

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA MAGNESIUM KLORIDA DARI  
MAGNESIUM HIDROKSIDA DAN ASAM KLORIDA DENGAN  
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia  
Konsentrasi Teknik Kimia



Oleh :

**Nama : Luthfiah Alia Arifin      Nama : Irenne Arlyasa**  
**NIM : 17521068                      NIM : 17521080**

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2021

# LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA MAGNESIUM KLORIDA  
DARI MAGNESIUM HIDROKSIDA DAN ASAM KLORIDA  
DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Luthfiah Alia Arifin

Nama : Irenne Arlyasa

No. Mhs : 17521068

No.Mhs : 17521080

Yogyakarta, 05 Oktober 2021

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

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



Luthfiah Alia Arifin



Irenne Arlyasa

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA MAGNESIUM KLORIDA DARI  
MAGNESIUM HIDROKSIDA DAN ASAM KLORIDA DENGAN KAPASITAS  
100.000 TON/TAHUN

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh:

Nama : Luthfiah Alia Arifin  
No. Mhs : 17521068

Nama : Irenne Arlyasa  
No.Mhs : 17521080

Yogyakarta, 06 Oktober 2021

Pembimbing I

Pembimbing II



Bachrun Sutrisno, Ir., M.Sc.



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

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

### PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA MAGNESIUM KLORIDA DARI MAGNESIUM HIDROKSIDA DAN ASAM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

#### PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Luthfiah Alia Arifin  
No. Mhs : 17521068

Nama : Irenne Arlyasa  
No.Mhs : 17521080

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 29 Oktober 2021

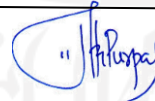
Tim Penguji

Ketua Penguji




Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc

Penguji I



Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng.

Penguji II



29/10/21

Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri



Dr. Suharno Rusdi



## KATA PENGANTAR



Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarancangan Pabrik magnesium klorida dari magnesium hidroksida dan asam klorida dengan Kapasitas 100.000 ton/tahun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik program studi Teknik Kimia pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan semangat, doa, motivasi dan turut berjuang dari segi moril maupun materi dari masa perkuliahan hingga dapat diselesaikannya tugas akhir ini.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T., selaku dekan FTI yang telah memberikan kemudahan pelayanan administrasi.
4. Bapak Suharno Rusdi, Ph.D. selaku Kepala Jurusan Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
5. Bapak Bachrun Sutrisno, Ir., