahun tetapi dilihat dari banyaknya pabrik yang memiliki kapasitas hanya kisaran 2.400 sampai 36.000 maka hanya mengambil sekitar 8,06% peluang yang bisa diambil sehingga pabrik Magnesium Klorida yang kami rancang hanya akan berkapasitas 20.000 ton/tahun.

1.3 Tinjauan Pustaka

Magnesium klorida adalah suatu senyawa kimia dengan rumus $MgCl_2$ dan berbagai hidratnya $MgCl_2(H_2O)_x$. Garam-garam ini adalah ion halida khas, yang sangat larut dalam air. Di Amerika Utara, magnesium klorida diproduksi terutama dari air garam Great Salt Lake. Senyawa ini diekstraksi dalam proses serupa dari Laut Mati di Lembah Yordania. Magnesium klorida, sebagai mineral alami biskofit, juga diekstraksi (dengan penambahan larutan) dari dasar laut purba, misalnya, dasar laut Zechstein di Eropa barat laut. Beberapa magnesium klorida dibuat dari penguapan air laut dengan bantuan matahari.

1.3.1 Macam-macam Proses

Magnesium klorida dapat diproduksi dengan berbagai proses, antara lain :

a. Pembuatan dengan air laut dan kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

Air laut mengandung garam magnesium yang dapat dimanfaatkan dengan mereaksikan air laut dan kapur sehingga dapat diperoleh magnesium hidroksida pada suhu 45°C dengan tekanan 1 atm. Selanjutnya untuk menghasilkan magnesium klorida maka magnesium hidroksida dipisahkan dari larutannya lalu direaksikan dengan asam klorida sehingga diperoleh magnesium klorida heksahidrat. Kemudian magnesium klorida heksahidrat didehidrasi untuk memperoleh magnesium klorida anhidrat (Kirk-Othmer, 1964).

b. Pembuatan Dari Dolomite dan Air Laut

Dolomite merupakan bahan yang digunakan untuk menyediakan magnesium hidroksida pada suhu 48°C dengan tekanan 1 atm. Proses selanjutnya sama dengan proses pembuatan magnesium klorida dengan air laut dan kapur (Kirk-Othmer, 1964).

c. Pembuatan dari Bittern dan NaOH

Bittern merupakan larutan pekat sisa hasil penguapan air laut pada proses pembuatan garam dari air laut dengan menggunakan energi matahari dengan jumlah yang sangat berlimpah yang biasanya tidak dimanfaatkan dan dibuang kembali ke laut. Bahan baku NaOH berupa padatan dilarutkan dengan air kemudian direaksikan dengan bittern pada suhu 30°C dengan tekanan 1 atm sehingga diperoleh endapan magnesium hidroksida dan senyawa lain. Endapan magnesium hidroksida dialirkan menuju decanter untuk memisahkannya dengan

senyawa NaCl. Kemudian setelah terpisah, magnesium hidroksida direaksikan dengan HCl sehingga diperoleh magnesium klorida (Kirk-Othmer, 1964).

d. Pembuatan dari Carnallite

Carnallite merupakan salah satu mineral magnesium dengan formula $\text{KMgCl}_3 \cdot (\text{H}_2\text{O})_6$. Magnesium klorida dibuat dari carnallite dengan thermal decomposition pada suhu 46°C dengan tekanan 1 atm. Dari proses tersebut diperoleh magnesium klorida dengan konsentrasi 28%. Kemudian untuk menaikkan konsentrasi magnesium klorida dan menghilangkan pengotor yang masih ada dengan cara evaporasi. Selanjutnya untuk memisahkan larutan yang masih terdapat logam besi dengan cara oksidasi menggunakan KCl pada akhir evaporasi lalu dilanjutkan dengan pemisahan dengan menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. (Ettouney, 2002)

e. Pembuatan dari Magnesium Hidroksida

Magnesium hidroksida terdiri dari senyawa Fe_2O_3 , SiO_2 dan CaO direaksikan dengan HCl 10% pada suhu $50\text{-}60^\circ\text{C}$ dengan tekanan 1 atm sehingga diperoleh magnesium klorida heksahidrat dengan konsentrasi 94,5%. Magnesium klorida heksahidrat akan didehidrasi sehingga menghasilkan magnesium klorida anhidrat.

Tabel 1. 4 Reaksi pada Proses Dehidrasi $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

NO.	RANGE TEMPERATURE	REAKSI
1.	$95^\circ\text{C}\text{-}115^\circ\text{C}$	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$
		$\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$
2.	$135^\circ\text{C}\text{-}180^\circ\text{C}$	$\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgOHCl} + \text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
		$\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
3.	$185^\circ\text{C}\text{-}230^\circ\text{C}$	$\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgOHCl} + \text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
4.	$>230^\circ\text{C}$	$\text{MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
		$\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgOHCl} + \text{HCl}$

Impuritis yang terkandung dalam magnesium hidroksida pada proses ini tidak larut bersama produk (Kirk-Othmer, 1964).

1.3.2 Pemilihan Proses

Tabel 1. 5 Perbandingan Pemilihan Proses

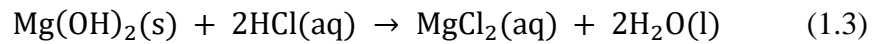
Parameter	Air Laut dan kapur	Dolomite dan Air Laut	Bitter dan NaOH	Carnallite	Magnesium Hidroksida
Suhu	45°C	44°C	48°C	46°C	50-60°C
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Bahan Baku	Air laut, kapur dan asam Klorida	Dolomite, Air laut, kapur dan asam klorida	air laut, NaOH dan bittern	Carnallite, dan kalsium hidroksida	Magnesium hidroksida dan asam klorida
Konversi	13%	26,8%	30,1%	28%	94,5%

Dari beberapa proses pembuatan magnesium klorida diatas, maka dipilih proses pembuatan magnesium klorida dengan menggunakan magnesium hidroksida. Alasan pemilihan ini karena menghasilkan produk dengan kemurnian 98%-99% dengan konversi yang tinggi sekitar 94,5% serta hasil samping hanya berupa air (H₂O) sehingga aman untuk lingkungan.

1.4 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika digunakan untuk menunjukkan sifat reaksi (endotermis/eksotermis), arah reaksi (*reversible/irreversible*) dan mengetahui keberlangsungan reaksi pada suhu yang diinginkan. Penentuan panas reaksi berjalan secara endotermis atau eksotermis dapat ditentukan dengan menghitung panas reaksi standar (ΔH°_R) pada $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 298$

K. Eksotermis ialah reaksi kimia dengan sistem melepaskan kalor / panas. Reaksi yang menyebabkan suhu campuran reaksi naik dan energi potensial zat-zat kimia turun. Pada pembentukan magnesium klorida terjadi reaksi sebagai berikut :



Tabel 1. 6 ΔH°_f Masing masing Komponen (Perry,1999)

No.	Komponen	ΔH°_f (kcal/mol)	ΔH°_f (kJ/mol)
1.	Mg(OH)_2	-221,90	-924,54
2.	HCl	-22,06	-167,20
3.	MgCl_2	-153,22	-641,10
4.	H_2O	-68,32	-242

$$\Delta H^\circ_R = \sum \Delta H^\circ_{f\text{produk}} - \sum \Delta H^\circ_{f\text{reaktan}}$$

$$\Delta H^\circ_R = (\Delta H^\circ_{f\text{MgCl}_2} + 2 \times \Delta H^\circ_{f\text{H}_2\text{O}}) - (\Delta H^\circ_{f\text{Mg(OH)}_2} + 2 \times \Delta H^\circ_{f\text{HCl}})$$

$$\Delta H^\circ_R = -99,69 \text{ kJ/mol}$$

Pembentukan magnesium klorida dari magnesium hidroksida dan asam klorida merupakan reaksi eksotermis dikarenakan harga entalpinya negatif yaitu sebesar -99,69 kJ/mol.

1.4.1 Mencari Energi Bebas Gibbs (ΔG)

Menentukan arah reaksi (reversible/irreversible) itu bisa dilakukan dengan menghitung energi Gibbs standar (ΔG°) pada $P = 1$ atm dan $T = 298$ K. Harga dari ΔG°_f masing-masing komponen dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 1. 7 Harga ΔG°_f Masing-masing Komponen (Ulmann, 2007)

NO.	KOMPONEN	ΔG°_f
1.	Mg(OH) ₂	-833,60
2.	HCl	-100,40
3.	MgCl ₂	-591,80
4.	H ₂ O	-237,10

$$\Delta G^\circ_R = \Sigma \Delta G^\circ_{f \text{ Produk}} - \Sigma \Delta G_{f \text{ Reaktan}} \quad (1.4)$$

$$\Delta G^\circ_R = (\Delta G^\circ_{f \text{ Mg(OH)}_2(s)} + 2\Delta G^\circ_{f \text{ HCl(aq)}}) - (\Delta G^\circ_{f \text{ MgCl}_2(aq)} + 2\Delta G^\circ_{f \text{ H}_2\text{O(l)}})$$

$$\Delta G^\circ_R = (-591,8 + 2 \times -237,1) - (-833,6 + 2 \times -100,4)$$

$$= -31,6 \text{ kJ/mol}$$

Karena ΔG°_R mendapatkan hasil negatif, maka reaksinya dapat dinyatakan berjalan spontan. Konstanta kesetimbangan reaksi pada suhu 25°C dapat dihitung, dengan:

$$-\ln K = \exp\left(\frac{-\Delta G}{RT}\right) \text{ (Mc. Ketta, 1976)}$$

$$= \exp\left(\frac{-31,6 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}}{\frac{8,314 \cdot 10^{-3} \text{kJ}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \times 298,15}\right)$$

$$-\ln K = \exp(12,75)$$

$$K = 345.932,86$$

Karena Nilai K sangat besar sehingga bisa di nyatakan reaksi ke kanan jauh lebih besar di dibandingkan dengan reaksi ke kiri maka reaksinya dapat dinyatakan reaksi satu arah.

1.4.2 Tinjauan Kinetika

Kinetika adalah studi tentang laju reaksi kimia, yaitu seberapa cepat atau lambat reaksi kimia terjadi. Dalam kimia, reaksi kimia dapat

terjadi dalam berbagai tingkat kecepatan tergantung pada faktor-faktor tertentu, seperti konsentrasi reaktan, suhu, luas permukaan partikel, katalisator, dan sebagainya. Oleh karena itu, penting untuk memahami kinetika reaksi kimia karena dapat membantu dalam pengembangan dan perbaikan proses kimia yang melibatkan reaksi kimia.

Kinetika reaksi dapat dijelaskan dengan beberapa parameter, seperti laju reaksi, orde reaksi, konstanta laju reaksi, energi aktivasi, dan sebagainya. Laju reaksi merupakan jumlah perubahan konsentrasi reaktan atau produk per satuan waktu, biasanya dalam satuan mol per liter per detik. Orde reaksi adalah tingkat pengaruh konsentrasi reaktan terhadap laju reaksi, sementara konstanta laju reaksi adalah konstanta proporsionalitas antara konsentrasi reaksi dan laju reaksi.

Faktor-faktor seperti suhu, konsentrasi reaktan, dan keberadaan katalisator dapat mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi. Misalnya, kenaikan suhu dapat meningkatkan laju reaksi karena meningkatkan energi kinetik partikel, sehingga meningkatkan kemungkinan tabrakan antar partikel. Selain itu, penambahan katalisator dapat menurunkan energi aktivasi dan meningkatkan laju reaksi.

Berdasarkan penelitian (HK Bharadwaj, 2013) yang ada dalam jurnal diketahui bahwa reaksi pembentukan magnesium klorida merupakan reaksi orde satu terhadap magnesium hidroksida dan konstanta laju reaksinya adalah $0,111 \text{ menit}^{-1}$.

Faktor yang mempengaruhi laju reaksi adalah konsentrasi optimal dan kecepatan reaksi. Semakin cepat reaksi, maka nilai konstanta laju reaksi juga lebih cepat meningkat. Konstanta laju dan energi aktivasi dihitung dengan persamaan di atas. Secara umum, semakin lama waktu reaksi maka konversi yang diperoleh semakin besar karena semakin lama reaktan saling kontak untuk menghasilkan perubahan (produk diperoleh). Dengan pengadukan, akan ada lebih banyak peluang untuk reagen bergabung satu sama lain.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Magnesium Klorida

Rumus Molekul	: MgCl ₂
Berat molekul	: 95,23 g/mol
Titik didih	: 1.412 °C
Titik lebur	: 714 °C
<i>Specific gravity</i>	: 1,23
Densitas	: 2,32 g/cm ³
Kemurnian	: 97 %
Mg(OH) ₂	: 1,2 %
SiO ₂	: 0,8 %
CaO	: 0,5 %
Fe ₂ O ₃	: 0,2 %
H ₂ O	: 0,3 %
Wujud	: Serbuk
Warna	: Putih
Kelarutan	: 54.3 g/100 ml di 20 °C
	: 72.6 g/100 ml di 100 °C
<i>Enthalpy</i> (ΔH°_R)	: -641,30 kJ/mol
Energi Bebas Gibbs (ΔG)	: -591,8 kJ/mol
Sifat kimia	:

- a. Larut dalam air dan alkohol
- b. Mudah terbakar (Holleman, A. F., 2001)

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1 Magnesium Hidroksida

Rumus Molekul	: $\text{Mg}(\text{OH})_2$
Berat molekul	: 58,32 g/mol
Titik lebur	: 340 °C
<i>Specific gravity</i>	: 2,36
Densitas	: 2,3446 g/cm ³
Kemurnian	: 97,4 %
SiO ₂	: 1,6 %
CaO	: 0,8 %
Fe ₂ O ₃	: 0,2 %
Wujud	: Serbuk
<i>Enthalpy</i> (ΔH°_R)	: -924,54 kJ/mol
Energi Bebas Gibbs (ΔG)	: -833,6 kJ/mol
Kelarutan	: 0.00064 g/100 ml di 25 °C
	: 0.004 g/100 ml di 100 °C
Sifat kimia	:
a.	Mudah larut dalam HCl
b.	Tidak larut dalam air (Robert H. Perry, 2008)

2.2.2 Asam Klorida

Rumus Molekul	: HCl
Berat molekul	: 36,47 g/mol
Titik didih	: 84 °C
<i>Specific gravity</i>	: 1,335 (20°C)
Densitas	: 0,773 g/cm ³
Kemurnian	: 33 %
H ₂ O	: 67 %
Wujud	: Cair
<i>Enthalpy</i> (ΔH°_R)	: -167,20 kJ/mol
Energi Bebas Gibbs (ΔG)	: -100,4 kJ/mol
Kelarutan	: Tercampur penuh
Sifat kimia	:
a.	Larut dalam air.
b.	Larut dalam alkohol.
c.	Melarutkan magnesium hidroksida (Vogel, 1979).

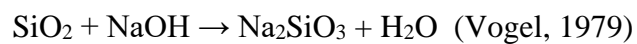
2.3 Spesifikasi Bahan Intermediet

2.3.1 Silikon Oksida

Rumus Molekul	: SiO ₂
Berat molekul	: 60,08 g/mol
Titik didih	: 2230 °C
Titik lebur	: 1600 °C - 1725 °C

Densitas	: 2,648 g/cm ³
Wujud	: Kristal
Warna	: Putih
Kelarutan dalam air	: 0,076 g/l (37 °C)
Sifat kimia	:

- Tidak larut dalam asam apapun (asam-asam encer) kecuali HF.
- Beraksi dengan NaOH membentuk Natrium silika trioksida.



2.3.2 Feri Oksida

Rumus Molekul	: Fe ₂ O ₃
Berat molekul	: 159,69 g/mol
Titik beku	: 1566 °C
Densitas	: 5,242 g/cm ³ , padat
Kelarutan	: tidak larut
<i>Enthalpy</i> (ΔH° _R)	: -825,50 kJ/mol
Sifat kimia	:

- Tidak larut dalam air.
- Sukar larut dalam asam-asam encer.
- Larut dalam asam-asam kuat (Vogel, 1979).

2.3.3 Kalsium Oksida

Rumus Molekul	: CaO
---------------	-------

Berat molekul	: 56,0774 g/mol
Titik didih	: 2850 °C (3123 K)
Titik beku	: 2613 °C (2886 K)
Densitas	: 3,34 g/cm ³
Kelarutan	: 1.19 g/l di suhu 25 °C : 0.57 g/l di suhu 100 °C
Sifat kimia	:

Tidak bereaksi dengan asam klorida encer (Vogel, 1979).

2.4 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) merupakan suatu usaha yang dilakukan untuk menjaga serta mempertahankan mutu atau kualitas suatu produk agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pengendalian kualitas pada pabrik magnesium klorida terdiri dari pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku dilakukan untuk mengetahui bahan baku yang dihasilkan memiliki kualitas yang sesuai atau tidak untuk mendapatkan produk yang diinginkan, ditinjau dari beberapa pertimbangan bahan baku yang ada dan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan dalam proses. Sehingga, perlu dilakukan pengecekan terkait kualitas bahan baku untuk proses produksi pada Propylene, Hydrogen, Carbon monoxide, dan Natrium hydroxide. Tahap ini dilakukan untuk

mengetahui bahan yang digunakan dalam pembuatan produk sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan dalam pabrik.

Analisa laboratorium dilakukan menggunakan alat kontrol untuk mengawasi mutu bahan baku yang digunakan. Setelah dilakukan analisa bahan baku dapat diketahui kualitas bahan baku yang tidak sesuai, maka kemungkinan dapat dilakukan pengembalian kepada *supplier*.

2.4.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi

Pengendalian kualitas proses produksi dilakukan dengan meninjau aliran melalui alat yang berfungsi sebagai kontrol sistem. Pusat pengawasan pengendalian operasi dilakukan di *control room* dengan metode *automatic control* dengan menggunakan indikator. Sehingga dapat mendeteksi kesalahan dan penyimpangan saat berjalannya proses produksi melalui indikator yang sudah di *set*, seperti *flow rate*, *level control* dan *temperature control*. Sinyal tersebut akan terdeteksi dengan adanya tanda yang diberikan melalui bunyi alarm, nyala lampu dan sinyal lainnya. Apabila terjadi kesalahan, atau penyimpangan, maka perlu dilakukan pengembalian kondisi seperti awal yang dapat dilakukan secara otomatis maupun manual.

Alat kontrol yang harus di *set* pada kondisi tertentu antara lain adalah:

a. *Flow control*

Flow control adalah alat yang digunakan untuk mengelola aliran masuk dan juga aliran keluar sehingga tidak terlalu cepat ataupun tidak terlalu lambat.

b. *Temperature control*

Temperature control adalah alat yang digunakan untuk mengelola batasan nilai suhu dengan menggunakan *set point*. Dimana setiap perubahan suhu yang terjadi akan terdeteksi, dan pada aliran energi panas ke dalam dan keluar diatur untuk mencapai suhu yang diinginkan.

c. *Level control*

Level control adalah alat yang digunakan pada alat seperti tangki yang berfungsi untuk mengetahui dan mengendalikan cairan yang berada di dalam tangki sehingga tinggi cairan tidak melebihi batas maksimum yang ditetapkan.

d. *Pressure control (Valve)*

Pressure control adalah alat yang dilakukan untuk mengetahui dan juga mengendalikan tekanan pada operasi berdasarkan tekanan operasi yang sudah ditetapkan pada alat.

Pengendalian proses juga dilakukan pada suatu harga sehingga dihasilkan produk yang memenuhi standar yang telah ditetapkan. Maka diperlukan pengendalian mutu untuk mengetahui bahan baku yang digunakan apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Dan perlu diadakan pengawasan dan pengendalian produksi

setelah perencanaan produksi dan juga proses produksi sehingga proses produksi berjalan dengan baik.

Secara umum pengendalian kualitas mutu dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain adalah:

a. Pengawasan proses secara langsung

Pengawasan dilakukan dengan *team quality control* secara langsung dengan mengamati setiap proses yang berjalan, dengan memperhatikan perlakuan pada aliran bahan baku dan juga alat produksi.

b. Pengawasan melalui panel kendali dan pengawasan secara otomatis

Pengendalian proses secara otomatis dilakukan dengan mengamati mesin produksi yang bekerja misalnya pada saat tekanan terjadinya reaksi, suhu operasi reaktor, aliran material dalam alat dan lain-lain. Sehingga apabila terjadi kesalahan atau penyimpangan terhadap bahan baku selama terjadinya proses produksi, maka alat akan berhenti secara otomatis.

c. Pengawasan kondisi parameter mesin

Pengawasan proses dengan cara ini diutamakan pada parameter-parameter mesin produksi yang sedang berjalan. Sehingga apabila terjadi kesalahan maupun ada hal yang tidak sesuai dengan standar maka perlu dilakukan ulang setting mesin agar memenuhi standar yang telah ditentukan.

2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk

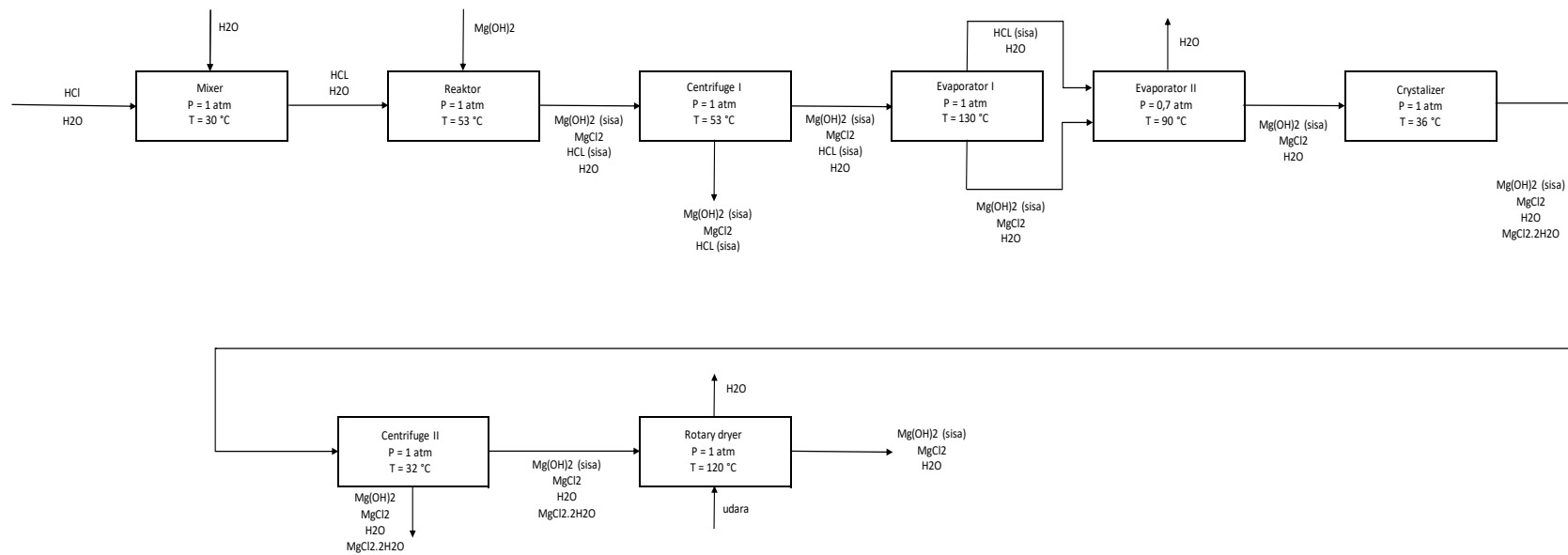
Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara system control sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai standar yang ada.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

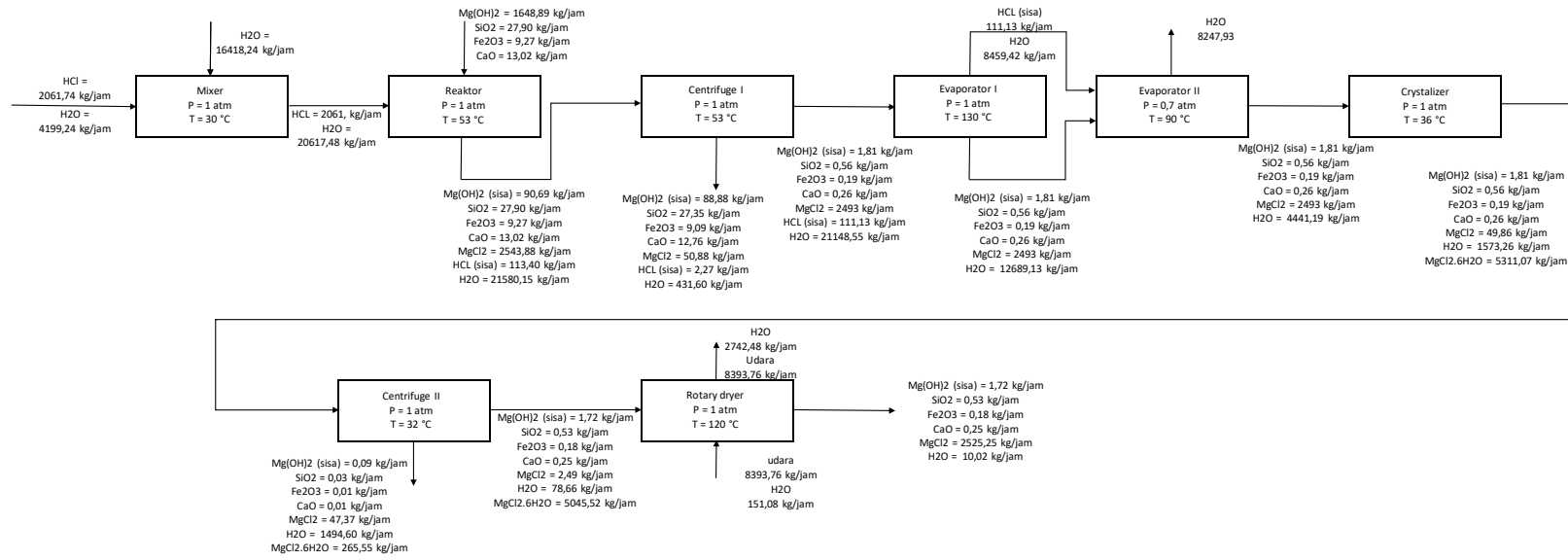
3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 2. 1 Diagram Alir Kualitatif

3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 2. 2 Diagram Alir Kuantitatif

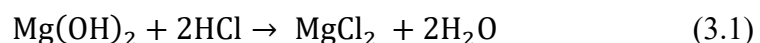
3.2 Uraian Proses

a. Tahapan persiapan bahan baku

Bahan baku pembuatan magnesium klorida terdiri dari magnesium hidroksida dan asam klorida (HCl). Magnesium hidroksida dalam bentuk padatan disimpan di dalam Silo *Storage* (SS-01). Selanjutnya magnesium hidroksida dari Silo *Storage* diumpangkan masuk kedalam Reaktor (RE-01) dengan menggunakan *Hopper* (HO-01). Sedangkan HCl 33% dalam fasa liquid disimpan di dalam *Storage Tank* (ST-01). Selanjutnya HCl 33% dari *Storage Tank* diencerkan dengan menambahkan air kedalam *Mixer* (M-01) sehingga hasil keluaran menjadi HCl dengan konsentrasi 10%. Kemudian HCl 10% dipanaskan dengan menggunakan *Heater* (HE-01) dari suhu 30°C menjadi 53°C dengan menggunakan pemanas berupa *steam*. Lalu dipompa menuju Reaktor (RE-01).

b. Reaksi

Pada tahap ini, Reaktor beroperasi pada suhu 53°C dan tekanan 1 atm. Disini *impurity* seperti CaO, Fe₂O₃, SiO₂ tidak ikut larut dengan penambahan asam klorida encer tersebut (Vogel, 1979) sehingga terbentuk hasil keluaran Reaktor berupa magnesium klorida dengan konversi reaksi 94,5%, dengan reaksi sebagai berikut:



c. Tahap Pemurnian produk

Hasil keluaran dari reaktor kemudian dialirkan menuju *Centrifuge* (CF-01) untuk memisahkan Mg(OH)₂, CaO, Fe₂O₃, dan SiO₃. Sebagian MgCl₂,

HCl, dan H₂O juga ikut terpisahkan. Hasil pemisahan tersebut kemudian akan dialirkan menuju UPL. Selanjutnya magnesium klorida diumpankan ke dalam Evaporator I (EV-01) II (EV-02) (*double effect*) dengan menggunakan pompa. Evaporator I (EV-01) beroperasi pada suhu 130°C dan Evaporator II (EV-02) beroperasi pada suhu 90°C. Evaporator berfungsi untuk memekatkan magnesium klorida dengan menggunakan *steam*. Selama proses tersebut, air dan larutan asam klorida akan terpisah sebagai hasil atas fase uap. Hasil atas fase uap dari evaporator I kemudian dialirkan menuju evaporator II yang akan digunakan sebagai *steam*, sedangkan hasil bawah dari evaporator I akan dimasukan lagi ke dalam evaporator II karena masih mengandung cukup banyak air. Evaporator II berfungsi untuk menghilangkan kandungan air pada magnesium klorida sehingga dihasilkan magnesium klorida dengan sedikit air. Kemudian hasil keluaran dari evaporator II diumpankan ke dalam *Crystallizer* (CR-01) untuk mengkristalkan magnesium klorida sehingga didapat produk keluaran berbentuk padat. Selanjutnya magnesium klorida diumpankan menuju *centrifuge* (CF-02) untuk memisahkan padatan dan cairan (*mother liquor*). Lalu, magnesium klorida diumpankan ke dalam *Rotary Dryer* (RD-01) untuk menghilangkan kandungan air dengan udara panas, dan hasil keluaran dari *rotary dryer* berupa magnesium klorida padatan. Lalu produk akan disimpan sementara di dalam Silo *Storage* II (SS-02). Selanjutnya magnesium klorida dari silo *storage* II akan dialirkan menuju gudang penyimpanan dan siap untuk dipasarkan.

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Spesifikasi Reaktor

Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor

Alat	=	Reaktor	
Kode alat	=	RE-101	
Fungsi	=	Mereaksikan $Mg(OH)_2 + HCl$ menjadi $MgCl_2 + H_2O$	
Tipe	=	Tangki berpengaduk dengan jaket dan pendingin	
Kapasitas	=	24.149,97	Kg/jam
Kondisi	=	53	°C
Operasi			
Dimensi	=	Reaktor :	
		Diameter <i>reactor</i> (D)	= 4,51 m
		Tinggi <i>reactor</i> (H)	= 6,24 m
		Tebal <i>reactor</i> (ts)	= 6/16 in
		Tebal <i>head</i> (th)	= 10/16 in
		Pengaduk :	
		Tipe pengaduk	= Flat six-blade open turbine
		Diameter pengaduk (Da)	= 1,35 m
		Lebar pengaduk (W)	= 0,27 m
		Lebar pengaduk (Dd)	= 0,90 m
		Panjang pengaduk (L)	= 0,34 m
		Jarak pengaduk dari dasar (C)	= 1,51 m
		Lebar <i>Baffle</i> (J)	= 0,37 m
		Daya pengaduk	= 50 hp
		Jumlah pengaduk	= 1 Buah
		Jumlah <i>baffle</i>	= 4 Buah
		Putaran pengaduk	= 0,75 rps
		Pendingin :	
		Massa air	= 324,04 Kg/jam
		Kecepatan pendingin	= 0,17 m/jam
		Tekanan disain	= 33,35 psi
		Tebal dinding jaket (tj)	= 1/2 in
		ID	= 180 in
		OD	= 192 in
		Bahan konstruksi	= <i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316</i>
		Tekanan <i>design</i>	= 23,53 psi
		Daya	= 50 hp
		Jumlah	= 1 buah

3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah dan Unit Operasi Pendukung

a. *Mixer* (MT-01)

Tabel 3. 2 Spesifikasi *Mixer*

MIXER			
Kode alat	=	MT-101	
Fungsi	=	Melarutkan HCl 33% menjadi 10%	
Tipe	=	Tangki berpengaduk	
Kapasitas	=	22.679,22	Kg/jam
Kondisi Operasi	=	30	°C
		Tinggi tangki (Ht)	= 4,47 m
		ID	= 3,25 m
		Tebal shell (ts)	= 7/16 in
		OD	= 132 in
		Tinggi head (OA)	= 0,61 m
		Tipe pengaduk	= Marine Propeller 3 blades
		Diameter Pengaduk (DA)	= 0,97 m
		Lebar pengaduk (W)	= 0,19 m
		Jarak pengaduk (Dd)	= 0,65 m
Dimensi	=	Panjang pengaduk (L)	= 0,24 m
		Jarak pengaduk dari dasar (C)	= 1,08 m
		Lebar <i>buffle</i> (J)	= 0,27 m
		Daya pengaduk	= 60 Hp
		Pendingin	
		Massa air	= 324,05 Kg/jam
		Kecepatan pendingin	= 0,17 m/jam
		Tekanan disain	= 33,35 psi
		Tebal dinding jaket (tj)	= 1/2 in
		ID	= 180 in
		OD	= 192 in
Bahan konstruksi	=	<i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316</i>	
Tekanan <i>design</i>		20,44	psi
Jumlah		1	buah

b. *Centrifuge* (CF-01)

Tabel 3. 3 Spesifikasi *Centrifuge*

CENTRIFUGE			
Kode alat	=	CF-01	
Fungsi	=	Memisahkan cairan dari padatan	
Tipe	=	<i>Disc bowl Centrifuge</i>	
Kapasitas	=	24.378,32	Kg/jam
Kondisi Operasi	=	53	°C

Tabel 3.3 Spesifikasi *Centrifuge* (Lanjutan)

Dimensi	=	Diameter <i>bowl</i>	=	16	in
		Panjang <i>Bowl</i> (L)	=	2,66	ft
		Kecepatan putaran (nb)	=	6.250	rpm
Bahan konstruksi	=	<i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316</i>			
Daya			=	1/2	Hp
Jumlah			=	1	buah

c. Evaporator 1 (EV-01)

Tabel 3. 4 Spesifikasi Evaporator 1

EVAPORATOR					
Kode alat	=	EV-01			
Fungsi	=	Melarutkan HCl dan H ₂ O			
Tipe	=	<i>Long tube vertical</i>			
Kapasitas	=	22.675,49	Kg/jam		
Kondisi Operasi	=	<i>Shell</i>	=	230	°F
		<i>Tube</i>	=	327,20	°F
		TC	=	327,20	°F
		tc	=	203	°F
ΔtLMTD			=	122,22	°F
Luas	A		=	2.098,58	ft ²
		<i>Shell</i>			
Dimensi	=	ID	=	27	in
		B	=	13,50	in
		<i>Passes</i>	=	1	m
		ΔPs	=	0,84	psi
		<i>Tube</i>			
		L	=	24	ft
		Nt	=	334	
		BWG	=	16	
		OD	=	1	in
		<i>Pitch</i>	=	1(1/4)	m/jam
		<i>Triangular Pitch</i>			
		<i>Passes</i>	=	2	
		ΔPT	=	11,06	psi
		Tebal <i>shell</i> (ts)	=	8/16	in
		ODS	=	28	in
		Tebal <i>head</i>	=	5/16	in
		Tinggi <i>head</i> (OA)	=	0,16	m
		Tinggi total	=	7,53	m
<i>Clean overall coeficien</i> (UC)	=	141,86 btu/hr.ft ² .°F			
<i>Design overall coefficient</i> (UD)	=	95,73 btu/hr.ft ² .°F			

Tabel 3.4 Spesifikasi Evaporator 1 (Lanjutan)

<i>Dirt factor</i> (Rd)	=	0,004 hr.ft ² .°F/btu	
Bahan konstruksi	=	<i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type</i>	316
Tekanan <i>design</i>		28,29	psi
Jumlah		1	buah

d. Evaporator 2 (EV-02)

Tabel 3.5 Spesifikasi Evaporator 2

EVAPORATOR					
Kode alat	=	EV-02			
Fungsi	=	Melarutkan H ₂ O			
Tipe	=	<i>Long tube vertical</i>			
Kapasitas	=	15.184,95	Kg/jam		
Kondisi Operasi	=	<i>Shell</i>	= 230 °F		
		<i>Tube</i>	= 327,20 °F		
		TC	= 327,20 °F		
		tc	= 203 °F		
			= 122,22 °F		
Δt_{LMTD}					
Luas	A	=	1.399,05 ft ²		
		<i>Shell</i>			
		ID	=	27 in	
		B	=	13,50 in	
		<i>Passes</i>	=	1 m	
		ΔP_s	=	0,23 psi	
		<i>Tube</i>			
		L	=	16 ft	
		Nt	=	334	
		BWG	=	16	
	Dimensi	=	OD	= 1 in	
			<i>Pitch</i>	= 1(1/4) m/jam	
				Triangular Pitch	
			<i>Passes</i>	=	2
			ΔP_T	=	4,52 psi
		Tebal <i>shell</i> (ts)	=	5/16 in	
		ODS	=	28 in	
		Tebal <i>Head</i>	=	5/16 in	
		Tinggi <i>Head</i> (OA)	=	0,16 m	
		Tinggi total	=	5,1 m	
<i>Clean overall coeficien</i> (UC)	=	141,86 btu/hr.ft ² .°F			
<i>Design overall coefficient</i> (UD)	=	58,91 btu/hr.ft ² .°F			
<i>Dirt factor</i> (Rd)	=	0,01 hr.ft ² .°F/btu			
Bahan konstruksi	=	<i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type</i>	316		
Tekanan <i>design</i>		19,55	psi		
Jumlah		1	buah		

e. *Crystalizer* (CR-01)**Tabel 3. 6** Spesifikasi *Crystalizer*

CRYSTALIZER			
Kode alat	=	CR-01	
Fungsi	=	Mengkristal MgCL ₂	
Tipe	=	Swenson-Walker	
Kapasitas	=	6.937,02	Kg/jam
Kondisi Operasi	=	Tekanan	= 1 Atm
	=	Suhu	= 36 °C
	=	Waktu kristalisasi	= 1 jam
Dimensi	=	Diameter	= 4,62 m
	=	Panjang	= 15.38 m
	=	Luas cooling area	= 291,18 ft ²
Daya	=	5 hp	
Jumlah	=	2 Buah	(1 buah standby)
Bahan konstruksi	=	<i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316</i>	

f. *Centrifuge* (CF-02)**Tabel 3. 7** Spesifikasi *Centrifuge*

CENTRIFUGE			
Kode alat	=	CF-02	
Fungsi	=	Memisahkan cairan dari padatan	
Tipe	=	<i>Disc bowl Centrifuge</i>	
Kapasitas	=	6.937,015	Kg/jam
Kondisi Operasi	=	32	°C
Dimensi	=	Diameter <i>bowl</i>	= 16 in
	=	Panjang <i>Bowl</i> (L)	= 2,66 ft
	=	Kecepatan putaran (nb)	= 6.250 rpm
Bahan konstruksi	=	<i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316</i>	
Daya	=	1/2	Hp
Jumlah	=	1	buah

g. *Dryer* (RD-01)**Tabel 3. 8** Spesifikasi *Dryer*

DRYER	
Kode alat	= RD-01
Fungsi	= Meringkan Produk
Tipe	= <i>Rotary Dryer</i>

Tabel 3.8 Spesifikasi *Dryer* (Lanjutan)

Kapasitas	=	5.129,35		Kg/jam	
Kondisi Operasi	=	Tekanan	=	1	Atm
		Diameter	=	0,78	m
		Panjang	=	5,35	m
		Volume	=	1,56	m ³
Dimensi	=			<i>Flight</i>	
		Jumlah <i>Flight</i>	=	20	Flight
		Tinggi <i>Flight</i>	=	0,06	ft
		Jarak Antar <i>flight</i>	=	0,12	ft
Daya	=	15		hp	
Jumlah	=	1		buah	
Bahan konstruksi	=	<i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316</i>			

3.3.3 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan

a. Tangki (T-01)

Tabel 3. 9 Spesifikasi Tangki

TANGKI					
Kode alat	=	T-01			
Fungsi	=	Menyimpan bahan baku HCl			
Tipe	=	Tangki silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar <i>flat bottomed</i>			
		dan atap berbentuk <i>terispherical head</i>			
		Kapasitas Tangki	=	4.507.910,47	kg
		Volume tangki	=	4.801,70	m ³
		Diameter standar tangki	=	21,33	m
		Tinggi standar tangki	=	7,31	m
Dimensi	=	<i>Course Plate</i>			
		<i>Tebal shell</i>			
		<i>Course 1</i>	=	0,18	in
		<i>Course 2</i>	=	0,18	in
		<i>Course 3</i>	=	0,18	in
		<i>Course 4</i>	=	0,18	in
		<i>Course 4</i>	=	0,18	in
		Tinggi puncak <i>head</i>	=	195,51	in
		Tebal <i>head</i> standar	=	0,18	in
	Tinggi total tangki	=	484,51	in	

b. Silo (SS-01)

Tabel 3. 10 Spesifikasi Silo

STORAGE			
Kode alat	=	SS-01	
Fungsi	=	Menyimpan bahan baku $Mg(OH)_2$	
Tipe	=	Silo <i>storage</i>	
Kapasitas	=	142,06	m ³
Suhu	=	30	°C
		Diameter <i>shell</i> (D)	= 4,37 m
		Diameter konis bawah (d)	= 1,09 m
		Tebal <i>shell</i>	= 4/16 in
		Tebal konis	= 4/8 in
		Tinggi <i>shell</i>	= 8,75 m
		Tinggi konis	= 1,64 m
		Tekanan desain	= 49 psi
Jumlah	=	1	Buah

c. Silo (SS-02)

Tabel 3. 11 Spesifikasi Silo

STORAGE			
Kode alat	=	SS-02	
Fungsi	=	Menyimpan Produk	
Tipe	=	Silo <i>storage</i>	
Kapasitas	=	125,59	m ³
Suhu	=	30	°C
		Diameter <i>shell</i> (D)	= 4,19 m
		Diameter konis bawah (d)	= 1,05 m
		Tebal <i>shell</i>	= 1/4 in
		Tebal konis	= 4/8 in
		Tinggi <i>shell</i>	= 8,39 m
		Tinggi konis	= 1,57 m
		Tekanan desain	= 46 psi
Jumlah	=	1	Buah

d. *Hopper* (HO-01)**Tabel 3. 12** Spesifikasi *Hopper*

HOPPER	
Kode alat	= HO-01
Fungsi	= Menampung sementara $Mg(OH)_2$ untuk umpan ke reaktor
Tipe	= <i>Hopper</i>

Tabel 3.12 Spesifikasi *Hopper* (Lanjutan)

Kapasitas	=	2.038,91		Kg/jam
Suhu		30		°C
		Diameter <i>shell</i> (D)	=	1,89 m
		Diameter konis (d)	=	0,47 m
		Tinggi konis (h)	=	0,71 in
		Tebal <i>hopper</i> (ts)	=	5/16 in
		Tinggi total (H)	=	4,49 m
		Tekanan desain	=	16,16 psi
Jumlah		1	=	Buah

e. Gudang Produk (GP-01)

Tabel 3. 13 Spesifikasi Gudang Produk

GUDANG PRODUK				
Kode alat	=	HP-01		
Fungsi	=	Menyimpan produk yang sudah diwadahi		
Tipe	=	bangunan		
Kapasitas	=	102		Pack
Dimensi	=	panjang	=	9,83 m
		Lebar	=	5,41 m
Bahan konstruksi tembok semen				
Jumlah		1	=	Buah

3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahana. *Blower***Tabel 3. 14** Spesifikasi *Blower*

BLOWER				
Kode		BL-01		
Fungsi		Mengalirkan udara ke HE		
Tipe		<i>Centrifuge Blower</i>		
Kapasitas		8.393,76		Kg/jam
Daya		5		Hp

b. *Bucket Elevator* 1 (BE-01)**Tabel 3. 15** Spesifikasi *Bucket Elevator* 1

BUCKET ELEVATOR				
Kode alat	=	BE-01		
Fungsi	=	Mengangkut Mg(OH) ₂ dari SC-101 ke HO-101		
Tipe	=	<i>Continus bucket elevator</i>		

Tabel 3.15 Spesifikasi *Bucket Elevator* 1 (Lanjutan)

Kapasitas	=	1.648,89		Kg/jam
Dimensi	=	Tinggi elevator	=	25 ft
		Lebar <i>belt</i>	=	7 in
		Kecepatan	=	225 ft/menit
Jumlah		1	=	Buah
Daya		2		hp

c. *Bucket Elevator 2 (BE-02)***Tabel 3. 16** Spesifikasi *Bucket Elevator 2*

BUCKET ELEVATOR				
Kode alat	=	BE-02		
Fungsi	=	Mengangkut MgCl ₂ dari SC-104 ke SS-102		
Tipe	=	<i>Continus bucket elevator</i>		
Kapasitas	=	2.537,95		Kg/jam
Dimensi	=	Tinggi elevator	=	25 ft
		Lebar <i>belt</i>	=	7 in
		Kecepatan	=	225 ft/menit
Jumlah		1	=	Buah
Daya		2		hp

d. *Screw Conveyor 1 (SC-01)***Tabel 3. 17** Spesifikasi *Screw Conveyor 1*

SCREW CONVEYOR				
Kode alat	=	SC-01		
Fungsi	=	Mengangkut MgOH ₂ dari SS-101 ke BE-101		
Tipe	=	<i>Holicoid screw conveyor</i>		
Kapasitas	=	1.648,89		Kg/jam
Dimensi	=	Panjang	=	15 ft
		Diameter	=	9 in
Jumlah		1	=	Buah
Daya		7,5		hp

e. *Screw Conveyor 2 (SC-02)***Tabel 3. 18** Spesifikasi *Screw Conveyor 2*

SCREW CONVEYOR				
Kode alat	=	SC-02		
Fungsi	=	Mengangkut MgCl ₂ dari RF-101 ke RD-101		
Tipe	=	<i>Holicoid screw conveyor</i>		

Tabel 3.18 Spesifikasi *Screw Conveyor 2 (Lanjutan)*

Kapasitas	=	5.129,35		Kg/jam
Dimensi	=	Panjang	=	15 ft
		Diameter	=	10 in
Jumlah	=	1	=	Buah
Daya	=	7,5	=	hp

f. *Screw Conveyor 3 (SC-03)***Tabel 3. 19** Spesifikasi *Screw Conveyor 3*

SCREW CONVEYOR				
Kode alat	=	SC-03		
Fungsi	=	Mengangkut dari MgCl ₂ RD-101 menuju BE-101		
Tipe	=	<i>Holicoid screw conveyor</i>		
Kapasitas	=	2.537,94		Kg/jam
Dimensi	=	Panjang	=	15 ft
		Diameter	=	9 in
Jumlah	=	1	=	Buah
Daya	=	7,5	=	hp

g. *Screw Conveyor 4 (SC-04)***Tabel 3. 20** Spesifikasi *Screw Conveyor 4*

SCREW CONVEYOR				
Kode alat	=	SC-04		
Fungsi	=	Mengangkut dari MgCl ₂ SS-101 menuju GP		
Tipe	=	<i>Holicoid screw conveyor</i>		
Kapasitas	=	2.537,95		Kg/jam
Dimensi	=	Panjang	=	15 ft
		Diameter	=	9 in
Jumlah	=	1	=	Buah
Daya	=	7,5	=	hp

h. Pompa 1 (P-01)

Tabel 3. 21 Spesifikasi Pompa 1

POMPA				
Kode alat	=	P-01		
Fungsi	=	Mengalirkan air ke MT		
Tipe	=	<i>Centrifugal pump</i>		
Kapasitas	=	19,76		m ³ /jam
Dimensi	=	<i>Head pompa (W)</i>	=	12,20 Ft.lb/lbm

Tabel 3.21 Spesifikasi Pompa 1 (Lanjutan)

	IPS	=	4	in
	ID	=	4,03	in
	OD	=	4,50	in
	sch	=	40	
Jumlah	1	=	Buah	
Daya	3/4		hp	

i. Pompa 2 (P-02)

Tabel 3. 22 Spesifikasi Pompa 2

POMPA				
Kode alat	=	P-02		
Fungsi	=	Mengalirkan HCl dari tangka ke MT		
Tipe	=	<i>Centrifugal pump</i>		
Kapasitas	=	7,18	m ³ /jam	
Dimensi	=	Head pompa (W)	= 18,44	ft.lb/lbm
		IPS	= 2	in
		ID	= 2,07	in
		OD	= 2,38	in
		sch	= 40	
Jumlah	1	=	Buah	
Daya	1/2		hp	

j. Pompa 3 (P-03)

Tabel 3. 23 Spesifikasi Pompa 3

POMPA				
Kode alat	=	P-03		
Fungsi	=	Mengalirkan HCl dari MT ke reaktor		
Tipe	=	<i>Centrifugal pump</i>		
Kapasitas	=	26,94	M ³ /jam	
Dimensi	=	Head pompa (W)	= 14,23	ft.lb/lbm
		IPS	= 4	in
		ID	= 4,03	in
		OD	= 4,50	in
		sch	= 40	
Jumlah	1	=	Buah	
Daya	1		hp	

k. Pompa 4 (P-04)

Tabel 3. 24 Spesifikasi Pompa 4

POMPA			
Kode alat	=	P-04	
Fungsi	=	Mengalirkan MgCl ₂ dari reaktor ke <i>centrifuge</i>	
Tipe	=	Centrifugal pump	
Kapasitas	=	27,49	m ³ /jam
Dimensi	=	Head pompa (W)	= 18,44 ft.lb/lbm
		IPS	= 4 in
		ID	= 4,03 in
		OD	= 4,5 in
		sch	= 40
Jumlah	=	1	Buah
Daya	=	1	hp

1. Pompa 5 (P-05)

Tabel 3. 25 Spesifikasi Pompa 5

POMPA			
Kode alat	=	P-05	
Fungsi	=	Mengalirkan MgCl ₂ dari <i>centrifuge</i> ke evaporator 1	
Tipe	=	<i>Centrifugal pump</i>	
Kapasitas	=	26,87	m ³ /jam
Dimensi	=	Head pompa (W)	= 14,21 ft.lb/lbm
		IPS	= 4 in
		ID	= 4,03 in
		OD	= 4,5 in
		sch	= 40
Jumlah	=	1	Buah
Daya	=	1	hp

m. Pompa 6 (P-06)

Tabel 3. 26 Spesifikasi Pompa 6

POMPA			
Kode alat	=	P-06	
Fungsi	=	Mengalirkan MgCl ₂ dari Evaporator 1 ke evaporator 2	
Tipe	=	<i>Centrifugal pump</i>	
Kapasitas	=	16,56	M ³ /jam
Dimensi	=	Head pompa (W)	= 16,25 ft.lb/lbm
		IPS	= 3 in
		ID	= 3,07 in

Tabel 3.26 Spesifikasi Pompa 6 (Lanjutan)

	OD	=	4,5	in
	sch	=	40	
Jumlah	1	=	Buah	
Daya	1	=	hp	

n. Pompa 7 (P-07)

Tabel 3. 27 Spesifikasi Pompa 7

POMPA					
Kode alat	=	P-07			
Fungsi	=	Mengalirkan MgCl ₂ dari Evaporator 2 ke Kristalizer			
Tipe	=	<i>Centrifugal pump</i>			
Kapasitas	=	6,64	m ³ /jam		
Dimensi	=	Head pompa (W)	=	17,19	ft.lb/lbm
		IPS	=	2	in
		ID	=	2,07	in
		OD	=	2,38	in
		sch	=	40	
Jumlah	1	=	Buah		
Daya	1/2	=	hp		

o. Pompa 8 (P-08)

Tabel 3. 28 Spesifikasi Pompa 8

POMPA					
Kode alat	=	P-08			
Fungsi	=	Mengalirkan MgCl ₂ dari Evaporator 2 ke Kristalizer			
Tipe	=	<i>Centrifugal pump</i>			
Kapasitas	=	2,03	m ³ /jam		
Dimensi	=	Head pompa (W)	=	10,52	ft.lb/lbm
		IPS	=	2	in
		ID	=	2,07	in
		OD	=	2,38	in
		sch	=	40	
Jumlah	1	=	Buah		
Daya	1/2	=	hp		

3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

a. Heater 1 (HE-01)

Tabel 3. 29 Spesifikasi *Heater* (HE-01)

HEATER			
Kode alat	:	HE-01	
Fungsi	:	Memanaskan larutan HCl 10% sebelum masuk ke reaktor	
Tipe	:	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Jumlah	:	1 unit	
Kapasitas	:	<i>Inner pipe</i>	= 22.679,22 kg/jam
	:	<i>Anulus</i>	= 1.003,08 Kg/jam
Kondisi operasi	:	<i>Inner pipe</i>	= 326,15 K
	:	<i>Anulus</i>	= 443,15 K
Luas transfer panas	:	A	= 4.60 m ²
Δt_{LMTD}	:		= 128,16 K
Dimensi	:	<i>Anulus</i>	
	:	IPS	= 2 in
	:	OD	= 2,38 in
	:	ID	= 2,07 in
	:	L	= 20 ft
	:	aap	= 3,36 in ²
	:	a''	= 7,48 in ² /in
	:	ΔP_s	= 11.312,49 Pa
	:	<i>Inner pipe</i>	
	:	IPS	= 1 1/4 in
	:	OD	= 1,66 in
	:	ID	= 1,38 in
	:	L	= 113,82 ft
	:	ap	= 1,50 in ²
	:	a''	= 5,22 in ² /in
	:	<i>Pipes</i>	= 4 unit
	:	ΔP_T	= 3.482,41 Pa
<i>Clean overall coefficient</i>	:	UC	= 2,37 kJ/m ² sK
<i>Design overall coefficient</i>	:	UD	= 1,42 kJ/m ² sK
<i>Dirt factor</i>	:	Rd	= 0,57 kJ/m ² sK
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 11 type 316</i>	

b. *Heater 2 (HE-02)***Tabel 3. 30** Spesifikasi *Heater (HE-02)*

HEATER				
Kode alat	:	HE-02		
Fungsi	:	Memanaskan MgCl ₂		
Tipe	:	Shell and Tube		
Jumlah	:	1 unit		
Kondisi operasi	:	Suhu masuk	= 423,15 K	
	:	Suhu keluar	= 423,15 K	
Luas transfer panas	:	A	= 133,71 m ²	
Δt_{LMTD}	:		= 48,77 K	
Dimensi	:	IDS	= 30 in	
		Jumlah pipa	= 744	
		pass	= 2	
		Beban panas	= 7.050.000 kJ/jam	
		L	= 3,05 m	
		ho	= 400,29 kJ/m ² sK	
		hio	= 8,51 kJ/m ² sK	
		UC	= 800,59 kJ/m ² sK	
		UD	= 0,30 kJ/m ² sK	
		Rd terhitung	= 3,33 kJ/m ² sK	
		Rd min	= 0,53 kJ/m ² sK	
		<i>Pressure drop shell</i>	= 6,47 Pa	
		<i>Pressure drop tube</i>	= 2120 Pa	
	Bahan konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 11 type 316</i>	

c. *Heater 3 (HE-03)***Tabel 3. 31** Spesifikasi *Heater (HE-03)*

HEATER			
Kode alat	:	HE-03	
Fungsi	:	Memanaskan udara	
Tipe	:	<i>Shell and Tube</i>	
Jumlah	:	1 unit	
Kondisi operasi	:	Suhu masuk	= 423,15 K
	:	Suhu keluar	= 423,15 K
Luas transfer panas	:	A	= 133,71 m ²
Δt_{LMTD}	:		= 48,76 K
Dimensi	:	IDS	= 30 in
		Jumlah pipa	= 744
		pass	= 2
		Beban panas	= 7.050.000 kJ/jam
		L	= 3,05 m

Tabel 3.31 Spesifikasi *Heater* (HE-03) (Lanjutan)

ho	=	400,29	$\text{kJ/m}^2 \text{ sK}$
hio	=	8,51	$\text{kJ/m}^2 \text{ sK}$
UC	=	800,59	$\text{kJ/m}^2 \text{ sK}$
UD	=	0,30	$\text{kJ/m}^2 \text{ sK}$
Rd terhitung	=	3,33	$\text{kJ/m}^2 \text{ sK}$
Rd min	=	0,53	$\text{kJ/m}^2 \text{ sK}$
<i>Pressure drop shell</i>	=	9,85	Pa
<i>Pressure drop tube</i>	=	2120	Pa
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 11 type 316</i>	

3.4 Neraca Massa

1. NM *Mixer* (MT-01)

Tabel 3. 32 Neraca Masa *Mixer* (MT-01)

Rumus Molekul	Berat Molekul (g/mol)	<i>Input</i> (kg/jam)		<i>Output</i> (kg/jam)
		Massa 1	Massa 2	Massa 3
MgCl_2	95,21			
Mg(OH)_2	58,32			
SiO_2	60,08			
Fe_2O_3	159,69			
CaO	56,08			
$\text{HCl}_{(l)}$	36,46	2.061,75		2.061,75
$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	18,02	4.199,24	16.418,24	20.617,48
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ kristal	203,31			
Total		6.260,99	16.418,24	22.679,22
Total Massa		22.679,22		22.679,22

2. NM Reaktor (R-01)

Tabel 3. 33 Neraca Massa Reaktor (R-01)

Rumus Molekul	Berat Molekul (g/mol)	<i>Input</i> (kg/jam)		<i>Output</i> (kg/jam)
		Massa 3	Massa 4	Massa 5
$\text{MgCl}_{2(aq)}$	95,21			2.543,88
Mg(OH)_2	58,32		1.648,89	90,69
SiO_2	60,08		27,90	27,90
Fe_2O_3	159,69		9,27	9,27
CaO	56,08		13,02	13,02

Tabel 3.33 Neraca Massa Reaktor (R-01) (Lanjutan)

HCl	36,46	2.061,75		113,40
H ₂ O	18,02	20.617,48		21.580,15
MgCl ₂ . 6H ₂ O kristal	203,31			
Total		22.679,22	1.699,09	24.378,32
Total Massa		24.378,32		24.378,32

3. NM *Centrifuge* (CF-01)**Tabel 3. 34** Neraca Massa *Centrifuge* (CF-01)

Rumus Molekul	Berat Molekul (g/mol)	<i>Input</i> (kg/jam)	<i>Output</i> (kg/jam)	
		Massa 5	Massa 6	Massa 7
MgCl _{2(aq)}	95,21	2.543,88	50,88	2.493,00
Mg(OH) ₂	58,32	90,69	88,88	1,81
SiO ₂	60,08	27,90	27,35	0,56
Fe ₂ O ₃	159,69	9,27	9,09	0,19
CaO	56,08	13,02	12,76	0,26
HCl	36,46	113,40	2,27	111,13
H ₂ O	18,02	21.580,15	431,60	21148,55
MgCl ₂ . 6H ₂ O kristal	203,31			
Total		24.378,32	622,82	23.755,50
Total Massa		24.378,32	24.378,32	

4. NM *Evaporator* (EV-01)**Tabel 3. 35** Neraca Massa *Evaporator* (EV-01)

Rumus Molekul	Berat Molekul (g/mol)	<i>Input</i> (kg/jam)	<i>Output</i> (kg/jam)	
		Massa 7	Massa 8	Massa 9
MgCl _{2(aq)}	95,21	2.493,00		2.493,00
Mg(OH) ₂	58,32	1,81		1,81
SiO ₂	60,08	0,56		0,56
Fe ₂ O ₃	159,69	0,19		0,19
CaO	56,08	0,26		0,26
HCl	36,46	111,13	111,13	0,00
H ₂ O	18,02	21.148,55	8.459,42	12.689,13
MgCl ₂ . 6H ₂ O kristal	203,31			
Total		23.755,50	8.570,55	15.184,95
Total Massa		23.755,50	23.755,50	

5. NM *Evaporator* (EV-02)**Tabel 3. 36** Neraca Massa *Evaporator* (EV-02)

Rumus Molekul	Berat Molekul (g/mol)	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Massa 9	Massa 10	Massa 11
MgCl _{2(aq)}	95,21	2.493,00		2.493,00
Mg(OH) ₂	58,32	1,81		1,81
SiO ₂	60,08	0,56		0,56
Fe ₂ O ₃	159,69	0,19		0,19
CaO	56,08	0,26		0,26
HCl	36,46		111,13	0,00
H ₂ O	18,02	12.689,13	8.459,42	4.441,20
MgCl ₂ . 6H ₂ O kristal	203,31			
Total		15.184,95	8.570,55	6.937,02
Total Massa		15.184,95	15.507,56	

6. NM *Crystallizer* (CR-01)**Tabel 3. 37** Neraca Massa *Crystallizer* (CR-01)

Rumus Molekul	Berat Molekul (g/mol)	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
		Massa 11	Massa 12
MgCl _{2(aq)}	95,21	2.493,00	49,86
Mg(OH) ₂	58,32	1,81	1,81
SiO ₂	60,08	0,56	0,56
Fe ₂ O ₃	159,69	0,19	0,19
CaO	56,08	0,26	0,26
HCl	36,46	0,00	0,00
H ₂ O	18,02	4.441,20	1.573,26
MgCl ₂ . 6H ₂ O kristal _(s)	203,31		5.311,07
Total		6.937,02	6.937,02

7. NM Centrifuge (CF-02)

Tabel 3. 38 Neraca Massa *Centrifuge* (CF-02)

Rumus Molekul	Berat Molekul (g/mol)	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Massa 12	Massa 13	Massa 14
MgCl _{2(aq)}	95,21	49,86	47,37	2,49
Mg(OH) ₂	58,32	1,81	0,09	1,72
SiO ₂	60,08	0,56	0,03	0,53
Fe ₂ O ₃	159,69	0,19	0,01	0,18
CaO	56,08	0,26	0,01	0,25
HCl	36,46	0,00	0,00	0,00
H ₂ O	18,02	1.573,26	1.494,60	78,66
MgCl ₂ . 6H ₂ O kristal _(s)	203,31	5.311,07	265,55	5.045,52
Total		6.937,02	1.807,66	5.129,35
Total Massa		6.937,02	6.937,02	

8. NM Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 3. 39 Neraca Massa *Rotary Dryer* (RD-01)

Rumus Molekul	Berat Molekul (g/mol)	Input (kg/jam)	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Massa 14	Massa 17	Massa 15	Massa 16
MgCl _{2(s)}	95,21	2,49			2.525,25
Mg(OH) ₂	58,32	1,72			1,72
SiO ₂	60,08	0,53			0,53
Fe ₂ O ₃	159,69	0,18			0,18
CaO	56,08	0,25			0,25
HCl	36,46				
Udara			8.393,76	8.393,76	
H ₂ O	18,02	78,66	151,08	2.742,48	10,02
MgCl ₂ . 6H ₂ O kristal _(s)	203,31	5.045,52			
Total		5.129,35	8.544,84	10.985,16	2.537,95
Total Massa		13.674,19		13.674,11	

3.5 Neraca Panas

a. Mixer (MT-01)

Tabel 3. 40 Neraca Panas Mixer (MT-01)

Komponen	Energi Masuk (kj/jam)		Energi Keluar (kj/jam)
	Q ₁	Q ₂	Q ₃
HCl	28.574,65		28.574,65
H ₂ O	87.904,13	343.688,64	431.592,77
Sub Total	116.478,78	343.688,64	460.167,43
Total	460.167,43		460.167,43

b. Heater 1 (HE-01)

Tabel 3. 41 Neraca Panas Heater 1 (HE-01)

Komponen	Energi Masuk (kj/jam)		Energi Keluar (kj/jam)	
	Q ₃	Q _s	Q ₄	Q _s
HCl	28.574,65		182.071,18	
H ₂ O	431.592,77		2.406.697,43	
steam		2.841.468,36		712.867,18
Sub Total	460.167,43	2.841.468,36	2.588.768,60	712.867,18
Total	3.301.635,79		3.301.635,79	

c. Reaktor (RE-01)

Tabel 3. 42 Neraca Panas Reaktor (RE-01)

Komponen	Energi Masuk (kj/jam)			Energi Keluar (kj/jam)	
	Q ₄	Q ₅	Q	Q ₆	Q
MgCl ₂				58.273,94	
Mg(OH) ₂		46.265,98		14.681,15	
SiO ₂		105,46		929,57	
Fe ₂ O ₃		30,35		230,94	
CaO		61,45		342,84	
HCl	160.018,08			10.013,92	
H ₂ O	2.416.920,09			2.519.071,65	
Qgen			-2.426,96		
Qcw					17.430,46
Sub Total	2.576.938,16	46.463,26	-2.426,96	2.603.544,01	17.430,46
Total	2.620.974,46			2.620.974,46	

d. *Centrifuge* (CF-01)**Tabel 3. 43** Neraca Panas *Centrifuge* (CF-01)

Komponen	Energi Masuk (kj/jam)		Energi Keluar (kj/jam)	
	Q_6		Q_7	Q_8
MgCl ₂	58.273,94		1.165,47	57.108,46
Mg(OH) ₂	14.681,15		14.387,53	293,62
SiO ₂	929,64		911,05	18,59
Fe ₂ O ₃	230,94		226,32	4,62
CaO	342,87		335,98	6,85
HCl	10.013,92		200,28	9.813,64
H ₂ O	2.519.071,65		50.381,43	2.468.690,21
Sub Total	2.603.544,08		67.608,07	2.535.936,01
Total	2.603.544,08		2.603.544,08	

e. *Heater* (HE-02)**Tabel 3. 44** Neraca Panas *Heater* 2 (HE-02)

Komponen	Energi Masuk (kj/jam)		Energi Keluar (kj/jam)	
	Q_8	Q_s	Q_9	Q_s
MgCl ₂	57.108,46		116.981,37	
Mg(OH) ₂	293,62		619,87	
SiO ₂	18,59		37,14	
Fe ₂ O ₃	4,62		9,36	
CaO	6,85		13,93	
HCl	9.813,64		23.689,22	
H ₂ O	2.468.690,21		5.030.446,11	
steam		3.518.609,19		882.748,18
Sub Total	2.535.936,01	3.518.609,19	5.171.797,01	882.748,18
Total	6.054.545,20		6.054.545,20	

f. *Evaporator* (EV-01)**Tabel 3. 45** Neraca Panas *Evaporator* 1 (EV-01)

Aliran panas	Energi Masuk (kj/jam)	Energi Keluar (kj/jam)
Q_f	98.804.087,41	
$Q_s(\text{in})$	48.115.033,68	
Q_{V1}		22.873.738,22
Q_{L1}		124.045.382,9
Total	146.919.121,10	146.919.121,10

g. Evaporator (EV-02)

Tabel 3. 46 Neraca Panas Evaporator 2 (EV-102)

Aliran panas	Energi Masuk (kj/jam)	Energi Keluar (kj/jam)
QL1	124.045.382,90	
Qs(in)	22.873.738,22	
QV2		68.748.498,53
QL2		78.170.622,55
Total	146.919.121,10	146.919.121,10

h. *Crystallizer* (CR-01)**Tabel 3. 47 Neraca Panas *Crystallizer* (CR-01)**

Komponen	Energi Masuk (kj/jam)		Energi Keluar (kj/jam)	
	Q ₁₁	Q _{in}	Q ₁₂	Q _{out}
MgCl ₂	133.912,87		284,25	
MgCl ₂ . 6H ₂ O			14.179,42	
Mg(OH) ₂	722,64		71,44	
SiO ₂	41,99		4,73	
Fe ₂ O ₃	10,66		1,16	
CaO	15,90		1,72	
H ₂ O	1.210.168,59		46.082,81	
Q _{cw}				1.284.247,10
Sub Total	1.344.872,65		60.625,55	1.284.247,10
Total	1.344.872,65		1.344.872,65	

i. *Centrifuge* (CF-02)**Tabel 3. 48 Neraca Panas *Centrifuge* (CF-02)**

Komponen	Energi Masuk (kj/jam)	Energi Keluar (kj/jam)	
	Q ₁₂	Q ₁₃	Q ₁₄
MgCl ₂	284,25	270,04	14,21
MgCl ₂ . 6H ₂ O	14.179,42	708,97	13.470,45
Mg(OH) ₂	71,44	3,57	67,86
SiO ₂	4,73	0,24	4,49
Fe ₂ O ₃	1,16	0,06	1,10
CaO	1,72	0,09	1,63
H ₂ O	46.082,81	43.778,67	2.304,14
Sub Total	60.625,55	44.761,64	15.863,91
Total	60.625,55	60.625,55	

j. *Rotary Dryer (RD-101)*

Tabel 3. 49 Neraca Panas *Rotary Dryer (RD-01)*

Aliran panas	Panas masuk (kj/kg)	Panas keluar (kj/kg)
Qin	2.424,88	
QGin	747.115,36	
QHSin	79.091,19	
Qout		1.679.943,97
QGout		1.311.649,46
QHSout		244.313,69
Qloss		-2.407.275,68
Total	828.631,43	828.631,43

k. *Air Pre Heater*

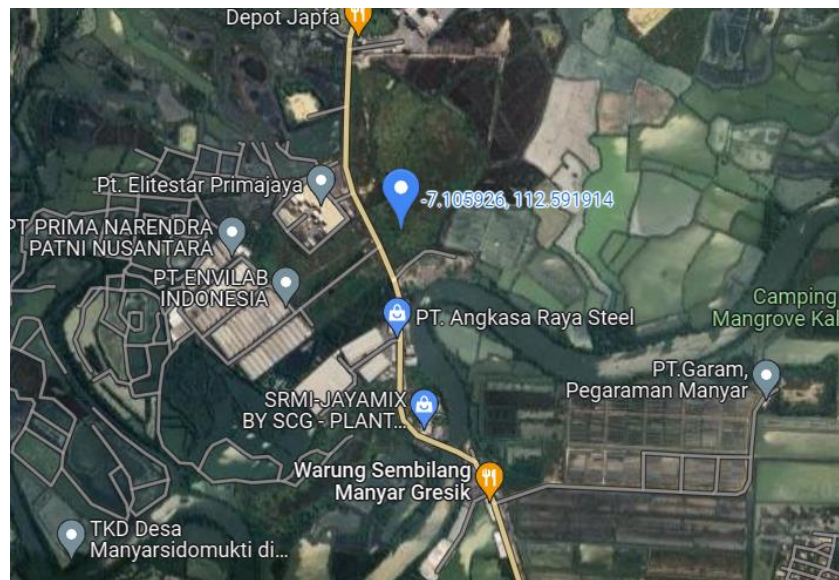
Tabel 3. 50 Neraca Panas *Air Pre Heater*

Aliran panas	Panas masuk (kj/kg)	Panas keluar (kj/kg)
Qsin	934.527,79	
Qudara in	492.617,77	
Qsout		234.454,20
Qudara out		1.192.691,36
Total	1.427.145,56	1.427.145,56

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik



Gambar 4. 1 Lokasi Pendirian Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting dalam pendirian suatu pabrik karena memiliki keterkaitan atau hubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Dalam menentukan pemilihan lokasi pabrik dibutuhkan pertimbangan dari berbagai faktor yang ada yang menyangkut faktor produksi dan distribusi dari produk yang akan dihasilkan. Faktor penting yang perlu dipertimbangkan seperti pembangunan lokasi pabrik dengan biaya produksi dan transportasi yang seminimal mungkin sehingga dapat tersedianya ruang perluasan pabrik di masa yang akan datang. Selain itu, Dalam menentukan lokasi pabrik banyak hal yang

menjadi pertimbangan dasar dalam menentukan lokasi pabrik. Berikut beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik :

a. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku merupakan aspek penting dalam pendirian dan keberlangsungan suatu pabrik. Pabrik magnesium klorida direncanakan akan didirikan di Gresik, Jawa Timur. Hal ini dikarenakan bahan baku utama asam klorida merupakan asam klorida diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur, Indonesia. Sehingga hal tersebut dapat mengurangi biaya transportasi pengiriman bahan baku serta mengurangi investasi pabrik. Sedangkan bahan baku magnesium hidroksida diperoleh dengan cara impor dari pabrik yang ada di luar negeri yang bisa didatangkan dari pelabuhan Tanjung Perak.

b. Pemasaran Produk

Kebutuhan magnesium klorida bisa dikatakan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pemasaran produk dapat dilakukan melalui jalur darat maupun Jalur laut, oleh karena itu pabrik magnesium klorida dirancang akan didirikan di kawasan industri Gresik. Hal ini karena lokasi pabrik berdekatan dengan Pelabuhan Tanjung Perak sehingga dapat mengurangi hambatan dalam pemasaran dan pemasaran produk dapat dipasarkan baik di dalam maupun luar negeri sehingga dapat menaikkan defisa negara.

c. Utilitas

Utilitas merupakan sarana penunjang dalam pendirian suatu pabrik. utilitas pada umumnya terdiri dari tenaga listrik, air, dan bahan bakar. Kebutuhan listrik pada pabrik dapat diperoleh dari perusahaan listrik negara (PLN). Sedangkan kebutuhan air untuk utilitas dapat diperoleh dari sungai yang akan diproses terlebih dahulu dengan metode pengolahan air yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air. Selain itu, kebutuhan bahan bakar untuk penggunaan generator diesel sebagai pembangkit listrik utama dapat diperoleh dari Pertamina.

d. Transportasi

Sarana transportasi merupakan salah satu sarana penunjang yang sangat penting dalam proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Sarana transportasi di kawasan industri Gresik cukup memadai karena memiliki fasilitas Jalan Umum kelas 1 serta mudah dijangkau oleh transportasi laut dari pelabuhan Tanjung Perak. Oleh karena itu, Pemilihan lokasi pendirian di Gresik merupakan pilihan yang tepat dan dihadapkan proses kegiatan produksi serta pemasaran produk dapat berjalan dengan lancar, baik pemasaran domestik maupun pemasaran Internasional.

e. Tenaga Kerja

Kawasan Industri Gresik merupakan salah satu daerah tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja yang dibutuhkan untuk mengontrol dan menjalankan pabrik ini meliputi tenaga kerja yang terampil, terlatih maupun

kasar. Tenaga kerja tersebut dapat berasal dari sekolah kejuruan, Akademia ataupun perguruan tinggi.

f. Keadaan Iklim dan Geografis

Iklim merupakan salah satu faktor pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik. Apabila iklim yang terlalu panas maka akibatnya diperlukan peralatan pendingin yang cukup banyak, sedangkan apabila iklim yang terlalu dingin maka akan menyebabkan bertambahnya biaya konstruksi pabrik karena dibutuhkan perlindungan khusus bagi alat-alat proses. Bersih merupakan daerah yang memiliki iklim rata-rata cukup baik dengan temperatur udara 25°C-32°C dan curah hujan yang cukup.

g. Limbah Pabrik

Limbah merupakan zat sisa yang tidak terpakai lagi yang dihasilkan dari suatu proses industri. Pengolahan limbah perlu dilakukan untuk menjaga lingkungan sekitar agar tidak tercemar atau bahkan menjadi rusak oleh limbah pabrik yang tidak diolah terlebih dahulu. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan limbah pabrik, antara lain:

1. Metode pengolahan limbah yang tepat.
2. Anggaran biaya dalam pengolahan limbah pabrik.
3. Sistem pembuangan limbah.

h. Factor Penunjang

Factor penunjang tidak secara langsung berperan dalam proses industri akan tetapi sangat mempengaruhi bagi kelancaran proses produksi daripada suatu pabrik. Adapun faktor-faktor penunjang, antara lain:

1. Perluasan Area Pabrik

Pendirian pabrik harus mempertimbangkan perluasan pabrik dan penambahan bangunan tersebut dalam jangka 10 tahun atau 20 tahun ke depan. Sehingga apabila suatu saat dimungkinkan pabrik akan menambah peralatan untuk menambah kapasitas maka sejumlah area khusus sudah harus dipersiapkan agar nanti tidak kesulitan mencari area perluasan pabrik.

2. Perizinan pada suatu industri meliputi izin mendirikan bangunan, pajak serta undang-undang setempat. Pemilihan lokasi pabrik di kawasan industri Gresik bertujuan agar dapat memudahkan perizinan dalam pendirian pabrik.

3. Sosial Masyarakat

Suatu pabrik dapat dikatakan bermanfaat bagi masyarakat sosial apabila hubungan antara pabrik dengan masyarakat berjalan dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari tersedianya lapangan pekerjaan serta pembangunan infrastruktur jalan raya sehingga terjadi peningkatan kesejahteraan masyarakat dengan adanya pabrik di daerah tersebut.

Berdasarkan pertimbangan di atas maka dapat disimpulkan bahwa kawasan industri Gresik layak dipilih untuk didirikan Pabrik Magnesium Klorida di Indonesia.

4.2 Tata letak

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

4.2.1 Daerah Administrasi atau Perkantoran

Daerah administrasi atau perkantoran terdiri dari beberapa fasilitas pendukung area yang terdiri dari:

- a. Daerah administrasi, bertujuan sebagai tempat pusat kegiatan administrasi, keuangan pabrik, dan kantor yang mengatur kelancaran operasi.
- b. Laboratorium, bertujuan sebagai tempat pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan di proses serta produk yang akan di jual.
- c. Fasilitas karyawan seperti poliklinik, kantin, dan masjid, bertujuan sebagai tempat pusat sarana tambahan dan penunjang bagi para karyawan.

4.2.2 Daerah Proses dan Ruang Kontrol

Daerah proses merupakan daerah bagi alat-alat proses yang diletakkan dan proses berlangsung. Sedangkan daerah kontrol merupakan daerah sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses seperti *room control* dan lain sebagainya.

4.2.3 Daerah Pergudangan, Umum, Bengkel dan Garasi

Daerah ini bertujuan sebagai tempat perbaikan alat-alat proses agar tidak terekspos ke luar pabrik. Perawatan alat dan penyimpanan suku cadang alat proses juga menjadi satu pada area ini.

4.2.4 Daerah Utilitas dan Pemadam Kebakaran

Daerah ini merupakan daerah pusat kegiatan penyediaan air, steam dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

4.2.5 Area Fasilitas Umum

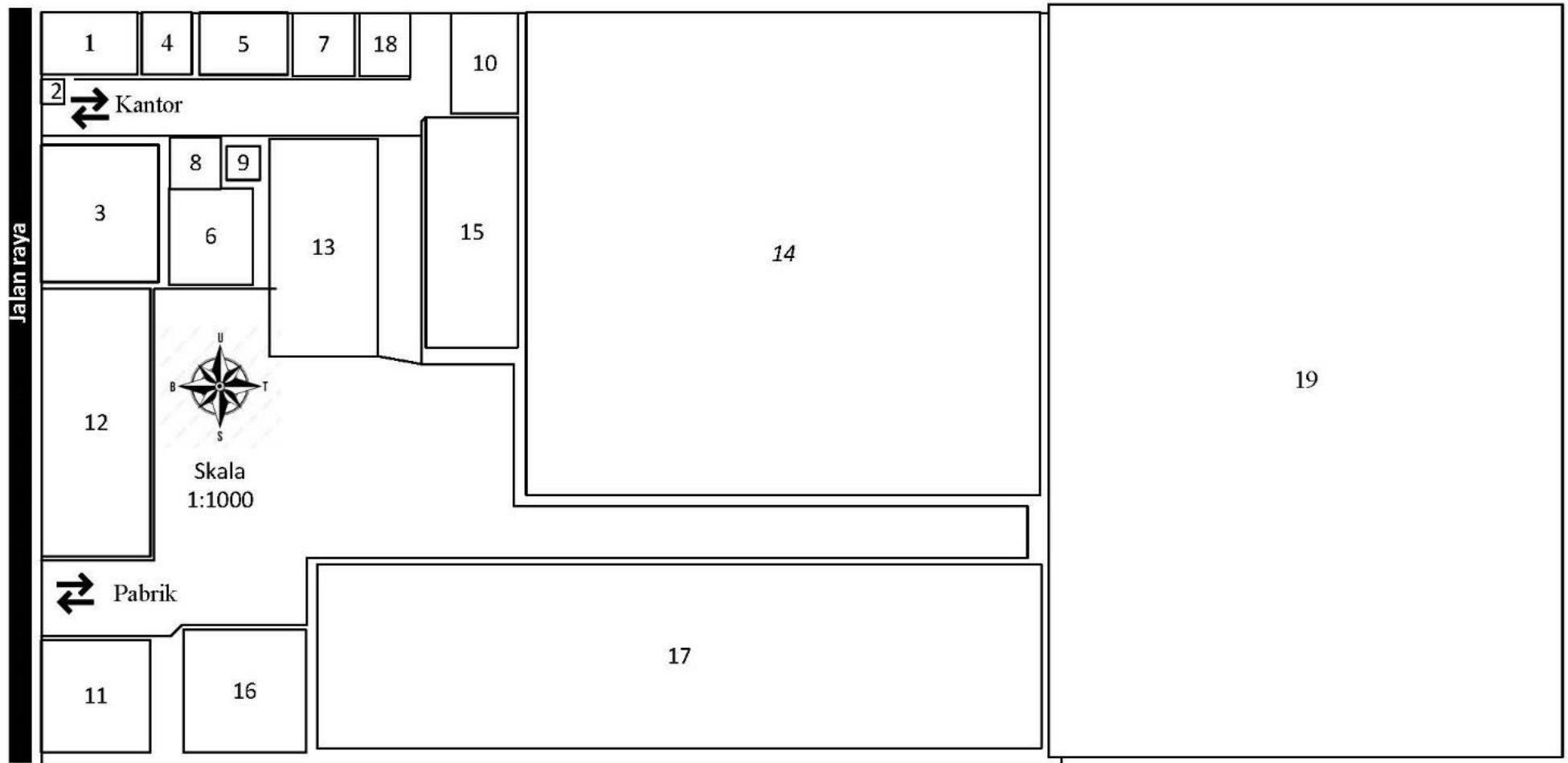
Area fasilitas umum merupakan area penunjang segala aktifitas pabrik dalam pemenuhan kepentingan pekerja, seperti tempat ibadah, tempat parkir, kantin, fasilitas kesehatan, dan pos keamanan.

Tabel 4. 1 Luas Area Pabrik Magnesium Klorida

No.	Lokasi	Luas(m ²)	P (m)	L (M)
1.	Kantor	150	15	10
2.	Pos keamanan	20	5	4
3.	Area parkir	500	20	25
4.	Klinik	100	10	10
5.	Masjid	200	20	10
6.	Area Mess	400	20	20
7.	Laboratorium	100	10	10
8.	Kantin	100	10	10
9.	Perpustakaan	40	5	8
10.	Generator	300	15	20
11.	Bengkel	400	20	20
12.	Unit Pemadam Kebakaran	1.000	20	50
13.	Gudang Peralatan	800	20	40
14.	Area Proses	10.000	100	100
15.	Control room	800	20	40
16.	Control Utilitas	500	20	25
17.	Area Utilitas	6.000	150	40

Tabel 4.1 Luas Area Pabrik Magnesium Klorida (Lanjutan)

18.	Taman	100	10	10
19.	Area Perluasan	15.000	100	150
Luas Tanah		36.501		
Luas Bangunan		21.501		
Total		58.020		



Gambar 4. 2 *Layout* pabrik

4.3 Tata Letak Mesin atau Alat Proses

Dalam perancangan suatu pabrik, tata letak mesin atau peralatan proses perlu diperhatikan guna mencegah adanya kejadian yang tidak diinginkan dan meningkatkan factor keselamatan. Beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain:

4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Selain itu perlu diperhatikan penempatan pipa, dimana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga (3) meter atau lebih dan perlu di atur sedemikian rupa agar tidak mengganggu lalu lintas kerja.

4.3.2 Aliran Udara

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

4.3.3 Pencahayaan

Pada tempat terjadinya proses yang berbahaya atau beresiko tinggi untuk keselamatan harus diberi penerangan tambahan. Selain itu, penerangan seluruh pabrik haruslah memadai untuk menjaga keselamatan pekerja.

4.3.4 Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

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

4.3.5 Pertimbangan Ekonomi

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

4.3.6 Jarak Antar Alat Proses

Untuk alat proses yang memiliki suhu dan tekanan operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya. Tata letak proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

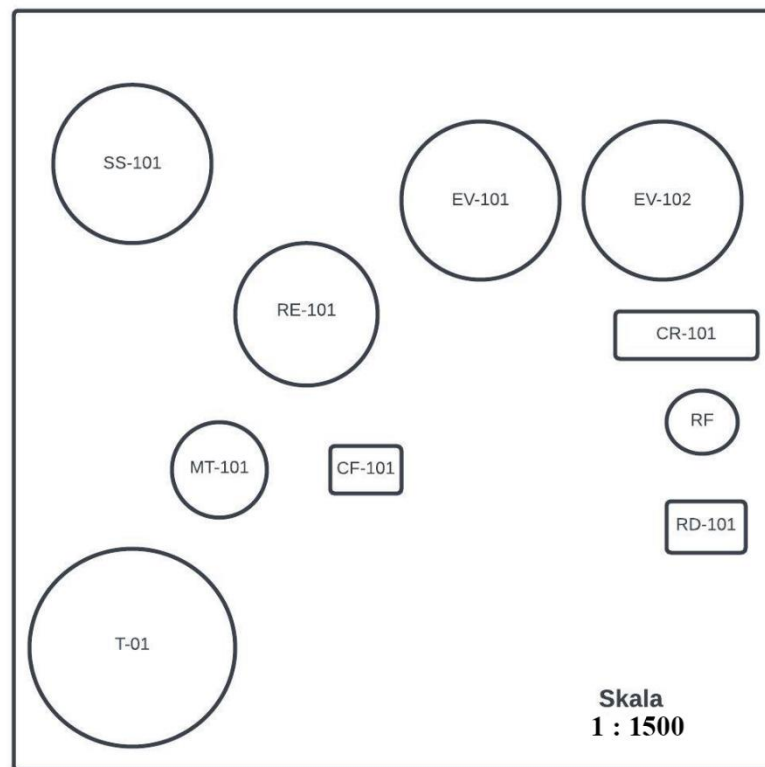
- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
- b. Dapat mengoptimalkan penggunaan luas lantai.
- c. Biaya *material handling* menjadi rendah.
- d. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja.

4.3.7 Perawatan

Perawatan atau *maintenance* bertujuan untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat

agar proses dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan mencapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan. Pada pembagiannya, perawatan terbagi menjadi dua (2) antara lain perawatan preventif dan perawatan periodik. Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada dengan tujuan agar alat proses mendapatkan perawatan khusus secara bergantian dan proses tetap berjalan kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Dari penjelasan tersebut, untuk tata letak dari alat proses dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Tata letak alat

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Dalam mendirikan suatu perusahaan, ada beberapa hal yang harus diperhatikan salah satunya adalah bentuk perusahaan. Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan dibagi menjadi empat antara lain :

- a. Perusahaan Perseorangan, modal hanya dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap keberhasilan perusahaan.
- b. Persekutuan Firma, modal dapat dikumpulkan dari dua orang bahkan lebih, tanggung jawab perusahaan didasarkan pada perjanjian yang pendiriannya berdasarkan dengan akte notaris.
- c. Persekutuan Komanditer (*Commanditaire Venootshaps*) yang biasa disingkat dengan CV terdiri dari dua orang atau lebih yang masing-masingnya memiliki peran sebagai sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya memasukkan modalnya dan bertanggung jawab sebatas dengan modal yang dimasukkan saja).
- d. Perseroan Terbatas (PT), modal diperoleh dari penjualan saham untuk mendirikan perusahaan, pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal yang dimiliki.

Dari pertimbangan diatas, pabrik magnesium klorida akan direncanakan didirikan dengan bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu

turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Untuk perusahaan-perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi). Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan (PT) ini adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut:

- a. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, dikarenakan jika pemegang saham berhenti dari jabatannya maka tidak ada pengaruhnya terhadap direksi, staf maupun karyawan yang bekerja di dalam perusahaan.
- b. Penjualan saham perusahaan merupakan cara yang tepat untuk mendapatkan modal.
- c. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan Perusahaan.
- d. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur perusahaan yang ditinjau dari berbagai pengalaman, sikap dan caranya mengatur waktu.
- e. Lapangan usaha lebih luas karena suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

- f. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
- g. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
- h. Mudah bergerak di pasar global.

4.4.2 Struktur Organisasi Perusahaan

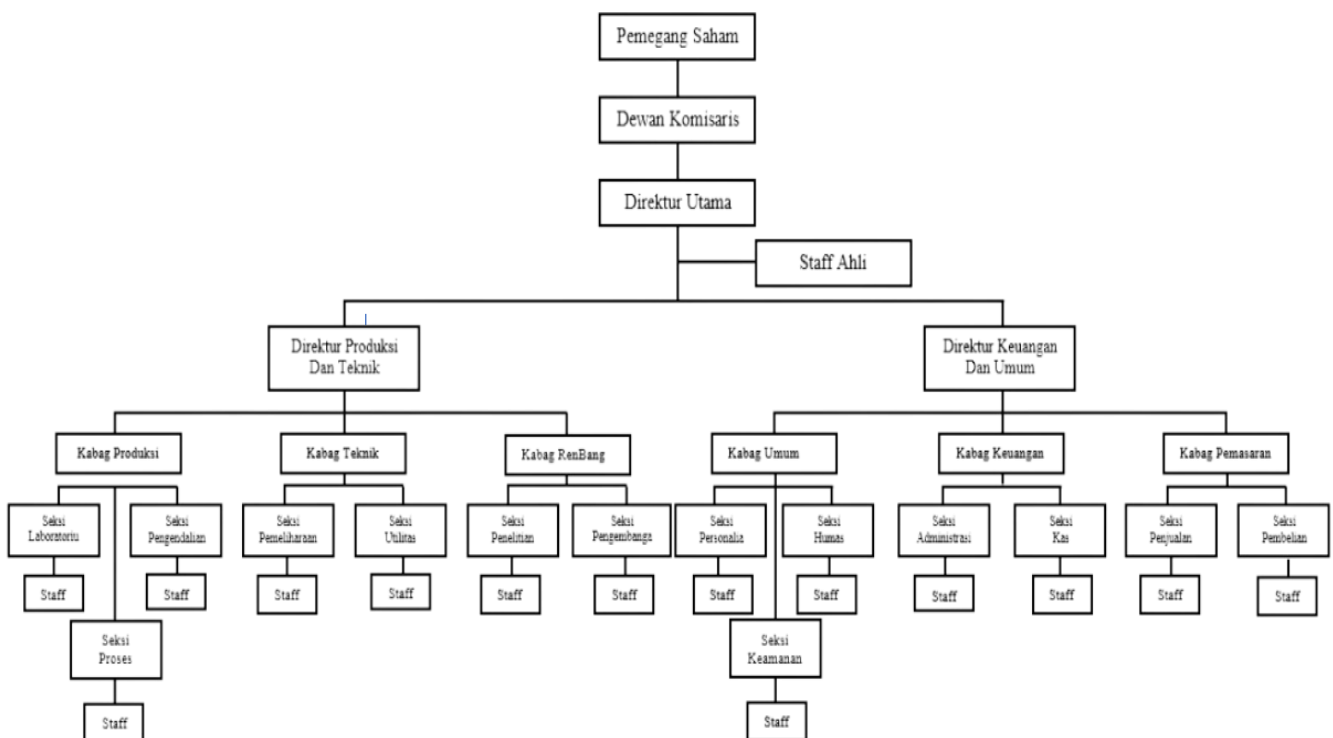
Organisasi merupakan suatu wadah atau alat dimana masing-masing orang berpacu pada satu visi melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Struktur organisasi adalah gambaran secara sistematis tentang tugas dan tanggung jawab, serta hubungan antara bagian dalam perusahaan. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan.

Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

- a. Pemegang saham,
- b. Dewan Komisaris,
- c. Direktur Utama,
- d. Direktur,
- e. *General Manager*,
- f. *Manager*,
- g. Karyawan dan Operator.

Masing-masing bagian memiliki wewenang dan tugas yang berbeda. Semakin tinggi jabatan yang ditempati maka semakin luas pula tugas dan wewenang yang dimiliki. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu Dewan Komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi terletak pada Pemegang saham. Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam melaksanakan tugas sehari-hari nya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh General Manager dari berbagai bidang.

Gambar menunjukkan struktur organisasi perusahaan mulai dari direksi sampai ke staf, dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Pabrik

4.4.3 Tugas dan Wewenang

Dalam pembagiannya, masing-masing memiliki tugas dan wewenang. Berikut rinciannya.

a. Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) merupakan beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham memiliki wewenang untuk mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris, mengangkat dan memberhentikan Direktur, serta mengesahkan hasil usaha dan neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

b. Dewan Komesaris

Dewan Komisaris merupakan anggota pelaksana dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas Dewan Komisaris antara lain menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, mengawasi tugas Direktur Utama, dan membantu Direktur Utama dalam hal-hal penting.

c. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sebelumnya terhadap maju mundurnya

perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Direktur Keuangan Umum.

d. *Staff Ahli*

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

e. Direktur Produksi

Memiliki tugas yaitu bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi, teknik, dan rekayasa produksi dan juga mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

f. Direktur Keuangan dan Umum

Memiliki tugas bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang pemasaran, keuangan, dan pelayanan umum dan juga Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

g. Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan

bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala Bagian dapat juga bertindak sebagai Staf Direktur Kepala Bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Kepala Bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala Bagian Produksi membawahi seksi proses, seksi laboratorium dan seksi pengendalian.

a) Seksi Proses

Bertugas mengawasi jalannya proses produksi. Menjalankan tindakan seperlunya terhadap kejadian-kejadian yang tidak diharapkan sebelum diambil oleh seksi yang berwenang.

b) Seksi Laboratorium

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

c) Seksi Pengendalian

Tugas seksi pengendalian adalah menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

2. Kepala Bagian Teknik

Bertugas bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan dan utilitas. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala Bagian Teknik membawahi seksi pemeliharaan, seksi keselamatan kerja, penanggulangan kebakaran, dan seksi utilitas.

a) Seksi Pemeliharaan

Memiliki tugas melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik dan memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

b) Seksi Keselamatan Kerja-Penanggulangan Kebakaran

Memiliki tugas mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja. Melindungi pabrik dari bahaya kebakaran.

c) Seksi Utilitas

Tugas seksi utilitas antara lain melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, dan tenaga listrik.

3. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan ini bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan dan membawahi 2 seksi, yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.

a) Seksi Administrasi

Tugas seksi administrasi adalah menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

b) Seksi Keuangan

Memiliki tugas menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan dan mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

4. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi serta membawahi 2 seksi yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

a) Seksi Pembelian

Memiliki tugas melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi dan mengetahui harga pasar dan mutu

bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat Gudang.

b) Seksi Pemasaran

Memiliki Tugas Merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi.

5. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian umum membawahi seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

a) Seksi Personalia

Memiliki tugas membina tenaga kerja dan menciptakan susana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaan, dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya dan mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.

b) Seksi Humas

Seksi humas bertugas mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

c) Seksi Keamanan

Bertugas untuk mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik serta menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan dan menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern Perusahaan.

h. Litbang

Litbang terdiri dari tenaga-tenaga ahli sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi. Litbang membawahi 2 departement, yaitu Departement Penelitian dan Departement Pengembangan. Tugas dan wewenangnya meliputi:

1. Memperbaiki mutu produksi.
2. Memperbaiki dan melakukan inovasi terhadap proses produksi.
3. Meningkatkan efisiensi perusahaan diberbagai bidang.

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

4.4.4 Ketenaga kerjaan

Tenaga kerja adalah salah satu faktor yang penting dalam kelangsungan berjalannya proses produksi dan menjamin

beroperasinya alat-alat dalam pabrik. Hubungan antara karyawan dengan perusahaan harus dijaga agar terjadi hubungan yang harmonis dan menimbulkan semangat dalam bekerja yang akhirnya dapat meningkatkan produktifitas perusahaan. Hubungan tersebut dapat dicapai dengan komunikasi dan yang baik antara perusahaan dan karyawan dan fasilitas yang disediakan memadai. Salah satunya adalah gaji Upah Minimum Regional (UMR) sehingga kesejahteraan karyawan dapat tercapai. Gaji karyawan berbeda tergantung pada posisi, keahlian dan tanggung jawabnya.

Menurut statusnya karyawan perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan.

b. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan Direksi tanpa SK Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar pada tiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan

Karyawan Borongan adalah karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila dibutuhkan saja, sistem upah yang diterima adalah upah

borongan atau suatu pekerjaan pabrik ini direncanakan beroperasi setiap hari dengan jam kerja efektif 24 jam/hari.

Menurut jam kerjanya karyawan yang bekerja dibagi menjadi dua yaitu:

a. Karyawan non *shift*

Karyawan non *shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Adapun yang termasuk para karyawan non *shift* adalah: Direktur, Staf Ahli, Manajer, Kepala Bagian serta *staff* yang berada di kantor. Karyawan non *shift* dalam seminggu bekerja selama 6 hari, dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

Senin – Jumat = 08.00 - 16.00

Sabtu = 08.00 - 12.00

Waktu istirahat = 12.00 - 13.00

Waktu istirahat jumat = 11.30 - 13.00

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi dan mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah kelancaran produksi dan keamanannya. Adapun yang termasuk karyawan *shift* ini adalah sebagian dari bagian teknik, operator produksi, bagian gedung, dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan *shift* akan bekerja secara bergantian selama 24 jam mengikuti jadwal sebagai berikut :

Shift pagi = 07.00-15.00

Shift sore = 15.00-23.00

Shift malam = 23.00-07.00

Karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu (A / B / C / D) dimana tiga regu bekerja dan satu regu istirahat yang dilakukan secara bergantian. Pada hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, regu yang bertugas harus tetap masuk.

Tabel 4. 2 Jadwal Pembagian Kelompok *Shift*

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pagi	D	D	A	A	B	B	C	C	C	D
Sore	C	C	D	D	A	A	B	B	B	C
Malam	B	B	C	C	D	D	A	A	A	B
Off	A	A	B	B	C	C	D	D	D	A
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pagi	D	A	A	B	B	B	C	C	D	D
Sore	C	D	D	A	A	A	B	B	C	C
Malam	B	C	C	D	D	D	A	A	B	B
Off	A	B	B	C	C	C	D	D	A	A
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28		
Pagi	A	A	A	B	B	C	C	C		
Sore	D	D	D	A	A	B	B	B		
Malam	C	C	C	D	D	A	A	A		
Off	B	B	B	C	C	D	D	D		

Jadwal selanjutnya mengikuti urutan yaitu setelah masuk shift malam diberikan istirahat sebelum masuk *shift* pagi. Agar produksinya lancar maka perlu kedisiplinan dari karyawan. Cara untuk mendisiplinkan karyawan adalah dengan menggunakan absensi.

4.4.5 Kesejahteraan Karyawan

Gaji karyawan pabrik Metil Salisilat ini berbeda tergantung pada kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Gaji minimum pekerja tidak kurang dari Upah Minimum Regional (UMR) di daerah pabrik berdiri. Semakin tinggi jabatan dan pengalamannya menentukan besarnya gaji yang diterima karyawan tersebut. Karyawan akan mendapat promosi naik jabatan secara berkala sesuai dengan masa kerja dan prestasi karyawan.

Tabel 4. 3 Persyaratan Jabatan

No.	Jabatan	Persyaratan
1	Direktur Utama	S-2
2	Direktur Produksi	S-2
3	Direktur Keuangan dan Umum	S-1
4	Kepala Bagian Produksi	S-1
5	Kepala Bagian Pemasaran	S-1
6	Kepala Bagian Keuangan	S-1
7	Kepala Bagian Umum	S-1
8	Kepala Bagian <i>Maintenance</i>	S-1
9	Kepala Bagian Utilitas	S-1
10	Kepala Bagian <i>Quality Assurance</i>	S-1
11	Kepala seksi	D-3
12	Operator	D-3
13	Sekretaris	D-3
14	Dokter	S-1
15	Perawat	Akademi Perawat
16	Lain-lain	SLTA / Sederajat

Tabel 4. 4 Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

No.	Jabatan	Jumlah
1.	Direktur Utama	1
2.	Direktur Teknik dan Operasi	1
3.	Direktur Keuangan dan Pemasaran	1
4.	Direktur SDM dan Umum	1
5.	Spv. <i>Maintenance</i>	1
6.	Spv. Proses	1
7.	Spv. <i>Quality Control</i>	1
8.	Spv. <i>Budgeting</i> dan <i>Accounting</i>	1
9.	Spv. <i>Marketing</i> dan Pemasaran	1
10.	Spv. K3	1
11.	Spv. Personalia	1
12.	Asisten Spv. <i>Maintenance</i>	1
13.	Asisten Spv. Proses	1
14.	Asisten Spv. <i>Quality Control</i>	1
15.	Asisten Spv. <i>Budgeting</i> dan <i>Accounting</i>	1
16.	Asisten Spv. <i>Marketing</i> dan Pemasaran	1
17.	Asisten Spv. K3	1
18.	Asisten Spv. Personalia	1
19.	Ka. Bag. Internal <i>Maintenance</i>	1
20.	Ka. Bag. Eksternal <i>Maintenance</i>	1
21.	Ka. Bag. Produksi	1
22.	Ka. Bag. Utilitas	1
23.	Ka. Bag. Listrik dan Instrumentasi	1
24.	Ka. Bag. Laboratorium	1
25.	Ka. Bag. UPL	1
26.	Ka. Bag. Pengembangan SDM	1
27.	Ka. Bag. Administrasi	1
28.	Karyawan <i>Maintenance</i>	5
29.	Karyawan Produksi	22
30.	Karyawan Utilitas	11
31.	Karyawan Listrik dan Instrumentasi	4
32.	Karyawan Litbang	4
33.	Karyawan Pengolahan Limbah	4
34.	Karyawan Kas/Anggaran	4
35.	Karyawan Pemasaran/Penjualan	4
36.	Karyawan SDM	4

Tabel 4.4 Jumlah Karyawan Menurut Jabatan (Lanjutan)

37.	Karyawan Administrasi	4
38.	Sekretaris	3
39.	Dokter	2
40.	Perawat	4
41.	Supir	5
42.	<i>Cleaning Service</i>	5
43.	<i>Security</i>	9
Total		121

Tabel 4.5 Perincian Golongan dan Gaji Karyawan

Gol.	Jabatan	Gaji/bulan (Rp)	Kualifikasi
I.	Direktur Utama	Rp 35.000.000	S2 Pengalaman 5 Tahun
II.	Direktur	Rp 25.000.000	S2 Pengalaman 5 Tahun
III.	Staff Ahli	Rp 17.500.000	S1 Pengalaman 5 Tahun
IV.	Kepala Bagian	Rp 15.000.000	S1 Pengalaman
V.	Kepala Seksi	Rp 12.500.000	S1/ D3 Pengalaman
VI.	Sekretaris	Rp 6.000.000	S1/ D3 Pengalaman
VII.	Karyawan	Rp 8.000.000	S1/ D3 Pengalaman
VIII.	Karyawan biasa	Rp 4.600.000	SLTA/ D1/D3

4.4.6 Fasilitas karyawan

Meningkatnya produktifitas kerja dapat dicapai dengan tersedianya fasilitas dalam perusahaan yang dapat digunakan untuk menjaga kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap dalam keadaan baik. Maka dari itu perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat bagi karyawan antara lain:

a. Poliklinik

Kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat penting. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.

b. Pakaian Kerja

Perusahaan memberik pakaian kerja kepada karyawan untukmenghindari kesenjangan sosial. Selain itu untuk kesehatan dan keamanan kerja perusahaan juga menyediakan masker.

c. Makan dan Minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk oleh perusahaan.

d. Koperasi

Dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya maka perusahaan menyediakan koperasi.

e. THR

Tunjangan ini diberikan setiap tahun yaitu pada saat menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut adalah satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Untuk memberikan rasa aman kepada para karyawan ketika sedang menjalankan tugasnya maka perusahaan menyediakan Jamsostek yang merupakan asuransi pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Tempat Ibadah

Perusahaan menyediakan tempat ibadah agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktivitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

Perusahaan memberikan uang transportasi tiap hari yang penyerahannya bersama dengan penerimaan gaji tiap bulan agar memperingan beban pengeluaran karyawan dan meningkatkan produktifitas kerja.

i. Hak cuti

1. Cuti Tahunan

Cuti tahunan diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam setahun.

2. Cuti massal

Cuti massal diberikan setiap tahun bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

3. Cuti hamil

4. Karyawan wanita yang akan melahirkan berhak mendapatkan cuti selama 3 bulan dan gajinya tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan anak kedua minimal 2 tahun.

BAB V

UTILITAS

Utilitas yang akan dibutuhkan dalam pembangunan pabrik ini meliputi tenaga listrik, air, bahan bakar dan udara tekan. Kebutuhan air dapat diambil dari air sungai yang lebih dulu ditreatment. Kebutuhan tenaga listrik dan kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari Perusahaan listrik Negara (PLN) dan PT. Dian Swastatika Sentosa.

Unit utilitas merupakan sarana penunjang proses yang diperlukan pabrik, karena memiliki peran sangat vital. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar dengan standar yang telah ditentukan. Penyediaan utilitas ini meliputi: Unit Penyedia dan Pengolahan air (*Water Treatment System*), Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*), Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*), Unit Penyedia Bahan Bakar, Unit Pembuangan Limbah, Unit Penyedia Udara Tekan.

5.1 Unit Penyedia dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

a. Unit Penyedia Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Unit penyediaan air ini dapat berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler, air sanitasi untuk perkantoran, dan air untuk perumahan. Dalam perancangan pabrik Magnesium Klorida ini, sumber air

yang digunakan berasal dari air sungai Wangen. Adapun penggunaan air Sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Pengolahan air sungai dinilai relative lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahannya relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
3. Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
4. Letak Sungai wangen berada dekat dengan lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk:

1. Air Pendingin

Air pendingin adalah air limbah yang berasal dari aliran air yang berperan dalam proses penghilangan panas pada bahan baku tanpa harus berkontak langsung dengan bahan baku tersebut. Dan dalam prosesnya, dalam mendapatkan air pendingin, dapat digunakan alat yang bernama Cooling Tower. Kebanyakan proses produksi pada industri memerlukan air pendingin untuk efisiensi dan operasi yang baik. Air dipilih sebagai media pendingin karena berdasarkan pertimbangan berikut:

- a) Jumlahnya banyak dan dapat dijumpai di sebagian besar kawasan di dunia.
- b) Aman dan mudah dalam pengolahannya

- c) Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- d) Air merupakan media perpindahan panas yang lebih efisien daripada bahan lainnya, terutama dibanding udara.
- e) Tidak terdekomposisi atau tidak membusuk.

Adapun alat yang membutuhkan air pendingin pada pabrik ini adalah

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Pendingin

No	Nama Alat	Kebutuhan Pendingin (kg/Jam)
1	Reaktor	325,05
	Over design 20%	65,01
	Total	390,06

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

Air yang disuplai ke boiler disebut *Boiler Feed Water*, yang nantinya air tersebut akan dipanaskan hingga menjadi *steam*. Karena di dalam *boiler* terjadi pemanasan, sehingga harus diwaspadai adanya kandungan-kandungan mineral seperti ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Air yang banyak mengandung ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} disebut sebagai air yang sadah (*hard water*). Air sadah dapat menyebabkan pengendapan mineral, yang menyumbat saluran pipa dan keran. Air yang memenuhi standar aman adalah pH 9,5 – 11,5. Karena jika PH dibawah standar, maka terjadi *carry over* (padatan terlarut dalam air *boiler*).

Air untuk keperluan boiler ini harus memenuhi spesifikasi tertentu agar air tidak merusak *boiler* (ketel). Dari Perry's 6 th ed, hal. 976, didapatkan bahwa air umpan *boiler* harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut:

- a) Total padatan (*total dissolved solid*) ≤ 3.500 ppm
- b) Alkanitas ≤ 700 ppm
- c) Padatan terlarut ≤ 300 ppm
- d) Silika = 60 – 100 ppm
- e) Besi $\leq 0,1$ ppm
- f) Tembaga $\leq 0,5$ ppm
- g) Oksigen $\leq 0,007$ ppm
- h) Kesadahan ≤ 0
- i) Kekeruhan ≤ 175 ppm
- j) Minyak ≤ 7 ppm
- k) Residu fosfat ≤ 140 ppm

Maka dari itu, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler*, yaitu sebagai berikut:

- a) Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.
- b) Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).
- c) Zat yang menyebabkan *foaming*.

Adapun alat yang membutuhkan *steam* sebagai berikut:

Tabel 5. 2 Kebutuhan *Steam*

No.	Nama Alat	Kebutuhan <i>Steam</i> (kg/jam)
1.	Evaporator 1 dan 2	9.506,07
2.	Heater 1	1.003,09
3.	Heater 2	3.333,12
4.	Heater 3	3.33
	<i>Over design 20%</i>	3.435,05
	total	20.610,33

3. Air Sanitasi

Merupakan air yang digunakan untuk air minum, pembersihan/sterilisasi, keperluan laboratorium, perkantoran, perumahan, dan mesjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu sebagai berikut:

a) Syarat fisika, yaitu:

- 1) Suhu berkisar (10 – 25)°C
- 2) Warnanya jernih
- 3) Tidak berasa
- 4) Tidak Berbau
- 5) Ph netral
- 6) Tidak memiliki endapan di bagian bawah air

b) Syarat kimia, yaitu:

- 1) Tidak mengandung logam berat seperti Pb, As, Cr, Cd, Hg
- 2) Tidak mengandung bakteri.
- 3) Tidak beracun.

c) Syarat mikrobiologi

Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat fisik air.

Berdasarkan WHO kebutuhan air setiap karyawan itu ada dikisaran 120-150 liter perhari maka air yang dibutuhkan adalah 18.150 dikarenakan ada 121 orang karyawan.

4. Air Proses

Air proses merupakan salah satu bahan baku tambahan yang digunakan dalam pembuatan Magnesium Klorida, aktifitas utama air proses ini sebagai pengolahan (*processing*). Dampak buruk dapat terjadi pada proses serta kualitas hasil akhir apabila prosedur pengolahan air kurang memadai pada proses industry ini, air digunakan sebagai pencampuran, pelarutan bahkan pengenceran suatu proses.

Adapun alat yang membutuhkan air proses di pabrik ini adalah:

Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Proses

No	Nama Alat	Kebutuhan Air (kg/jam)
1	Mixer	12.111,71
	Over design 20%	2.422,34
	Total	14.534,06

b. Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan desinfektan maupun dengan penggunaan ion *exchanger*. Langkah-langkah pengolahan air adalah sebagai berikut:

1. Tahapan Pengendapan

Tujuan dari pengendapan ini adalah untuk memisahkan suspensi lumpur dan kotoran. Untuk membantu proses pengendapan di *clarifier* maka pada proses pengendapan ini harus ditambahkan zat kimia yang dapat membantu proses pengendapan partikel-partikel halus tersebut.

Zat kimia ini berfungsi sebagai pemersatu partikel - partikel halus yang mengakibatkan partikel-partikel tersebut menjadi sebuah gumpalan. Alat ini berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel halus. Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

- a) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan.
- b) Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai flokulan. Air baku dimasukkan ke dalam clarifier untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah clarifier dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir clarifier secara overflow, sedangkan sludge (flok) 95 yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di blowdown secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai turbidity sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar clarifier turbiditynya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2. Tahap Penggumpalan

Tujuan dari panggumpalan ini adalah untuk menyatukan partikel halus yang tidak mengendap pada tahap pertama. Proses pengendapan ini biasa disebut sedimentasi.

3. Tahap Penyaringan

Saringan-saringan kasar digunakan untuk melindungi pompa terhadap bahan-bahan padat mengambang. Saringan-saringan halus dipergunakan untuk membuang bahan-bahan yang mengambang dan terapung. Air hasil dari *clarifier* dialirkan menuju *sand filter* untuk memisahkan partikel-partikel *solid* yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira-kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

4. Tahap Demineralisasi

Untuk mendapatkan air umpan yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pabrik, Teknik demineralisasi perlu dilakukan. Demineralisasi adalah salah satu 60 teknologi proses pengolahan air untuk menghilangkan menghilangkan kadar garam dan mineral dalam air yang dapat menyebabkan lapisan kerak pada pipa melalui proses pertukaran ion (*ion exchange process*) dengan menggunakan media resin/*softener* anion dan kation. Proses ini mampu menghasilkan air dengan tingkat kemurnian yang sangat tinggi dengan kontaminan

mineral ion sampai mendekati angka nol atau bahkan sampai tidak terdeteksi lagi.

a) *Cation Exchanger*

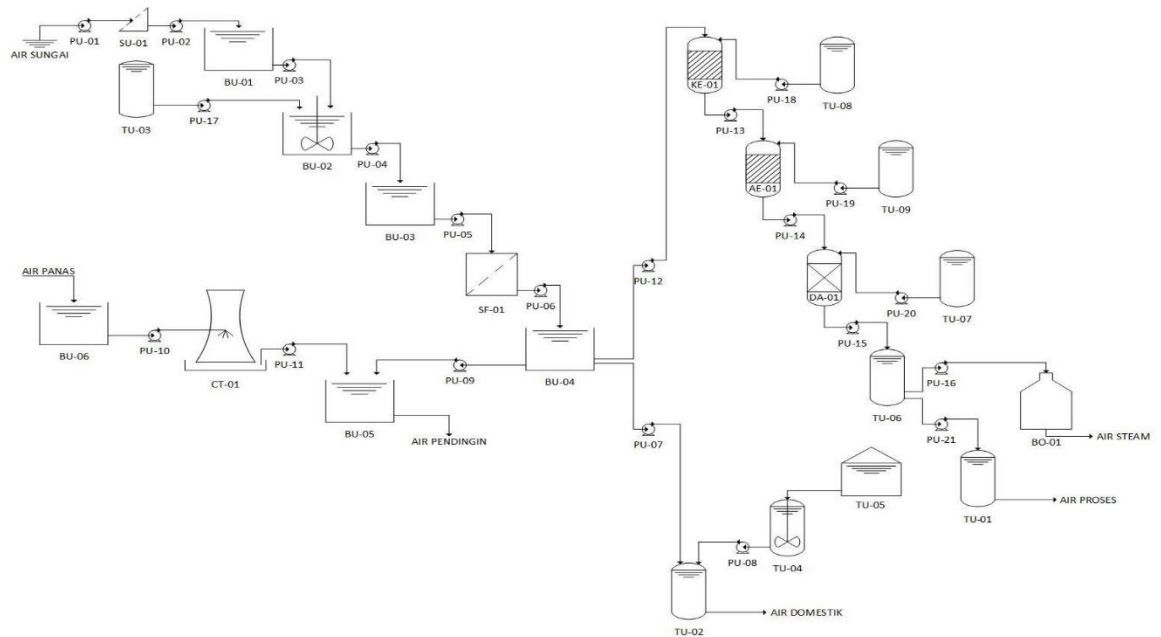
Cation Exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* merupakan air yang mengandung anion dan ion H^+ .

b) *Anion Exchanger*

Air dari tangki *cation exchanger* kemudian di umpankan ke dalam tangki *anion exchanger*. Tangki ini berfungsi sebagai pengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut di dalam air dengan resin yang bersifat basa.

5. Tahap Deaerasi

Daerasi adalah tahap penting setelah demineralisasi yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan oksigen, CO_2 , gas terlarut lainnya dari cairan dan senyawa yang dapat dipompa melalui pipa kondensat sebelum menjadi air umpan *boiler*. Karena jika terdapat kegagalan dalam menghilangkan oksigen dalam *boiler*, maka akan menyebabkan kerusakan pada *boiler* yang sangat serius seperti korosi pada perpipaan dan *tube tube boiler*. Alat yang digunakan untuk proses de-aerasi ini disebut daerator, dan keluaran daerator disebut *Boiler Feed Water (BFW)*.



Gambar 5. 1 Diagram Utilitas

Keterangan:

1. PU : Pompa Utilitas
2. FU-01 : *Screening*/saringan
3. BU-01 : Bak Sedimentasi
4. BU-02 : Bak Penggumpal
5. TU-01 : Tangki Larutan Alum
6. BU-03 : Bak Pengendap I
7. BU-04 : Bak Pengendap II
8. SF-01 : Sand Filter
9. BU-05 : Bak Penampung Sementara
10. TU-02 : Tangki Klorinasi
11. TU-03 : Tangki Kaporit
12. TU-04 : Tangki Air Bersih Keperluan Umum

13. TU-05 : Tangki Air Keperluan Proses
14. BU-06 : *Cold* Basin
15. BU-07 : *Hot* Basin
16. KE-01 : Kation *Exchanger*
17. AE-01 : Anion *Exchanger*
18. TU-06 : Tangki NaCl
19. TU-07 : Tangki NaOH
20. TU-08 : Tangki Air Demin
21. DA-01 : Deaerator
22. TU-09 : Tangki Hidrazin
23. CT-01 : *Cooling Tower*
24. BO-01 : *Boiler*

5.2 Unit Pembangkit *Steam*

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*). Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Kemudian umpan dimasukkan ke dalam *economizer* dan selanjutnya umpan masuk ke dalam boiler. Uap air yang terbentuk terkumpul baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

Digunakan *saturated steam* dengan spesifikasi

$$\begin{aligned} T &= 140 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ P &= 684 \text{ Kpa} \\ \Lambda &= 2068,9 \text{ Kj/kg} \end{aligned}$$

5.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik (*Power Plant System*)

Total kebutuhan listrik sebesar 160,95 kW. Kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN dan generator sebagai cadangan.

5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan diperlukan sebagai pemakaian alat instrumentasi dan kontrol (*pneumatic control*). Daya yang digunakan untuk menjalankan proses Udara tekan yaitu sebesar 11 Hp.

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada *boiler* dan generator. Bahan bakar yang dipakai adalah batu bara dan bahan bakar yang digunakan adalah 1.035,01 kg/jam.

5.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah pabrik merupakan masalah utama juga dalam perindustrian, selain mencemari tanah hingga dapat menimbulkan masalah lingkungan, termasuk pencemaran udara juga. Selain itu, limbah pabrik juga dapat mempengaruhi Kesehatan makhluk hidup dan manusia disekitar area pabrik

tersebut. Oleh karena itu, unit pembuangan limbah sangatlah dibutuhkan untuk mengatasi masalah tersebut. Biasanya limbah pabrik akan di olah terlebih dahulu untuk menghilangkan racun racun yang bersifat karsinogenik (yang menyebabkan kanker bagi manusia) lalu baru limbah tersebut di alirkan ke selokan.

Tabel 5. 4 Spesifikasi Pompa Utilitas

Parameter	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05	PU-06
Fungsi	Mengalirkan air dari Sungai ke <i>screening</i>	Mengalirkan air dari bak <i>screening</i> ke bak sedimentasi	Mengalirkan air dari bak sedimentasi ke bak pengumpul	Mengalirkan air dari bak pengumpul ke bak pengendap	Mengalirkan air dari bak pengendap ke <i>sand filter</i>	Mengalirkan air dari <i>sand filter</i> ke bak penampung sementara
Jenis bahan	<i>Centrifugal pump</i> <i>Comercial steel</i>					
Kapasitas(M ³ /jam)	47,74	47,74	45,35	43,09	43,09	38,88
Daya Motor (HP)	1,5	1.5	2	3	2	1

Tabel 5. 5 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas

Parameter	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10	PU-11	PU-12
Fungsi	Mengalirkan air dari bak penampung sementara ke tangki air keperluan	Mengalirkan air tangki klorinasi ke tangka air sanitasi	Mengalirkan air dari bak penampung sementara ke <i>cold</i> basin	Mengalirkan air dari <i>hot</i> basin ke <i>cooling</i> tower	Mengalirkan air dari <i>cooling</i> tower ke <i>cold</i> basin	Mengalirkan air dari bak penampung sementara ke kation <i>exchanger</i>
Jenis Bahan	<i>Centrifugal pump</i> <i>Comercial steel</i>					
Kapasitas(M ³ /jam)	36,94	1,84	36,94	0,38	0,38	36,94
Daya Motor (HP)	1	0,125	1.5	0,5	0,5	1

Tabel 5. 6 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas

Parameter	PU-13	PU-14	PU-15	PU-16	PU-17	PU-18
Fungsi	Mengalirkan air dari kation <i>exchanger</i> menuju ke anion <i>exchanger</i>	Mengalirkan air dari anion <i>Exchanger</i> ke Dearator	Mengalirkan air dari Dearator ke tangki air demin	Mengalirkan air dari tangki air demin ke <i>boiler</i>	Mengalirkan tangki alum ke bak penggumpal	Mengalirkan tangki NaCl ke kation <i>exchanger</i>
Jenis Bahan	<i>Centrifugal pump</i> <i>Comercial steel</i>					
Kapasitas(M ³ /jam)	20,15	20,15	20,15	20,15	0,0033	0,0033
Daya Motor (HP)	1,5	1,5	1,5	1,5	0,05	0,05

Tabel 5. 7 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas

Parameter	PU-19	PU-20	PU-21
Fungsi	Mengalirkan tangki NaOH ke <i>anion exchanger</i>	Mengalirkan tangki Hidrazin ke dearator	Mengalirkan air dari tangka air demin ke tangki air pir proses
jenis	<i>Centrifugal pump</i>		
Bahan	<i>Commercial steel</i>		
Kapasitas(M ³ /jam)	0,01	20,15	20,15
Daya Motor (HP)	0,05	0,75	1,5

Tabel 5. 8 Spesifikasi Bak Utilitas

Parameter	BU-01	BU-02	BU-03	BU-04
Fungsi	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang lolos dari <i>screener</i> dengan proses sedimentasi	Menggumpalkan kotoran yang tidak mengendap di bak penampungan awal dengan menambah tawas	Mengendapkan endapan yang berbentuk flox yang terbawa dari Sungai dengan proses flokulasi	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari Sungai dengan proses flokulasi
Bentuk	Bak <i>rectangular</i>	Silinder tegak	Bak persegi yang diperkuat beton bertulang	Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
Panjang, m	8,74		8,59	8,45
Lebar, m	8,74		8,59	8,45
Tinggi, m	4,37	4,07	4,29	4,22
Diameter, m		4,07		
Pengaduk		<i>Marine propeller</i>		
Diameter pengaduk, m		1,35		
HP		2		

Tabel 5. 9 Lanjutan Spesifikasi Bak Utilitas

Parameter	BU-05	BU-06	BU-07	BU-04
Fungsi	Menampung sementara <i>raw water</i> setelah disaring di <i>sand filter</i>	Menampung air keluaran <i>cooling tower</i>	Menampung air keluaran proses yang akan didinginkan di <i>cooling tower</i>	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari Sungai dengan proses flokulasi
Bentuk	Bak persegi yang diperkuat beton bertulang	Bek <i>rectangular</i>	Bak <i>rectangular</i>	Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
Panjang, m	4,49	0,97	0,97	8,45
Lebar, m	4,49	0,97	0,97	8,45
Tinggi, m	2,24	0,48	0,48	4,22

Tabel 5. 10 Spesifikasi Tangki Utilitas

Parameter	TU-01	TU-02	TU-03	TU-04	TU-05
Fungsi	Menyiapkan dan menyimpan larutan alum	Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga	Menampung kebutuhan kaporit	Menampung air keperluan umum	Menampung air keperluan proses
Jenis	Silinder tegak	Silinder tegak	Silinder tegak	Silinder tegak	Silinder tegak
Tinggi, m	1,32	1,42	0,18	4,10	8,10
Diameter, m	0,66	1,42	0,18	4,10	8,10
Volume, m ³	0,37	2,25	0,005	54,17	418,58

Tabel 5. 11 Lanjutan Spesifikasi Tangki Utilitas

Parameter	TU-06	TU-07	TU-08	TU-09	TU-10
Fungsi	Menyimpan NaCl untuk kation <i>exchanger</i>	Menyimpan NaOH untuk di anion <i>exchanger</i>	Menampung air keluaran anion <i>exchanger</i> untuk umpan <i>boiler</i>	Minyimpan larutan N ₂ H ₄ untuk diinjeksi ke dearator	Menyimpan Bahan bakar
Jenis	Silinder tegak alas dan tutup datar	Silinder tegak alas dan tutup datar	Silinder tegak	Silinder tegak	Silinder tegak
Tinggi, m	2,34	3,53	9,11	2,00	10,31
Diameter, m	1,56	2,35	9,11	2,00	5,15
Volume, m ³	4,48	15,36	593,57	6,28	215,33

Tabel 5. 12 Lanjutan Spesifikasi Tangki Utilitas

Parameter	TU-11	TU-12
Fungsi	Penyimpan bahan bakar generator	Tangki silica gel
jenis	Silinder tegak	Silinder tegak
Tinggi, m	4,10	0,76
Diameter, m	4,10	0,38

Tabel 5. 13 Spesifikasi *Screening* dan *Sand Filter* Utilitas

Parameter	<i>Screening</i>	<i>Sand filter</i>
Fungsi	Menyaring kotoran yang biasa ada di Sungai	Menyaring kotoran halus yang terbawa air
Material	Alumunium	Spheres
Panjang	10 ft	2,20 m
Lebar	8 ft	2,20 m
Tinggi		1,10 m

Tabel 5. 14 Spesifikasi Anion dan Kation *Exchanger*

Parameter	<i>Kation Exchanger</i>	<i>Anion exchanger</i>
Fungsi	Menurunkan kesadahan air umpan <i>boiler</i> yang disebabkan oleh kation	Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh ion-ion negative
Bentuk	<i>Down Flow Cation Exchanger</i>	<i>Strongly Basic Anion Exchanger</i>
Diameter, m	2,07	1,60
Tinggi, m	1,56	1,20

Tabel 5. 15 Spesifikasi Dearator

Parameter	Dearator
Fungsi	Menghilangkan gas-gas terlarut dalam air yang dapat menyebabkan kerak pada <i>boiler</i>
Jenis	Tangki silinder tegak
Diameter, m	3,15
Tinggi, m	3,15

Tabel 5. 16 Spesifikasi *Boiler*

Alat	<i>Boiler</i>
Fungsi	Membuat saturated steam
Bentuk	Water tube boiler
Diameter, m	5,15
Tinggi, m	10,31
Bahan bakar	Batu bara

Tabel 5. 17 Spesifikasi *Cooling Tower*

Fungsi	Mendinginkan air pendingin yang telah dipakai dalam proses
Bentuk	<i>Induced Draft Cooling Tower</i>
Panjang, m	0,23
Lebar, m	0,15
Tinggi, m	11

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Evaluasi ekonomi pabrik dilakukan untuk mengetahui apakah pabrik yang di rancang layak atau tidak dan dapat menguntungkan atau tidak. Jika dilihat dari segi ekonomi, suatu pabrik dikatakan layak jika dapat memenuhi kewajiban finansial serta dapat mendapatkan keuntungan yang layak bagi perusahaan dan para pemiliknya. Berbagai parameter ekonomi dapat digunakan sebagai pedoman untuk menentukan layak tidaknya suatu pabrik untuk didirikan dan besarnya tingkat pendapatan yang diterima dari segi ekonomi. Selain dari itu untuk mengetahui apakah modal yang ditanamkan dapat kembali pada jangka waktu tertentu atau tidak.

Dengan demikian prarancangan pabrik Magnesium Klorida diperlukan evaluasi ekonomi untuk mengetahui apakah pabrik yang didirikan merupakan suatu investasi yang layak dan menguntungkan atau tidak.

Untuk itu pada perancangan pabrik kalsium karbida ini dibuat evaluasi penilaian yang di tinjau dengan metode:

- a. Keuntungan (*Profit*)
- b. *Return On Investment* (ROI)
- c. *Pay Out Time* (POT)
- d. *Break Event Point* (BEP)
- e. *Shut Down Point* (SDP)
- f. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR)

Namun, untuk menghitung faktor-faktor diatas perlu diperkirakan sebelum melakukan analisis, seperti:

- a. Penentuan modal industri (*Fixed capital investment*), meliputi :
 1. Modal tetap (*fixed capital investment*)
 2. Modal kerja (*working capital investment*)
- b. Penentuan total biaya produksi (*Total production cost*), meliputi :
 1. Biaya pembuatan (*Manufacturing cost*)
 2. Biaya pengeluaran umum (*General expenses*)
- c. Pendapatan Modal

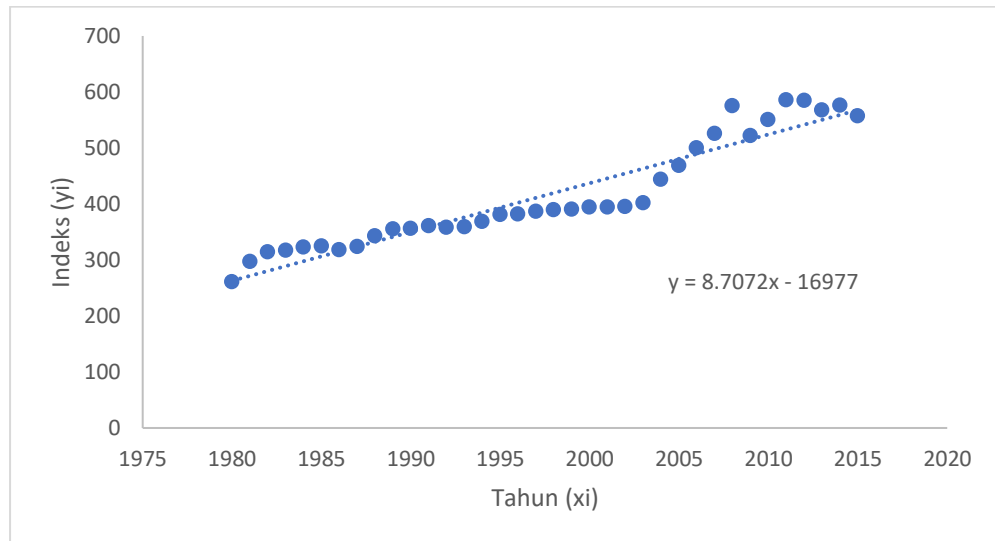
Perkiraan yang perlu diperlukan untuk mengetahui titik impas, adalah sebagai berikut:

1. Biaya tetap per tahun (*Fixed cost annual*)
2. Biaya variable per tahun (*Variable cost annual*)
3. Biaya mengambang (*Regulated cost annual*)

6.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan akan berubah setiap tahun tergantung dengan kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Sehingga untuk mengetahui harga peralatan diperlukan metode atau cara untuk memperkirakan harga alat tertentu. Untuk mencari harga pada tahun tertentu dengan mencari tahu terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut. Analisis ini menggunakan indeks dari tahun 1980-2015 (sumber: www.chemengonline.com/pci) kemudian dicari dengan menggunakan

persamaan regresi linear yang menggambarkan hubungan antara tahun dan indeks harga, ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 6.1 Grafik Hubungan Antara Tahun dan Indeks Harga

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, berdasarkan data di atas maka didapatkan persamaan berikut:

$$y = 8,7072x - 16.977 \quad (6.1)$$

Dimana:

y = indeks harga

x = tahun pembelian

Dari persamaan di atas didapat harga indeks pada tahun 2028 adalah 681,2016. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio index harga (Aries dan Newton, 1955).

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (6.2)$$

Dimana :

Ex : Harga alat pada tahun pembelian

Ey : Harga alat pada tahun referensi

Nx : Indeks harga pada tahun pembelian

Ny : Indeks harga pada tahun referensi

6.2 Dasar Perhitungan

Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi pabrik Magnesium Klorida adalah:

Kapasitas pabrik = 20.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Tahun pendirian pabrik = 2027

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 15.000

6.3 Perhitungan Biaya

a. *Total Capital Investment*

Capital investment merupakan jumlah pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikan pabrik (Peters dan Timmerhaus, 2004). *Capital investment* terdiri dari:

1. *Fixed Capital Investment*

Merupakan biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas suatu pabrik (Peters dan Timmerhaus, 2004). Selanjutnya, melakukan perhitungan rencana maka pabrik magnesium Klorida ini

memerlukan rencana *physical plant cost, direct plant cost, fixed capital instrument*.

2. *Working Capital Investment*

Merupakan biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

b. *Manufacturing Cost*

Merupakan jumlah yang diperlukan untuk kegiatan produksi suatu produk. *Manufacturing Cost* adalah jumlah dari *Direct, Indirect dan Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries and Newton, 1955 *Manufacturing Cost* meliputi :

1. *Direct Cost*

Merupakan biaya pengeluaran yang berhubungan langsung dalam proses pembuatan suatu produk.

2. *Indirect Cost*

Merupakan biaya pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi suatu pabrik.

3. *Fixed Manufacturing Cost*

Merupakan biaya pengeluaran yang bersifat tetap, tidak dipengaruhi oleh tingkat produksi dan waktu atau pengeluaran Ketika pabrik beroperasi maupun tidak beroperasi.

c. *General Expenses*

General Expenses atau pengeluaran umum merupakan biaya pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan dan tidak termasuk manufacturing cost. General Expenses meliputi:

1. *Administrasi*

Biaya yang termasuk dalam administrasi seperti: *management salaries, legal fees and auditing*, dan biaya peralatan kantor. Besarnya biaya administrasi diperkirakan 2-3% hasil penjualan atau 3-6% dari *manufacturing cost*.

2. *Sales*

Pengeluaran yang dilakukan mengenai penjualan produk, misalnya biaya distribusi dan iklan. Besarnya biaya *sales* diperkirakan 3-12% harga jual atau 5-22% dari *manufacturing cost*. Untuk produk standar kebutuhan *sales expense* kecil dan untuk produk baru yang perlu diperkenalkan *sales expense* besar.

3. *Riset*

Penelitian diperlukan untuk menjaga mutu dan inovasi ke depan. Untuk industri kimia, dana riset sebesar 3,5% dari hasil penjualan.

4. *Finance*

Biaya untuk membayar bunga bank atau deviden pemegang saham 2%.

d. Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan merupakan suatu perancangan pabrik yang dilakukan untuk mengetahui keuntungan yang akan diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikatakan pabrik tersebut potensial atau tidak. Studi kelayakan dari pabrik asam fosfat dilihat dari parameter-parameter ekonomi. Berikut beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

1. *Return on Investment (ROI)*

Return on investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *percent return on investment* adalah:

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{fixed capital}} \times 100\% \quad (6.3)$$

Profit suatu pabrik dapat dihitung berdasarkan *annual sales* (Sa) dan *total manufacturing cost*. *Finance* dapat dikatakan sebagai komponen yang berisikan pengembalian hutang selama pembangunan pabrik. Kondisi pabrik dengan risiko rendah mempunyai minimum ROI *before tax* sebesar 11%, sedangkan dalam pabrik dengan risiko tinggi mempunyai minimum ROI *before tax* sebesar 44%.

2. *Pay Out Time*

Pay out time adalah lama waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. Persamaan yang digunakan untuk menghitung POT adalah:

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Keuntungan tahunan} + \text{depresiasi}} \quad (6.4)$$

Pada pabrik dengan risiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pada pabrik dengan risiko tinggi mempunyai nilai POT maksimal 4 tahun.

3. Break Event Point (BEP)

Break even point merupakan titik impas dimana pabrik tidak mengalami keuntungan maupun kerugian. Dalam kondisi ini kapasitas produksi pada saat sales sama dengan total cost. Pabrik akan keuntungan apabila beroperasi di atas nilai BEP dan akan mengalami kerugian apabila beroperasi di bawah nilai BEP. Pada umumnya, nilai BEP memiliki nilai berkisar antara 40% - 60%. Persamaan yang digunakan untuk menghitung break even point sebagai berikut :

$$BEP = \frac{Fa + 0,3Ra}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100\% \quad (6.5)$$

Keterangan:

Fa = Annual fixed manufacturing cost pada produksi maksimum

Ra = Annual regulated expenses pada produksi maksimum

Sa = Annual variable value pada produksi maksimum

Va = Annual sales value pada produksi maksimum

Terdapat tujuan utama perusahaan yaitu mendapatkan keuntungan atau laba secara maksimal bisa dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut:

- a) Menekan sebisa mungkin biaya produksi atau biaya operasional sekecil-kecilnya, serendah-rendahnya tetapi tingkat harga, kualitas, maupun kuantitasnya tepat dipertahankan sebisanya.
- b) Penentuan harga jual sedemikian rupa menyesuaikan tingkat keuntungan yang diinginkan/dikehendaki.
- c) Volume kegiatan ditingkatkan dengan semaksimal mungkin.

4. *Shut Down Point (SDP)*

Shut down point adalah tingkat produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*. Persamaan untuk menghitung SDP adalah sebagai berikut:

$$SDP = \frac{0,3x Ra}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100\% \quad (6.6)$$

Pada pabrik ini memiliki SDP sebesar 20,54%.

5. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*

Discounted cash flow rate of return merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahunnya. Berdasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *discounted cash flow rate of return* adalah sebagai berikut :

$$(FC + WC)(1 + i)^n = \sum_{n=0}^{n=n-1} (1 + i)^n + WC + SV \quad (6.7)$$

Keterangan:

FC = *Fixed capital*

WC = *Working capital*

SV = *Salvage value*

C = *Cash flow*

= (keuntungan setelah pajak + depresiasi + finance)

n = Umur pabrik

I = Nilai DCFR

6.4 Hasil Perhitungan

Dalam mendirikan pabrik Magnesium Klorida memerlukan perencanaan keuangan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah pabrik yang akan didirikan layak untuk didirikan atau tidak.

Tabel 6. 1 *Phisycal Plant Cost (PPC)*

No.	Jenis	Harga (RP)	Harga (\$)
1.	<i>Purchased Equipment Cost</i>	Rp87.137.659.345,89	\$5,809,177.29
2.	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp21.784.414.836,47	\$1,452,294.32
3.	Instalasi cost	Rp14.511.324.869,74	\$967,421.66
4.	Pemipaan	Rp48.393.351.412,06	\$3,226,223.43
5.	Instrumentasi	Rp21.836.697.432,08	\$1,455,779.83
6.	Insulasi	Rp3.383.845.771,27	\$225,589.72
7.	Listrik	Rp8.713.765.934,59	\$580,917.73
8.	Bangunan	Rp64.530.000.000,00	\$4,302,000.00
9.	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp17.670.840.000,00	\$1,178,056.00
	<i>Phisycal Plant Cost</i>	Rp287.961.899.602,10	\$19,197,459.97

Tabel 6. 2 *Direct Plant Cost*

No.	Jenis	Harga (RP)	Harga (\$)
1.	<i>Engineering and Constrution</i>	Rp57.592.379.920,42	\$3,839,491.99
2.	<i>Direct Plant Cost</i>	Rp345.554.279.522,52	\$23,036,951.97
	Total	Rp403.146.659.442,94	\$26,876,443.96

Tabel 6. 3 Fixed Capital Investment

No.	Jenis	Harga (RP)	Harga (\$)
1.	Total DPC+PPC	Rp403.146.659.442,94	\$26,876,443.96
2.	Kontraktor	Rp13.822.171.180,90	\$921,478.08
3.	Biaya tak terduga	Rp86.388.569.880,63	\$5,759,237.99
	Total	Rp445.765.020.584,05	\$29,717,668.04

Tabel 6. 4 Direct Manufacturing Cost

No.	Jenis	Harga (RP)	Harga (\$)
1.	<i>Raw Material</i>	Rp81.986.502.281,26	\$5,465,766.82
2.	<i>Labor</i>	Rp14.731.200.000,00	\$982,080.00
3.	<i>Supervision</i>	Rp1.473.120.000,00	\$98,208.00
4.	<i>Maintenance</i>	Rp26.745.901.235,04	\$1,783,060.08
5.	<i>Plant Supplies</i>	Rp4.011.885.185,26	\$267,459.01
6.	<i>Royalty and Patents</i>	Rp3.400.000.000,00	\$226,666.67
7.	<i>Utilities</i>	Rp18.406.942.580,21	\$1,227,129.51
	Total	Rp150.755.551.281,77	\$10,050,370.09

Tabel 6. 5 Indirect Manufacturing Cost

no	Jenis	Harga (RP)	Biaya (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp2.209.680.000,00	\$147,312.00
2	<i>Laboratory</i>	Rp2.946.240.000,00	\$196,416.00
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp11.784.960.000,00	\$785,664.00
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp17.000.000.000,00	\$1,133,333.33
	Total	Rp33.940.880.000,00	\$2,262,725.33

Tabel 6. 6 Fixed Manufacturing Cost

No.	Jenis	Harga (RP)	Harga (\$)
1.	<i>Depreciation</i>	Rp44.576.502.058,40	\$2,971,766.80
2.	<i>Propertu taxes</i>	Rp4.457.650.205,84	\$297,176.68
3.	<i>Insurance</i>	Rp4.457.650.205,84	\$297,176.68
	Total	Rp53.491.802.470,09	\$3,566,120.16

Tabel 6. 7 Manufacturing Cost

No.	Jenis	Harga (RP)	Harga (\$)
1.	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp150.755.551.281,7	\$10,050,370.09
2.	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp33.940.880.000,00	\$2,262,725.33
3.	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp53.491.802.470,09	\$3,566,120.16
	Total	Rp238.188.233.751,85	\$15,879,215.58

Tabel 6. 8 Working Capital

No.	Jenis	Harga (RP)	Biaya (\$)
1.	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp3.478.215.248,30	\$231,881.02
2.	<i>In Process Inventory</i>	Rp5.052.477.685,65	\$336,831.85
3.	<i>Product Inventory</i>	Rp21.653.475.795,62	\$1,443,565.05
4.	<i>Extended Credit</i>	Rp10.303.030.303,03	\$686,868.69
5.	<i>Available Cash</i>	Rp21.653.475.795,62	\$1,443,565.05
	Total	Rp62.140.674.828,22	\$4,142,711.66

Tabel 6. 9 General Expenses

No.	Jenis	Harga (RP)	Biaya (\$)
1.	<i>Administration</i>	Rp7.145.647.012,56	\$476,376.47
2.	<i>Sales expense</i>	Rp11.909.411.687,59	\$793,960.78
3.	<i>Research</i>	Rp8.336.588.181,31	\$555,772.55
4.	<i>Finance</i>	Rp10.158.113.908,25	\$677,207.59
	Total	Rp37.549.760.789,71	\$2,503,317.39

Tabel 6. 10 Total Production Cost

No.	Jenis	Harga (RP)	Biaya (\$)
1.	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp238.188.233.751,85	\$15,879,215.58
2.	<i>General Expense (GE)</i>	Rp37.549.760.789,71	\$2,503,317.39
	Total	Rp275.737.994.541,56	\$18,382,532.97

Tabel 6. 11 Fixed Cost (Fa)

No.	Jenis	Harga (RP)	Biaya (\$)
1.	<i>Depreciation</i>	Rp44.576.502.058,40	\$2,971,766.80
2.	<i>Property taxes</i>	Rp4.457.650.205,84	\$297,176.68
3.	<i>Insurance</i>	Rp4.457.650.205,84	\$297,176.68
	Total	Rp53.491.802.470,09	\$3,566,120.16

Tabel 6. 12 Regulated Cost (Ra)

No.	Jenis	Harga (RP)	Harga (\$)
1.	<i>Gaji karyawan</i>	Rp14.731.200.000,00	\$982,080.00
2.	<i>Payroll overhead</i>	Rp2.209.680.000,00	\$147,312.00
3.	<i>Supervision</i>	Rp1.473.120.000,00	\$98,208.00
4.	<i>Plant Overhead</i>	Rp11.784.960.000,00	\$785,664.00
5.	<i>Laboratory</i>	Rp2.946.240.000,00	\$196,416.00

Tabel 6.12 Regulated Cost (Ra) (Lanjutan)

6.	<i>General Expense</i>	Rp37.549.760.789,71	\$2,503,317.39
7.	<i>Maintenance</i>	Rp26.745.901.235,04	\$1,783,060.08
8.	<i>Plant supplies</i>	Rp4.011.885.185,26	\$267,459.01
	Total	Rp101.452.747.210,01	\$6,763,516.48

Tabel 6. 13 Variabel Cost (Va)

No.	Jenis	Harga (RP)	Biaya (\$)
1.	<i>Raw material</i>	Rp81.986.502.281,26	\$5,465,766.82
2.	<i>Packaging & shipping</i>	Rp17.000.000.000,00	\$1,133,333.33
3.	<i>Utilities</i>	Rp18.406.942.580,00	\$1,227,129.51
4.	<i>Royalties and Patents</i>	Rp3.400.000.000,00	\$226,666.67
	Total	Rp120.793.444.861,47	\$8,052,896.32

6.5 Hasil Analisis Keuangan

Hasil Penjualan = Rp340.000.000.000,00

Total biaya produksi = Rp275.737.994.541,56

Keuntungan sebelum pajak = Rp64.262.005.458,44

Pajak = 22% (Rp12.852.401.091,69)

(Pasal 17 ayat (2) Undang-Undang Pajak Penghasilan. Tahun 2022)

Keuntungan setelah pajal = Rp51.409.604.366,75

Analisis Resiko Pabrik

Pabrik Magnesium Klorida dirancang dengan risiko yang rendah (*low risk*) dengan pertimbangan:

- a. Bahan Baku atau Produk tidak memerlukan suhu dan tekanan khusus saat penyimpanan.

- b. Ketika reaksi di reactor tidak memerlukan suhu dan tekanan yang tinggi.
- c. Bahan yang dipakai itu bahan yang tidak beracun dan tidak mudah meledak.
- d. Terdapat pabrik Magnesium Klorida di luar negeri.

Berdasarkan penerapan teknologi, kondisi proses, kondisi operasi dan sifat-sifat bahan baku dan produk maka pabrik ini dikategorikan sebagai pabrik berisiko rendah.

6.6 Analisis Kelayakan

a. *Return On Investment (ROI)*

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{fixed capital}} \times 100\%$$

ROI sebelum pajak = 14,42%

ROI setelah pajak = 11,53%

b. *Pay Out Time (POT)*

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Keuntungan tahunan} + \text{depresiasi}}$$

POT sebelum pajak = 4,10 tahun

POT setelah pajak = 4,64 tahun

c. **Break Event Point (BEP)**

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

$$BEP = 56,54\%$$

d. **Shut Down Point (SDP)**

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

$$SDP = 20,54\%$$

e. **Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)**

$$(FC + WC)(1 + i)^n = \sum \sum_{n=0}^{n=n-1} (1 + i)^n + WC + SV$$

Umur Pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp 445.765.020.584,05

Working Capital = Rp 62.140.674.828,22

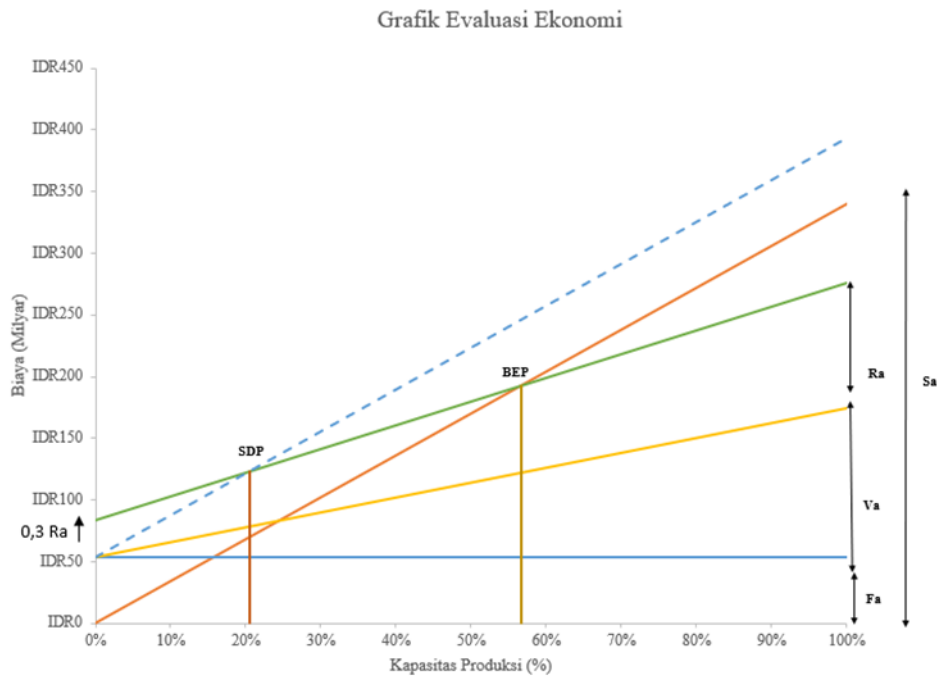
Salvage Value (SV) = Rp 44.576.502.058,40

Cash Flow (CF) = Rp106.144.220.333,40

Sehingga diperoleh *trial & error* dapat dihitung nilai DCFR. Diperoleh

nilai DCFR adalah:

DCFR = 19,60%



Gambar 6. 2 Grafik Evaluasi Ekonomi

Grafik BEP digunakan untuk mengetahui berapa total kapasitas yang harus di produksi dari kapasitas keseluruhan pabrik, dimana pabrik dalam kondisi untung dan tidak rugi atau dalam kata lain kembali modal. Sementara jika pabrik telah memproduksi produk dengan kapasitas produksi diatas titik BEP, pabrik akan disebut menguntungkan. Tetapi sebaliknya, jika pabrik memproduksi kurang dari titik BEP, maka dapat dikatakan pabrik mengalami kerugian. SDP adalah titik atau batas yang mengharuskan pabrik untuk ditutup karena mengalami kerugian besar.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dalam prarancangan pabrik Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dapat diambil beberapa kesimpulan :

- a. Pendirian pabrik magnesium klorida diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga dapat mengurangi jumlah impor, meningkatkan pertumbuhan ekonomi, mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia serta dapat membuka peluang ekspor magnesium klorida.
- b. Pabrik magnesium klorida berbentuk Perseroan Terbatas (PT) didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur dengan jumlah tenaga kerja 121 orang dan beroperasi selama 330 hari/tahun.
- c. Berdasarkan penerapan teknologi, kondisi proses, kondisi operasi dan sifat-sifat bahan baku dan produk maka pabrik ini dikategorikan sebagai pabrik berisiko rendah.
- d. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
 1. Keuntungan pabrik sebelum pajak Rp64.262.005.458,44/tahun dan keuntungan setelah pajak (20%) sebesar Rp51.409.604.366,75/tahun.
 2. Nilai ROI sebelum pajak sebesar 214,42% dan nilai ROI setelah pajak sebesar 11,53%. Menurut Aris Newton (1955), untuk pabrik kimia

beresiko rendah harga ROI sebelum pajak minimum sebesar 11%, sehingga memenuhi syarat.

3. *Pay Out Time* sebelum pajak adalah 4,10 tahun dan *Pay Out Time* setelah pajak adalah 4,64 tahun. Syarat *Pay Out Time* sebelum pajak maksimum untuk pabrik beresiko rendah adalah 5 tahun (Aries and Newton, 1954)
4. *Break Even Point* (BEP) pada 56,64 % dan *Shut Down Point* pada 20,54%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya sekitar 40% sampai 60% (Aries and Newton, 1954)
5. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) diperoleh sebesar 19,20%. Syarat minimum DCFR adalah lebih dari 1,5% suku bunga bank deposito atau DCFR bernilai minimum 7,5% dengan nilai suku bunga deposito bank BI sebesar 5% (www.bi.go.id, berlaku 24 Oktober 2019)

Dari hasil analisis ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik Magnesium Klorida dari Asam Klorida dan Magnesium Hidroksida dengan kapasitas 20.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

7.2 Saran

Konsep-konsep dasar teknik kimia dalam para rancangan pabrik kimia dapat mempermudah dalam hal perancangannya, seperti:

- a. Perlu diperhatikan dalam menentukan optimasi pemilihan alat proses.

- b. Limbah yang dihasilkan dalam pabrik kimia perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang supaya tidak mencemari lingkungan sekitar.
- c. Perlu adanya kontrak jual beli antara penyedia bahan baku supaya kebutuhan baku dapat terpenuhi.
- d. Perlu pencarian data yang diperlukan sebelum membangun pabrik kimia agar mempermudah dalam perancangannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2010, Statistic Indonesia, www.bps.go.id, Indonesia
- Banchero, Julius T., and Walter L. Badger. 1955. *Introduction to Chemical Engineering*. McGraw Hill : New York.
- Brown.G.George., 1950, *Unit Operation* 6ed, Wiley&Sons, USA.
- Brownell.L.E. and Young.E.H., 1959, *Process Equipment Design* 3ed, John Wiley & Sons, New York.
- Coulson.J.M. and Ricardson.J.F., 1983, *Chemical Engineering* vol 6, Pergamon Press Inc, New York.
- Fogler.A.H.Scott, 1999, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, Prentice Hall International Inc, New Jersey.
- Geankoplis.Christie.J., 1993, *Transport Processes and unit Operation* 3rd ed, Allyn & Bacon Inc, New Jersey.
- Himmeblau.David., 1996, *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering*, Prentice Hall Inc, New Jersey.
- H. K. Bharadwaj, J-Y. Lee, X. Li, Z. Liu, T. C. Keener, *Dissolution Kinetics of Magnesium Hydroxide for CO₂ Separation from Coal-Fired Power Plants*, J. Hazard. Mater., 250-251 (2013), 292-297.
- Kern.D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Kirk, R.E and Othmer, D.F., 2006, "Encyclopedia of Chemical Technology", 4nded., vol. 17., John Wiley and Sons Inc., New York.

- Levenspiel.O., 1972, *Chemical Reaction Engineering 2nd edition*, John Wiley and Sons Inc, New York.
- McCabe.W.L. and Smith.J.C., 1985, *Operasi Teknik Kimia*, Erlangga, Jakarta.
- Megyesy.E.F., 1983, *Pressure Vessel Handbook*, Pressure Vessel Handbook Publishing Inc, USA.
- Moss, Dennis R. 2004. *Pressure Vessel Design Manual 3rd Edition*. Elsevier Publishing Inc., USA
- Perry.R.H. and Green.D., 2008, *Perry's Chemical Engineer Handbook 7th ed*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Peter.M.S. and Timmerhause.K.D., 1991, *Plant Design an Economic for Chemical Engineering 3ed*, McGraww-Hill Book Company, New York.
- Powell, S.T., 1954, "*Water Conditioning for Industry*", Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Raju, 1995, *Water Treatment Process*, McGraw Hill International Book Company, New York
- Smith.J.M. and Van Ness.H.C., 1975, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 3ed*, McGraww-Hill Inc, New York.
- Treyball.R.E., 1983, *Mass Transfer Operation 3ed*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Ulmann, 2007. "*Ulmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*". VCH Verlagsgesell Scahft, Wanheim, Germany.
- Ulrich.G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley & Sons Inc, New York.

Us patent US3719743A

Us patent US3760050A

Wahyu, 2010, *Proses Pengolahan Air*, www.zeofilt.wordpress.com, Indonesia

Wallas. S.M., 1988, *Chemical Process Equipment*, Butterworth Publishers,
Stoneham USA.

Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook*, Mc Graw Hill Book Co., New
York.

LAMPIRAN A
PERANCANGAN REAKTOR

a. Perhitungan Neraca Massa Reaktor

Kapasitas produksi : 20.000 ton/tahun

Waktu operasi : 330 hari/tahun

Basis perhitungan : 1 jam operasi

Bahan baku : Magnesium hidroksida ($\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$) 97,4% w/w
Asam klorida ($\text{HCl}(\text{l})$) 10% mol

Produk : Magnesium klorida (MgCl_2) 96,5% w/w

Kapasitas Produksi : 20.000 Ton Tahun = 2.525,25 Kg/jam

Komposisi Bahan Baku

Tabel Lampiran 1 Komposisi MgCl_2

Komposisi	%	Fraksi massa
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	97,4	0,97
SiO_2	1,6	0,01
Fe_2O_3	0,20	0,002
CaO	0,80	0,008

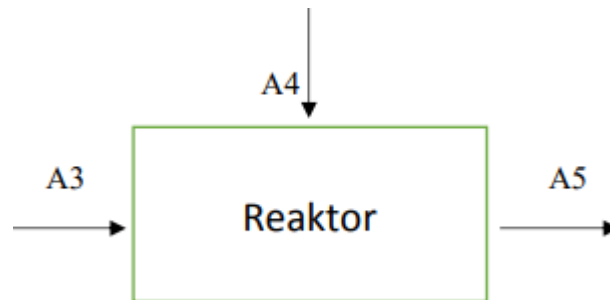
Tabel Lampiran 2 Komposisi HCl

Komposisi	%	Fraksi mol
HCl	10	0,10
H_2O	90	0,90

Tabel Lampiran 3 BM Komponen

Komponen	BM
Magnesium Klorida	95,21
Magnesium Hidroksida	58,32
Silikon Dioksida	60,08
Ferrioksida	159,69
Kalsium Oksida	56,01
Asam Klorida	36,46
Air	18,01

Perhitungan neraca massa dilakukan mengikuti metode perhitungan alur maju. Berdasarkan *trial and error* neraca massa pada reaktor



Gambar Lampiran 1 Aliran Massa Reaktor

Keterangan :

A3 = laju alir HCl

A4 = Laju alir Mg(OH)₂

A5 = Laju alir MgCl₂

Senyawa	2HCl	+ Mg(OH) ₂	→	MgCl ₂	+2H ₂ O
M	56,55	28,27		-	-
R	53,44	26,72		26,72	53,44
S	3,11	1,56		26,72	53,44

Neraca Massa Reaktor :

Massa masuk – Massa keluar + Generasi – Konsumsi = Akumulasi

Massa Masuk = A3 + A4

Massa Keluar = A5

Massa Tergenerasi = FG

Massa Terkonsumsi = FK

Massa Terakumulasi = 0

Persamaan neraca massa reaktor : (A3 + A4) – A5 + FG - FK = 0

Massa masuk=

$$\begin{aligned} \text{A3} &= \text{HCl} = 2 \times 28,27 \\ &= 56,55 \text{ kmol/jam} \times 36,46 \text{ kg/kmol} \\ &= 2.061,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O} &= (0,9/0,1) \times 56,55 \\ &= 508,95 \times 18,02 \\ &= 20.617,50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{A4} &= \text{Mg(OH)}_2 = 28,27 \text{ kmol/jam} \times 58,32 \text{ kg/jam} = 1648,89 \\ &\text{kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{SiO}_2 = (0,016/0,974) \times 1648,89 \text{ kg/jam} = 27,90 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = (0,002/0,974) \times 1648,89 \text{ kg/jam} = 9,27 \text{ kg/jam}$$

$$\text{CaO} = (0,008/0,974) \times 1648,89 \text{ Kg/jam} = 13,02 \text{ kg/jam}$$

Massa Keluar =

$$\begin{aligned} \text{A5} &= \text{MgCl}_2 = 0,945 \times 28,27 \text{ kmol/jam} \\ &= 26,72 \text{ kmol/jam} \times 95,211 \text{ kg/kmol} = 2543,88 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mg(OH)}_2 &= 28,27 \text{ kmol/jam} - (0,94 \times 28,27 \text{ kmol/jam}) \\ &= 1,56 \text{ kmol/jam} \times 58,32 \text{ kg/kmol} = 90,69 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{SiO}_2 = 27,90 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 9,27 \text{ kg/jam}$$

$$\text{CaO} = 13,02 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{HCl} &= 56,55 \text{ kmol/jam} - (2 \times 19,69 \text{ kmol/jam}) \\ &= 3,11 \text{ kmol/jam} \times 36,46 \text{ kg/kmol} \\ &= 113,40 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{H}_2\text{O} &= 508,92 \text{ kmol/jam} + (2 \times 26,72 \text{ kmol/jam}) \\
 &= 562,36 \text{ kmol/jam} \times 18,02 \text{ kg/kmol} \\
 &= 21.580,15 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Massa Tergenerasi =

$$\begin{aligned}
 \text{MgCl}_2 &= 0,945 \times 26,72 \text{ kmol/jam} \\
 &= 26,72 \text{ kmol/jam} \times 95,211 \text{ kg/kmol} = 2543 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{H}_2\text{O} &= 2 \times 26,72 \text{ kmol/jam} \\
 &= 53,44 \text{ kmol/jam} \times 18,02 \text{ kg/kmol} = 962,68 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Massa Terkonsumsi =

$$\begin{aligned}
 \text{Mg(OH)}_2 &= 0,945 \times 28,27 \text{ kmol/jam} \\
 &= 26,72 \text{ kmol/jam} \times 58,32 \text{ kg/kmol} \\
 &= 1.558,21 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{HCl} &= 2 \times 26,72 \text{ kmol/jam} \\
 &= 53,44 \text{ kmol/jam} \times 36,46 \text{ kg/kmol} \\
 &= 1.948,35 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Neraca Panas

Dari hasil perhitungan neraca massa, selanjutnya dilakukan perhitungan neraca energi. Perhitungan Neraca energi didasarkan pada :

Basis waktu : 1 Jam operasi

Satuan panas : kilo joule (kJ)

Temperatur referensi : 25°C (298,15 K)

Neraca Energi:

Energi masuk – Energi keluar + Generasi – Konsumsi = Akumulasi

(Himmelblau,ed.6,1996)

$$Q = H = \int_{T_{ref}}^T n C_p dT \quad (\text{Smith, Van Ness, 1996})$$

Entalpi bahan pada temperatur dan tekanan tertentu adalah :

$$\Delta H = \Delta H_T - \Delta H_f \quad (\text{Himmelblau,ed.6,1996})$$

Keterangan :

ΔH = Perubahan entalpi (panas)

ΔH_T = Entalpi bahan pada suhu T

ΔH_f = Entalpi bahan pada suhu referensi (25 °C)

Enthalpi bahan untuk campuran dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\Delta H = \Sigma m C_p dT \quad (\text{Himmelblau,ed.6,1996})$$

Keterangan :

ΔH = Perubahan entalpi (panas)

m = Massa, kg

C_p = Kapasitas panas, kJ/kg.K

dT = Perbedaan temperatur (K)

Kapasitas Panas

Persamaan kapasitas panas (Reklaitis, 1983)

$$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3 + eT^4 \quad (1)$$

Jika C_p = Fungsi T, maka :

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p dT = \int_{T_1}^{T_2} (a + bT + cT^2 + dT^3 + eT^4) \quad (2)$$

Untuk sistem perubahan fasa :

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p dT = \int_{T_1}^{T_b} C_{p_l} dT + \Delta H_{vi} + \int_{T_b}^{T_2} C_{p_v} dT$$

Energi untuk sistem reaksi :

$$\frac{dQ}{dt} = r\Delta H_R + N \int_{T_1}^{T_2} C_p dT_{out} - N \int_{T_1}^{T_2} C_p dT_{in}$$

Keterangan :

C_p = Kapasitas panas (J/kmol.K)

A,B,C,D,E = Konstanta

Tref = Temperatur referensi = 298,15 K

T = Temperatur operasi (K)

Tabel Lampiran 4 Data Konstanta Panas

Komponen	BM	A	B	C	D	E
HCl(l)	36,46	73,99	-1,2946E-01	-7,8980E-05	2,6409E-06	
HCl(g)	36,46	29,24	-1,2615E-03	1,210E-06	4,9676E-09	-2,5E-12
Mg(OH) ₂	58,32	46,99	0,10285			
MgCl ₂	95,21	17,30	0,004			
CaO	56,08	10	0,00484	108.000		
Fe ₂ O ₃	159,69	24,72	0,01604	423.400		
SiO ₂	60,08	12,8	0,0044	302.000		
H ₂ O(l)	18,02	92,05	-3,995E-02	-2,1103E-04	5,3469E-07	
H ₂ O(g)	18,02	33,93	-8,4186E-03	2,9906E-05	-1,7825E-08	3,69E-12

Perhitungan Neraca Panas Pada Reaktor :

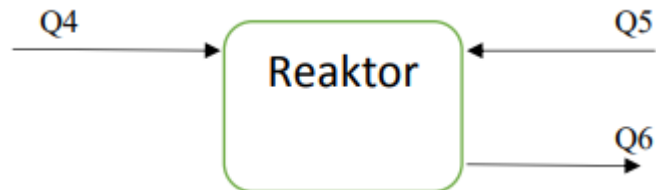
Fungsi : Tempat terjadinya reaksi antara magnesium hidroksida dan asam klorida untuk membentuk produk magnesium klorida

Jenis : *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR)

Kondisi : Isotermal

Temperatur : 53°C

Tekanan : 1 atm



Gambar Lampiran 2 Aliran massa Reaktor

Energi Masuk =

Tref = 25°C = 298,15K

T = 53°C = 326,15K

Tabel Lampiran 5 Nilai Q_4

Komponen	F3 kg/jam	Kmol/jam	$\int_{298,15}^{326,15} CpdT$	Q4
HCl	2.061,76	56,55	2.829,76	160.018,08
H ₂ O	20.617,47	1.144,14	2.112,43	2416.920,16
Total				2576.938,16

Tabel Lampiran 6 Nilai Q_5

Komponen	F4 kg/jam	Kmol/jam	$\int_{298,15}^{326,15} CpdT$	Q5
Mg(OH) ₂	1.648,89	28,27	1636,39	46265,99
SiO ₂	27,90	0,46	227,08	105,46
Fe ₂ O ₃	9,27	0,05	522,83	30,35
CaO	13,02	0,23	264,66	61,45
Total				46463,26

Energi Keluar =

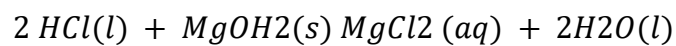
Tref = 25°C = 298,15K

T = 53°C = 326,15K

Tabel Lampiran 7 Nilai Q_6

Komponen	F4 kg/jam	Kmol/jam	$\int_{298,15}^{326,15} C_p dT$	Q_6
MgCl ₂	2.543,87	26,72	2.181,02	58.273,94
Mg(OH) ₂	90,68	1,55	9.441,09	14.681,15
SiO ₂	27,90	0,46	2.001,60	929,57
Fe ₂ O ₃	9,27	0,06	3.977,83	230,94
CaO	13,02	0,23	1.476,38	342,84
HCl	113,39	3,11	3.219,75	10.013,91
H ₂ O	21580,15	1197,57	2.103,49	2.519.071,65
Total				2.603.544,01

Menghitung Panas Reaksi



$$\begin{aligned} \Delta H_{298} &= (\Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan}) \\ &= (\Delta H_f^\circ \text{ MgCl}_2 + 2 \cdot \Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O}) - (\Delta H_f^\circ \text{ Mg(OH)}_2 + 2 \cdot \Delta H_f^\circ \text{ HCl}) \\ &= ((-641,8) + 2 \cdot (-285,84)) - ((-928,074) + 2 \cdot (-167,37)) \text{ kJ/mol} \\ &= 49,334 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Sedangkan pada keadaan temperatur operasi, yaitu pada $T = 325,15\text{K}$

$$\begin{aligned} \Delta H_{RX} &= \Delta H_{298} + \Delta H_{reaktan} + \Delta H_{produk} \\ &= \{(49,33) + ((-928,07) + 2(-167,37)) + ((-641,80) + 2(-285,84))\} \\ &\quad \text{kJ/mol} \\ &= -2426,96 \text{ kJ/kmol} \end{aligned}$$

Tanda (-) menunjukkan bahwa reaksi bersifat eksotermis.

Kondisi media pendingin :

Jenis pendingin : air

BM = 18 kg/kgmol

Tin = 30 °C = 303,15 K

$$T_{out} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C} = 308,15 \text{ K}$$

$$\Delta H = \int_{T_1=303,15}^{T_2=318,15} C_p dT$$

$$\Delta H = 1129,83 \text{ kJ/mol}$$

Menghitung Jumlah *Cooling Water* yang digunakan :

Karena kondisi operasi temperatur harus dijaga tetap pada 53 °C, sedangkan reaksi di reaktor merupakan reaksi eksotermis yang melepas panas, maka panas berlebih tersebut harus diserap atau disebut panas serap.

$$Q_{cw} = Q_{in} - Q_{out} + Q_{reaksi}$$

$$Q_{cw} = 17.430,46 \text{ kJ/jam}$$

$Q_{cooling\ water}$ merupakan beban panas yang diterima pendingin untuk mendinginkan reaktor.

Maka jumlah air pendingin yang dibutuhkan adalah :

$$m = \frac{Q}{C_{PH_2O} \times (T_{out} - T_{in})}$$

$$m = 15,43 \text{ kmol/jam} \times 18 \text{ kg/kmol}$$

$$m = 278,003 \text{ kg/jam}$$

$$T = 30^{\circ}\text{C}$$

c. Perhitungan Perancangan Reaktor

Fungsi : Tempat terjadinya reaksi antara $\text{Mg}(\text{OH})_{2(s)}$ dan

$\text{HCl}_{(aq)}$ menghasilkan MgCl_2

Kondisi operasi : $P = 14,69 \text{ psi} / 1 \text{ atm}$

$T = 53 \text{ }^{\circ}\text{C}$

- Konversi : 94,50 %
- Tipe reaktor : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
- Fase reaksi : Padat – cair
- Kondisi : Isotermal
- Tipe perancangan : Bejana vertikal dengan *flange* dan *torispherical head* sebagai tutup atas dan bawah, dilengkapi dengan coil pendinginan dan pengaduk.
- Alasan pemilihan : *torispherical head* dapat dioperasikan pada tekanan antara 15-200 psi.
- Tujuan : - Menentukan volume reaktor
- Menentukan diameter dan tinggi reaktor
- Merancang pengaduk
- Merancang pendingin

1. Menentukan Persamaan Laju

Berdasarkan penelitian (HK Bharadwaj, 2013), diketahui bahwa reaksi pembentukan magnesium klorida merupakan reaksi orde satu terhadap magnesium hidroksida ($\text{Mg}(\text{OH})_2$).

$$-r_A = k \cdot C_A$$

Keterangan :

r_A : Laju pengurangan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ persatuan waktu, ($\text{kmol}/\text{m}^3 \cdot \text{jam}$)

k : Konstanta laju reaksi; $0,111 \text{ menit}^{-1} * 60 \text{ menit} = 6,66 \text{ jam}$

C_A : Konsentrasi $\text{Mg}(\text{OH})_2$ sisa, (kmol/m^3)

2. Menentukan Volume Reaktor dan Waktu Tinggal

Neraca massa :

Rate of Input – Rate of Output – Rate of Reaction = Rate of Accumulation karena proses *steady state* maka *rate of accumulation = 0*.

Sehingga:

$$R_{in} - R_{out} - R_{rx} = R_{acc}$$

$$F_{A0} - F_{A1} - (-r_A) \cdot V = 0$$

$$C_{A0} \cdot v_0 - C_{A1} \cdot v_0 = k \cdot C_{A1} \cdot V$$

$$C_{A0} \cdot v_0 - (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_A) \cdot v_0 = k \cdot (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_A) \cdot V$$

$$C_{A0} - (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_A) = k \cdot (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_A) \cdot \tau$$

$$\tau = V/v_0$$

$$C_{A0} \cdot X_A = k \cdot (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_A) \cdot \tau$$

$$\tau = \frac{C_{A0} \cdot X_A}{k C_{A0} (1 - X_A)}$$

$$\frac{V}{v_0} = \frac{X_A}{k C_{A0} (1 - X_A)}$$

$$V = \frac{F_{A0} \cdot X_A}{k C_{A0} (1 - X_A)}$$

Keterangan :

F_{A0} : Laju alir mol $Mg(OH)_2$ mula-mula, kmol/jam

F_{A1} : Laju alir mol $Mg(OH)_2$ sisa, kmol/jam

V : Volume reaktor, m^3

v_0 : Laju alir volumetric umpan, m^3/jam

C_{A1} : Konsentrasi $Mg(OH)_2$ sisa, $kmol/m^3$

X_A : Konversi

k : Konstanta laju reaksi, $m^3/kmol.jam$

τ : Waktu tinggal, jam

Tabel Lampiran 8 Komposisi Umpan Reaktor

Komponen	F (kg/jam)	Mr	Kmol/jam	xi	ρ [kg/m ³]	xi/ ρ
Mg(OH) ₂	1648,89	58,32	28,27	0,07	2.340	0,70
SiO ₂	27,90	60,08	0,46	0,001	2.650	0,01
Fe ₂ O ₃	9,27	159,69	0,06	0,0003	5.240	0,003
CaO	13,02	56,08	0,23	0,0005	3.340	0,005
HCl	2061,75	36,46	56,55	0,08	1.050	1,94
H ₂ O	20617,47	18,02	505,19	0,8	997	20,67
Total	24378,31		590,77	1		23,37

$$\rho_{\text{mix}} = \frac{1}{\sum \frac{x_i}{\rho_i}}$$

$$\rho_{\text{mix}} = \frac{1}{23,37}$$

$$\rho_{\text{mix}} = 1043,18 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{mix}} = 65,12 \text{ lb/ft}^3$$

$$FV_0 = \frac{F_v}{\rho_{\text{campuran}}}$$

$$= \frac{24378,31}{1043,18}$$

$$= 23,37 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$F_{A_0} = 28,27 \text{ kmol/jam}$$

$$C_{A_0} = \frac{F_{A_0}}{FV_0}$$

$$C_{A_0} = \frac{28,27}{23,37}$$

$$C_{A_0} = 1,20 \text{ kmol/m}^3$$

$$V = \frac{F_{A_0} \cdot X_A}{k_{C_{A_0}}(1 - X_A)}$$

$$V = \frac{28,2732 \times 0,945}{6,66 \times 1,2098 (1 - 0,945)}$$

$$V = 60,28 \text{ m}^3$$

3. Menentukan Dimensi Reaktor

a) Menentukan Diameter dan Tinggi Reaktor

Diameter Dalam Shell (ID)

$$V_{\text{total}} = \frac{\mu \text{ID}^2 H_L}{4} + 2(0,000049 \text{ ID}^3)$$

Keterangan :

ID = Diameter dalam *shell*, ft

H_L = Tinggi cairan, ft

Diambil perbandingan tinggi cairan terhadap diameter dalam *shell* standar dan tinggi sf adalah :

$$\begin{aligned} H &= \text{ID} && \text{(Walas, hal.601)} \\ \text{sf} &= 3 \text{ in} \\ V_{\text{total}} &= \frac{\mu \text{ID}^2 H_L}{4} + 2 \times (0,000049 \text{ ID}^3) \end{aligned}$$

Dengan mengetahui volume reaktor, maka diameter dan tinggi reaktor dapat ditentukan. Apabila *over design* yang diambil adalah 20%, maka :

$$\begin{aligned} V_{\text{desain}} &= 60,28 \text{ m}^3 + (20\% \times 60,28 \text{ m}^3) \\ &= 72,34 \text{ m}^3 \\ &= 2554,90 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$\text{ID} = 14,82 \text{ ft} = 177,83 \text{ in}$$

$$H_S = \text{ID}_S = 14,82 \text{ ft} = 177,83 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{torispherical bag.bawah}} &= 0,000049 \text{ ID}^3 \\ &= 0,000049 \times (14,82 \text{ ft})^3 \\ &= 0,16 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{cairan di shell}} &= V_{\text{desain}} - V_{\text{torispherical bag.bawah}} \\ &= 2554,91 \text{ ft}^3 - 0,16 \text{ ft}^3 = 2554,75 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$V_{\text{cairan di shell}} = \frac{\mu \text{ID}^2 H_L}{4}$$

$$2554,7465 \text{ ft}^3 = \frac{\mu(14,82)^2 H_L}{4}$$

$$H_L = 14,82 \text{ ft}$$

$$= 4,52 \text{ m}$$

b) Menentukan Tekanan *Design*

Tekanan operasi (P_{ops}) = 1 atm (14,696 psi)

$$P_{hidrostatik} = P \cdot g \cdot h$$

$$P_{hidrostatik} = (1043,18 \text{ kg/m}^3) \times (9,8 \text{ m/s}^2) \times (4,52 \text{ m}) \times (0,00014504 \text{ psi})$$

$$= 6,6977 \text{ psi}$$

Tekanan desain adalah 5-10% di atas tekanan kerja normal (Coulson, 1983).

Tekanan desain diambil 10% atau 1,1. Jadi, tekanan desain adalah :

$$P_{desain} = 1,1 (P_{operasi} + P_{hidrostatik})$$

$$= 1,1 (14,69 + 6,69) \text{ psi}$$

$$= 23,53 \text{ psi}$$

c) Konstruksi Bahan

Material = Stainless steel SA 167 Grade 11 type 316 (Coulson Vol.6, 2005:295)

Alasan = *Austenitic* (18-20% Cr dan >7% Cr) memiliki ketahanan yang baik terhadap asam, khususnya untuk larutan yang mengandung klorida (Coulson Vol. 6, 2005 :296)

$$f = 18.750 \text{ psi (Brownell \& Young, 1959 : 342)}$$

$$c = 0,25 \text{ in/20 tahun}$$

$$E = \text{Efisiensi sambungan (single-welded butt joint with backing strip, no radiographed)}$$

$$= 0,85$$

d) Menghitung Tebal Shell

$$t_s = \frac{Pr_i}{fE-0,6P} + C \quad (\text{Brownell \& Young, 1959:254})$$

Keterangan :

t_s = Tebal *shell* (in)

P = Tekanan operasi (psi)

f = *Allowable stress* (psi)

r_i = Jari-jari shell (in)

E = Efisiensi pengelasan

C = Faktor korosi (in)

$$t_s = \frac{23,53 \times \left(\frac{177,83}{2}\right)}{(18,75 \times 0,85) - (0,6 \times 23,53)} + 0,25$$

$$t_s = 0,375 \text{ in}$$

Digunakan tebal standar 7/16 in = 0,0417 ft (table 5.7 Brownell, 1959:89)

e) Menentukan Diameter Luar Shell (OD_s)

$$OD_s = ID + 2 \cdot t_s$$

$$= 177,82 \text{ in} + 2 \cdot (7/16 \text{ in})$$

$$= 178,70 \text{ in (dipilih OD standar = 180 in)} \quad (\text{table 5.7 Brownell, 1959:89})$$

f) Menentukan Tinggi Reaktor

$$\text{Tinggi total reaktor} = \text{Tinggi shell (H}_s) + (2 \times \text{tinggi tutup})$$

$$\text{Tinggi shell (H}_s) = 14,82 \text{ ft} = 177,83 \text{ in}$$

Tinggi Tutup (OA)

$$OA = t_h + b + sf$$

Keterangan :

b = *Depth of dish (inside)*, in

t_h = tebal torispherical head, in

sf = Straight flange, in (2 in)

Menghitung Tebal Head :

$$t_h = \frac{P \cdot r_c \cdot W}{2fE - 0,2P} + c \quad (\text{Brownell \& Young, pers. 7.77, 1959:138})$$

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{r_c}{icr}} \right) \quad (\text{Brownell \& Young, pers. 7.76, 1959:138})$$

Keterangan :

W = Stress-intensification factor

r_c = Radius of dish

icr = Inside-corner radius

Dari Tabel 5.7 (Brownell & Young, 1959:89), OD terdekat adalah 180 in sehingga diperoleh:

$$icr = 11 \text{ in}$$

$$r_c = 170 \text{ in}$$

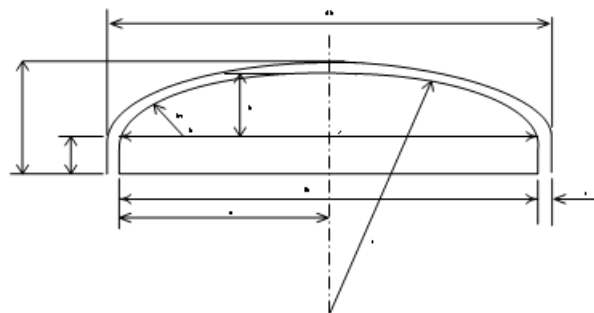
$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{170}{8}} \right)$$

$$W = 1,73 \text{ in}$$

$$t_h = \frac{23,53 \times 170 \times 1,73}{2 \times 0,85 - 0,2 \times 23,53} + 0,25$$

$$t_h = 0,47 \text{ in}$$

Digunakan tebal plat standar = 5/8 in (tabel 5.7 Brownell, 1959:89)



Gambar Lampiran 3 Hubungan Dimensi *Torispherical Flanged and Dish Heads*

Menghitung Tinggi Tutup (OA) :

$$b = r_c - \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

Dengan mengetahui AB dan BC, maka dapat ditentukan tinggi tutup *torispherical* atas dan bawah.

$$AB = \frac{D}{2} - icr$$

$$AB = \frac{177,83}{2} - 11$$

$$AB = 77,91$$

$$BC = r_c - icr$$

$$= 170 \text{ in} - 11 \text{ in} = 159 \text{ in}$$

$$b = 170 \text{ in} - \sqrt{(159 \text{ in})^2 - (77,91 \text{ in})^2}$$

$$b = 31,39 \text{ in}$$

Tinggi *head and bottom torispherical* adalah :

$$\begin{aligned} OA &= t_h + b + sf \\ &= 5/8 \text{ in} + 31,39 \text{ in} + 2 \text{ in} \\ &= 34,02 \text{ in} = 2,83 \text{ ft} \end{aligned}$$

Menentukan Volume Reaktor :

$$V_{\text{reaktor}} = V_{\text{shell}} + (2 \cdot V_{\text{sebuah head}})$$

$$\begin{aligned} V_{\text{shell}} &= \frac{1}{4} \times \mu \times ID^2 \times H \\ &= \frac{3,14}{4} \times (177,83 \text{ in})^2 \times 177,83 \text{ in} \\ &= 4.414.326,55 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{torispherical}} &= 0,000049 \text{ ID}^3 \\ &= 0,000049 \times (177,8272 \text{ in})^3 \\ &= 275,54 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{sf} &= \frac{1}{4} \times \mu \times ID^2 \times sf \\
 &= \frac{3,14}{4} \times (177,82 \text{ in})^2 \times 2 \text{ in} \\
 &= 49.647,36 \text{ in}^3 \\
 V_{head} &= V_{torispherical} + V_{sf} \\
 &= 275,54 \text{ in}^3 + 49.647,36 \text{ in}^3 \\
 &= 49.922,90 \text{ in}^3 \\
 V_{Reaktor} &= 4.414.326,55 \text{ in}^3 + (2 \times 49.922,91 \text{ in}^3) \\
 &= 4.514.172,37 \text{ in}^3 \\
 &= 73,97 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Menghitung Tinggi Total Reaktor :

$$\begin{aligned}
 H_{Reaktor} &= \text{Tinggi shell } (H_s) + [2 \times (\text{tinggi tutup atau OA})] \\
 &= 14,81893 \text{ ft} + (2 \times 2,8353 \text{ ft}) \\
 &= 20,4895 \text{ ft} = 6,2452 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4. Menentukan Desain Sistem Pengaduk

a) Dimensi Pengaduk

Digunakan *impeller* dengan jenis:

- Jenis : *six flat blade open turbine*
- Dasar : Pengaduk dengan kemiringan *blade* 45° yang pemilihan efektif untuk pengadukan yang disertai perpindahan panas dengan *internal coil*. (Walas : 279).

Perancangan pengadukan berdasarkan Brown, 1950 : 507

$$ID = 4,5167 \text{ m}$$

Tabel Lampiran 9 Standar Agitation System

Da/Dt=0,3 to 0,5	H/Dt = 1	C/Dt = 1/3
W/Da = 1/5	L/Da = 1/4	J/Dt = 1/12
Dd/Da = 2/3	(table 3.4-1 Geankoplis, 1993:144)	

Menentukan Diameter Pengaduk :

$$\frac{Da}{Dt} = 0,3$$

$$Da = 0,3 \times 4,52 \text{ m}$$

$$Da = 1,35 \text{ m}$$

Menentukan Lebar Pengaduk :

$$\frac{W}{Da} = 0,2$$

$$W = 0,2 \times 1,35 \text{ m}$$

$$W = 0,27 \text{ m}$$

$$\frac{Dd}{Da} = 0,67$$

$$Dd = 0,67 \times 1,35 \text{ m}$$

$$Dd = 0,91 \text{ m}$$

Menentukan Panjang Pengaduk :

$$\frac{L}{Da} = 0,25$$

$$L = 0,25 \times 1,35 \text{ m}$$

$$L = 0,34 \text{ m}$$

Menentukan Tinggi Liquid :

$$\frac{H}{Dt} = 1$$

$$H = 4,52 \text{ m}$$

Menentukan Jarak Pengaduk dari Dasar Tangki :

$$\frac{C}{Dt} = 0,33$$

$$C = 0,33 \times 4,52 \text{ m}$$

$$C = 1,50 \text{ m} = 4,94 \text{ ft}$$

Menentukan Lebar Baffle :

$$\frac{J}{Dt} = 0,83$$

$$J = 0,83 \times 4,52 \text{ m}$$

$$J = 0,38 \text{ m}$$

Menentukan Offse Top dan Offset Bottom :

Berdasarkan Wallas (1990 : 288)

$$\begin{aligned} \text{Offset Top} &= \frac{Wb}{6} \\ &= \frac{0,2710 \text{ m}}{6} \\ &= 0,04516 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Offset Bottom} &= \frac{Di}{2} \\ &= \frac{1,3550 \text{ m}}{2} \\ &= 0,6775 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan Jumlah Pengaduk :

Menurut Dickey (1984) dalam Walas 1990 hal. 288, kriteria jumlah impeller yang digunakan didasarkan pada viskositas liquid dan rasio ketinggian liquid (H_L) terhadap diameter tangka (D).

Diketahui bahwa :

$$ID_S = 177,8272 \text{ in}$$

$$H_L = 177,8272 \text{ in}$$

$$H_L/ID = 1$$

$$\mu_{\text{liquid}} = 1,011 \text{ cP}$$

Tabel Lampiran 10 Pemilihan Jumlah *Impeller*

Viscositas, cP	Max h / D	Jumlah	<i>Impeller Clearance</i>	
			<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
<25.000	1,4	1	h/3	-
<25.000	2,1	2	D/3	(2/3)h
>25.000	0,8	1	h/3	-
>25.000	1,6	2	D/3	(2/3)h

Rasio H_L/ID maksimum untuk penggunaan 1 buah *impeller* adalah 1,4 untuk viskositas liquid <25.000 cP. Dengan demikian, jumlah *impeller* yang digunakan adalah sebanyak 1 buah.

b) Menentukan Putaran Pengaduk

Kecepatan putaran motor standar yang tersedia secara komersil adalah 4, 5, 6, 7,5, 9, 11, 13,5, 16,5, 20, 25, 30, 37, 45, 56, 68, 84, 100, 125, 155, 190, 230, 280, 350 dan 1750 rpm. (Walas, 1990).

Digunakan putaran motor 45 rpm = 0,7500 rps

$$\rho_{\text{mix}} = 1043,1818 \text{ kg/m}^3$$

Viskositas campuran diprediksi dengan persamaan 3.107, Perry's Chemical Engineering Handbook, 6th ed, p.3-282 :

$$\ln \mu_{\text{mix}} = \sum(w_i \cdot \ln \mu_i) = 0,011$$

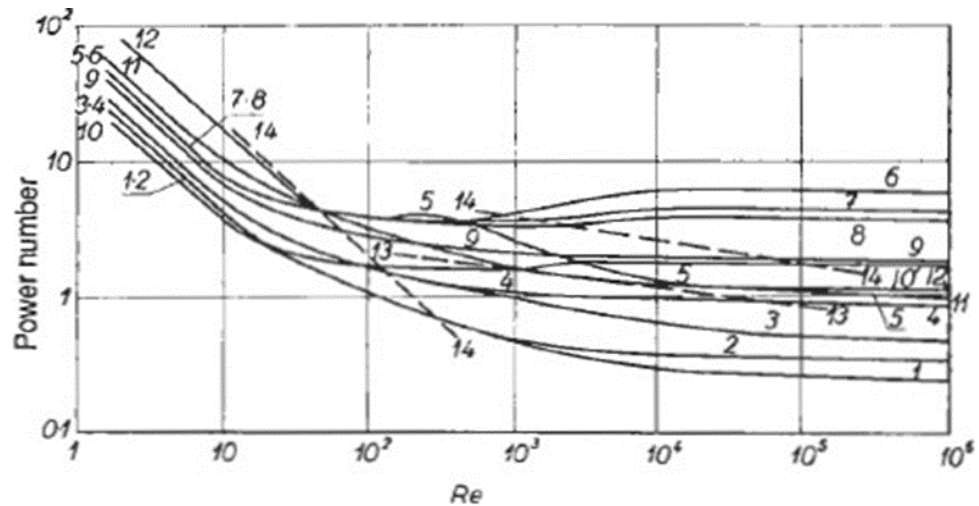
$$\mu_{\text{mix}} = 1,011 \text{ cP} = 0,0101 \text{ g/cm.s}$$

$$N_{\text{Re}} = \frac{D a^2 N \rho_{\text{mix}}}{\mu_{\text{mix}}} \quad (\text{Geankoplis, Pers.3.4-1, 1978})$$

$$= \frac{(1,3550 \text{ m})^2 \times 10.000 \times 0,75 \text{ rps} \times 1043,1818 \text{ kg/m}^3 / 1000}{0,01093 \frac{\text{g}}{\text{cm}} \cdot \text{s}}$$

$$= 1.313.145,386$$

Berdasarkan Fig.10-5 Wallas, 1990, hal. 292, dengan menghubungkan nilai NRe dan jenis pengaduk berupa *turbine impeller, six blade, four baffles* (11), diperoleh bilangan *power* (Np) yaitu 4



Gambar Lampiran 4 *Power Number* pada berbagai jenis pengaduk

Kebutuhan teoritis:

$$NP = \frac{Pgc}{\rho N^3 Da^5} \quad (\text{Geankoplis, Pers. 3.4-2, 1078})$$

$$P = \frac{4 \times 65,1237 \times (0,75)^3 \times (4,4456)^5}{9,8}$$

$$P = 19.473,7019 \text{ ft/lb.s}$$

$$P = 35,406 \text{ hp}$$

Menentukan Daya yang Hilang :

Asumsi daya yang hilang sebesar 10% daya teoritis, maka:

$$\begin{aligned} P_{\text{loss}} &= 10 \% \times P_{\text{teoritis}} && (\text{MV. Joshi}) \\ &= 0,1 \times 35,406 \text{ hp} \\ &= 3,5406 \text{ hp} \end{aligned}$$

Keterangan:

$$P_{\text{teoritis}} = \text{Daya teoritis (hp)}$$

$$P_{\text{loss}} = \text{Daya yang hilang (hp)}$$

Menentukan Daya yang Dibutuhkan:

$$\begin{aligned} P_{\text{input}} &= P_{\text{teoritis}} + P_{\text{loss}} \\ &= 35,406 + 3,5406 \\ &= 38,9474 \text{ hp} \end{aligned}$$

Keterangan:

$$P_{\text{input}} = \text{Daya yang dibutuhkan (hp)}$$

c) Menentukan Efisiensi motor (η)

Berdasarkan Petter Timerhause 1438 hal. 521, diperoleh:

$$\text{Efisiensi motor } (\eta) = 89 \%$$

$$P = \frac{89}{100} \times 38,9470 \text{ hp} = 43,7611 \text{ hp}$$

Maka digunakan power motor sebesar 50 hp

d) Mengecek Waktu Pengadukan Sempurna

Kriteria untuk pengadukan sempurna:

$$\frac{Q_R}{F_v} > 10$$

Dengan :

$$Q_R = \text{kecepatan sirkulasi, m}^3/\text{jam}$$

$$F_v = \text{debit umpan masuk reaktor, m}^3/\text{jam}$$

Untuk N_{Re} di atas 10.000, digunakan:

$$N_{QR} = \frac{0,89 ID}{D_i}$$

$$N_{QR} = \frac{0,89 \times 177,8272}{53,3481}$$

$$N_{QR} = 2,9667$$

$$Q_R = N_{QR} \times N \times D_i^3$$

$$Q_R = 2,9667 \times 0,75 \text{ rps} \times (1,3550 \text{ m})^3 \times 3600 \text{ s/1 jam}$$

$$Q_R = 19.929,3085 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dengan mengetahui $F_V = 23,3692 \text{ m}^3/\text{jam}$

$$\frac{Q_R}{F_V} = \frac{19.929,3085 \text{ m}^3/\text{jam}}{23,3692 \text{ m}^3/\text{jam}} = 852,8026$$

Q_R/F_V lebih dari 10, sehingga dapat dinyatakan bahwa pengadukan sempurna sekali.

Secara sederhana,

$$T_{\text{mix}} = \frac{V}{Q_R}$$

$$T_{\text{mix}} = \frac{60,2891 \text{ m}^3}{19.929,3085 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$T_{\text{mix}} = 0,003025 \text{ jam} = 10,8905 \text{ detik}$$

Waktu tinggal dalam reaktor:

$$\theta = \frac{V}{F_V}$$

$$\theta = \frac{60,2891 \text{ m}^3}{23,3692 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$\theta = 2,5798 \text{ jam}$$

Waktu pengadukan sangat singkat bila dibandingkan dengan waktu tinggal di reaktor, sehingga keadaan *uniform* dapat dianggap langsung tercapai di dalam reaktor.

e) Menentukan Panjang Batang Sumbu Pengaduk

$$\begin{aligned}
 \text{Axis length (L)} &= \text{Tinggi total tangka + jarak dari motor ke bagian atas} \\
 &\quad \text{bearing - jarak pengaduk dari dasar tangki} \\
 \text{Tinggi total tangki} &= 20,4894 \text{ ft} \\
 \text{Jarak dari motor ke bagian atas bearing} &= 1 \text{ ft} \\
 \text{Jarak pengaduk dari dasar tangka (C)} &= 4,9396 \text{ ft} \\
 \text{Axis length (L)} &= 20,4894 \text{ ft} + 1 \text{ ft} - 4,9396 \text{ ft} \\
 &= 16,5498 \text{ ft} = 5,0443 \text{ m}
 \end{aligned}$$

f) Menentukan Diameter Sumbu

$$d^3 = \frac{Z_p \times 16}{\pi}$$

Menghitung T_m

$$T_m = (1,5 \text{ or } 2,5) \times T_c$$

Digunakan $T_m = 1,5 T_c$

$$T_c = \frac{P \times 75 \times 60}{2 \times \pi \times N}$$

Keterangan :

T_c = Momen putaran, kg.m

P = Daya, Hp

N = Kecepatan putaran, rpm

$$T_c = T_c = \frac{50 \times 75 \times 60}{2 \times 3,14 \times 45} = 796,1783 \text{ kg. m}$$

$$T_m = 1,5 \times 796,1783 \text{ kg. m}$$

$$T_m = 1.194,2675 \text{ kg. m}$$

Menghitung Z_p

$$Z_p = \frac{T_m}{f_s}$$

Keterangan :

T_m = Torsi maksimum

P = Shear stress

f_s = Section of shaft cross section

Material sumbu yang digunakan adalah commercial cold rolled steel.

Axis shear stress yang = 550 kg/cm^2

diizinkan, f_s

Batasan elastis pada = 2460 kg/cm^2

tegangan

$$Z_p = \frac{1.194,2675 \text{ kg. m} \times 100 \text{ cm/1 m}}{550 \text{ kg/cm}^2} = 217,1395 \text{ cm}$$

Menghitung diameter sumbu (d)

$$Z_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

$$d^3 = \frac{Z_p \times 16}{\pi}$$

$$d^3 = \frac{217,1395 \text{ cm} \times 16}{3,14} = 1.106,4435 \text{ cm}$$

$$d = 10,3429 \text{ cm}$$

Cek tegangan yang disebabkan oleh *bending moment*

Tegangan yang disebabkan oleh *bending moment equivalent* adalah

$$f = \frac{M_e}{Z_p} = \frac{M_e}{\pi \left(\frac{d^3}{32} \right)}$$

Menghitung *Bending Moment*

$$M_e = \text{bending moment equivalent}$$

$$M_e = \frac{1}{2} \left[M + \sqrt{M^2 + T_m^2} \right]$$

$$M = F_m \times L$$

$$F_m = \frac{T_m}{0,75 \times R_b}$$

Keterangan :

$$F_m = \text{bending moment (kg)}$$

$$R_b = \text{Jari-jari impeller} = \frac{1}{2} D_i$$

$$R_b = \frac{1}{2} \times 1,3550 \text{ m} = 0,6775 \text{ m}$$

$$F_m = \frac{1.194,2675 \text{ kg. m}}{0,75 \times 0,6775 \text{ m}} = 2.350,2665 \text{ kg}$$

$$L = \text{Panjang axis} = 5,0443 \text{ m}$$

$$M = 2.350,2665 \text{ kg} \times 5,0443 \text{ m}$$

$$M = 11.855,6466 \text{ kg. m}$$

$$M_e = \frac{1}{2} \left[11.855,6466 \text{ kg. m} + \sqrt{(11.855,6466 \text{ kg. m})^2 + (1.194,2675 \text{ kg. m})^2} \right]$$

$$M_e = 11.885,6466 \text{ kg. m}$$

Tegangan yang disebabkan oleh *bending moment equivalent*

$$f = \frac{M_e}{Z_p} = \frac{M_e}{\pi \left(\frac{d^3}{32} \right)}$$

$$f = \frac{11.885,6466 \text{ kg. m}}{217,1395 \text{ cm}} = \frac{11.885,6466 \text{ kg. m}}{3,14 \left(\frac{1.106,4435 \text{ cm}}{32} \right)}$$

$$f = 109,4747 \text{ kg/cm}^2$$

Diameter sumbu

Karena $f < \text{Batasan elastis dalam tegangan}$ ($109,4747 \text{ kg/cm}^2 < 2.460$), maka diameter sumbu yang direncanakan memenuhi.

g) Menentukan Desain Pendingin

Pendingin dirancang dengan alasan:

Reaksi yang berlangsung dalam reaktor bersifat eksotermis, sehingga panas yang dilepaskan harus diserap dari reaktor agar tidak menyebabkan kenaikan suhu, karena suhu di dalam reaktor dijaga tetap 53°C . Untuk menjaga agar suhu di dalam reaktor tetap pada 53°C dengan menggunakan air pendingin.

Menentukan Δt_{LMTD}

Suhu di dalam reaktor dijaga konstan pada 53°C dan suhu air pendingin masuk pada 30°C (86°F) dan keluar pada 45°C (113°F) seperti tertera pada tabel berikut.

Fluida Panas (°F)		Fluida Dingin (°F)	Δt (°F)
125,6	Temperatur Tinggi	86	39,6
125,6	Temperatur Rendah	113	12,6
0	<i>Difference</i>	-27	27

$$\Delta t_{\text{LMTD}} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln \left(\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} \right)}$$

$$\Delta t_{\text{LMTD}} = \frac{39,6 - 12,6}{\ln \left(\frac{39,6}{12,6} \right)}$$

$$\Delta t_{\text{LMTD}} = 23,578 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Menghitung Kebutuhan Air Pendingin

$$\begin{aligned}
 Q_{cw} &= 17430,4565 \text{ kJ/jam} \\
 m &= 278,0036 \text{ kJ/jam} \\
 \text{Jenis pendingin} &= \text{Jaket Pendingin} \\
 V_{air} &= \frac{m}{1000} = 0,278 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Perancangan Jaket PendinginMenghitung Diameter Jaket

$$\begin{aligned}
 \text{Dinding dalam jaket, ID} &= 180 \text{ in} \\
 H_{\text{jaket}} &= H_L \\
 H_{\text{jaket}} &= 10,6837 \text{ ft} = 3,2564 \text{ m} \\
 \text{Asumsi jarak jaket} &= 5 \text{ in} \\
 \text{Diameter luar jaket, OD} &= \text{Diameter dalam jaket} + (2 \times \text{jarak jaket}) \\
 \text{OD} &= 180 \text{ in} + (2 \times 5 \text{ in}) = 190 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Luas yang dilalui steam (A) :

$$A = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2)$$

Dimana:

$$D = \text{Diameter dalam jaket (in)}$$

$$d = \text{Diameter luar jaket (in)}$$

$$A = 2.904,5 \text{ in}^2 = 1,8738 \text{ m}^2$$

Menghitung Kecepatan Air Pendingin

$$V = \frac{V_{air}}{A}$$

$$V = \frac{0,278 \text{ m}^3/\text{jam}}{1,8738 \text{ m}^2}$$

$$V = 0,1483 \text{ m/jam}$$

Menghitung Tekanan Design

Tekanan operasi (P_{ops}) = 1 atm (14,696 psi)

$$P_{hidrostatik} = \frac{H - 1}{144} \rho_{air}$$

$$P_{hidrostatik} = \frac{3,2564 \text{ m} - 1}{144} \times 997 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{hidrostatik} = 15,6225 \text{ psi}$$

Tekanan desain adalah 5 – 10 % di atas tekanan kerja normal (Coulson, 1983).

Tekanan desain di ambil 10 % atau 1,1. Jadi, tekanan desain adalah :

$$\begin{aligned} P_{desain} &= 1,1 (P_{operasi} + P_{hidrostatik}) \\ &= 1,1 (14,696 + 15,6225) \text{ psi} \\ &= 33,3504 \text{ psi} \end{aligned}$$

Menghitung Tebal Dinding Jacket :

Bahan = stainless steel SA-167 Grade 11 type 316

$$t_j = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6P} \quad (\text{Brownell \& Young, 1959:254})$$

Keterangan :

t_j = Tebal jacket (in)

P = Tekanan operasi (psi)

f = *Allowable stress* (psi) = 18.750 psi (Tabel 13.1 Brownell, 1959:251)

r_i = Jari-jari *shell* (in)

E = Efisiensi pengelasan = 80 % (Tabel 13.1 Brownell, 1959:254)

C = Faktor korosi (in) = 0,25 (Coulson, vol 6)

$$t_j = \frac{33,3504 \times \left(\frac{180}{2}\right)}{(18.750 \times 0,8) - (0,6 \times 33,3504)} + 0,25$$

$$t_j = 0,4375 \text{ in}$$

Digunakan tebal standar $\frac{1}{2}$ in = 0,04167 ft

$$\text{OD} = \text{ID} + 2 t_j$$

$$\text{OD} = 180 + 2 (0,4375)$$

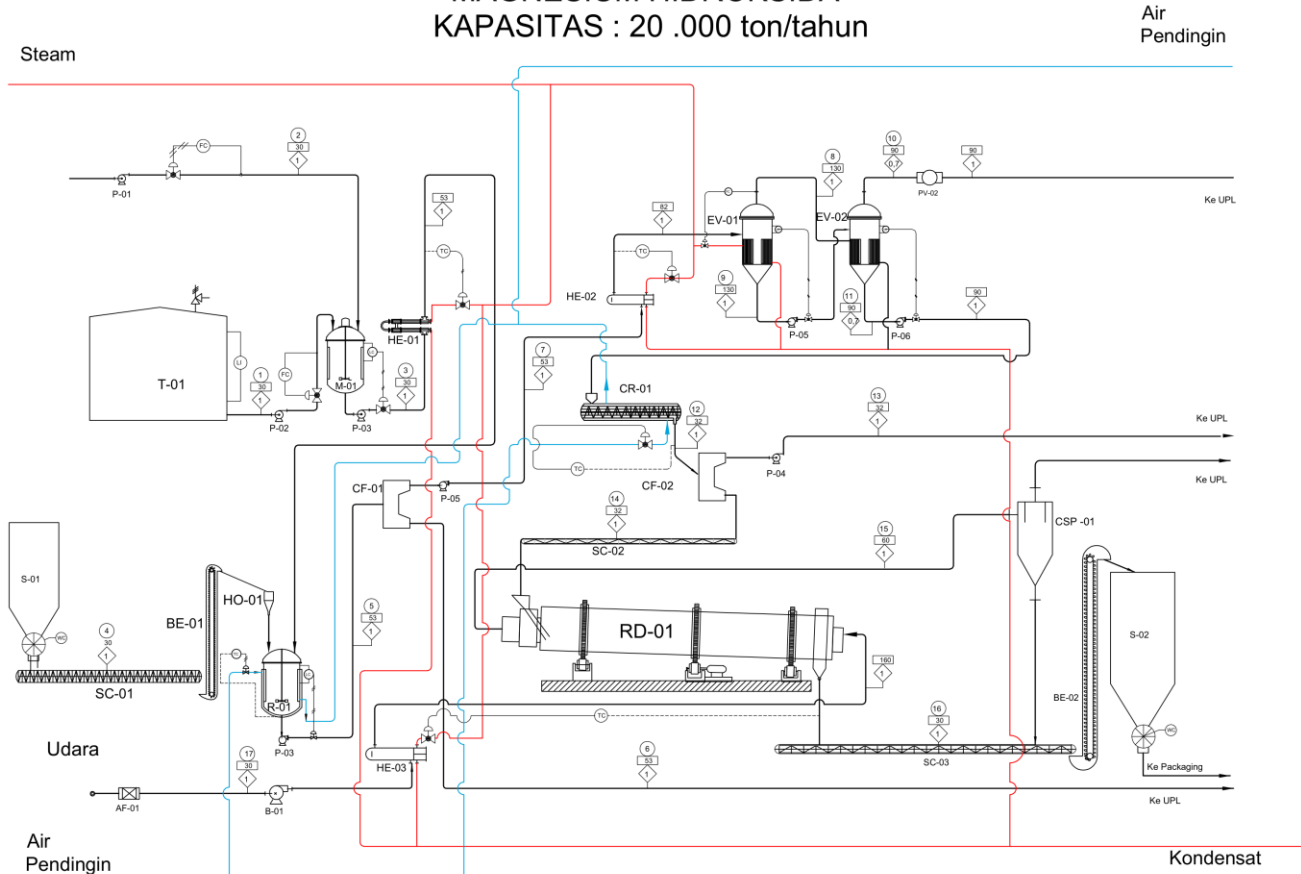
$$\text{OD} = 180,75 \text{ in}$$

Digunakan OD standar 192 in

LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM (PEFD)

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRARANCANGAN PABRIK MAGNESIUM KHLORIDA DARI ASAM KHLORIDA MAGNESIUM HIDROKSIDA KAPASITAS : 20.000 ton/tahun



		NERACA MASSA (kg/jam)																
KOMPONEN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Udara																		
MgCl ₂																		
H ₂ O																		
Mg(OH) ₂																		
HCl																		
MgCl ₂ ·6H ₂ O																		
TOTAL		6260.99	16.417.85	23679.31	1699.08	24376.31	822.82	23755.56	8570.55	15184.95	8247.93	6937.02	6937.02	1807.66	5129.35	10986.16	2537.95	8544.84

Keterangan		SIMBOL	
af	Dr. Meter	○	Normal
B	Bejana	□	UPL
BC	Ball Control	◇	Signal C
BE	Bejana Esker	◇	Tekanan
CF	Cerup	◇	PSG
CR	Crystallizer	◇	LESIK
CSP	Control Separator	◇	Udara tekan
EV	Evaporator	◇	
HE	Heat Exchanger	◇	
HD	Heater	◇	
M	Mixer	◇	
MS	Meter	◇	
PI	Pressure Indicator	◇	
PU	Pump	◇	
RD	Rotary Dryer	◇	
RDW	Rotary Drum	◇	
S	Storage	◇	
SC	Screw Conveyor	◇	
WC	Water Control	◇	
		◇	

PENGENDALIAN	
FC	Pengontrolan suhu
LC	Pengontrolan ketinggian
LI	Pengukur ketinggian
PI	Pengukur tekanan
TC	Pengontrolan suhu
TI	Pengukur suhu
WC	Pengukur berat

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS SELAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK MAGNESIUM KHLORIDA DARI
MAGNESIUM HIDROKSIDA DAN ASAM KHLORIDA
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh:
19021001
19021075

Desain Pemodeling:
1. Dr. ARWY SUKAWA, S.T., M.Eng

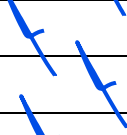
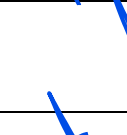

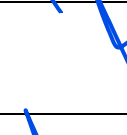



LAMPIRAN C



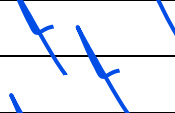
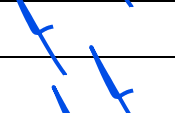

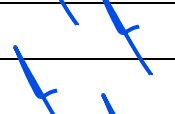



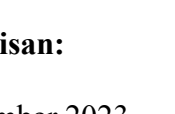
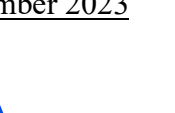

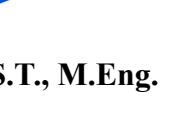


KARTU KONSULTASI BIMBINGAN

PRARANCANGAN PABRIK

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Muhammad Fikri Ariesandi
 No. Mahasiswa : 19521075
2. Nama Mahasiswa : Eka Rahmat Putra
 No. Mahasiswa : 1952100
- Judul Prarancangan *) : Pra Rancangan Pabrik Kimia Magnesium Klorida
 dari Asam Klorida dan Magnesium Hidroksida
- Mulai Masa Bimbingan : 10 Oktober 2022
- Batas Akhir Bimbingan : 06 Oktober 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	13-10-2022	Konsultasi judul tugas akhir prarancangan pabrik	
2.	23-10-2022	Konsultasi kapasitas pabrik	
3.	11-11-2022	Konsultasi kapasitas pabrik	
4.	28-11-2022	Konsultasi kapasitas pabrik	
5.	5-12-2022	Konsultasi proses pabrik	
6.	21-12-2022	Konsultasi proses dan spesifikasi bahan pabrik	
7.	23-01-2023	Konsultasi Cerita Proses Pembuatan Produk	
8.	16-02-2023	Konsultasi pembuatan diagram alir	
9.	06-03-2023	Konsultasi pembuatan diagram alir	
10.	27-03-2023	Konsultasi luaran 4 (diagram alir) dan penambahan luaran 2	
11.	04-04-2023	Konsultasi luaran 2, 4 dan pengajuan ganti judul	

12.	23-05-2023	Konsultasi mengenai pengajuan pergantian judul dan datanya	
13.	25-05-2023	Mencari data dan prosesnya dan peanandatanganan pergantian judul	
14.	27-05-2023	Konsultasi luaran 1-4	
15.	05-06-2023	Konsultasi revisi penambahan luaran 1-4	
16.	13-06-2023	Konsultasi luaran 5 (NM)	
17.	19-06-2023	Konsultasi luaran 5 dan 6	
18.	21-07-2023	Konsultasi luaran 6 dan 7	
19.	04-08-2023	Konsultasi luaran 7	
20.	11-08-2023	Konsultasi luaran 7, 9, 10	
21.	18-08-2023	Konsultasi luaran 13	
22.	25-08-2023	Konsultasi luaran 11	
23.	04-09-2023	Konsultasi luaran 11 dan 14	
24.	11-09-2023	Konsultasi luaran 12	
25.	19-09-2023	Konsultasi PEFD	
26.	25-09-2023	Konsultasi Evaluasi Ekonomi	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 28 September 2023

Pembimbing,



Dr. Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.

***) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat di fotocopy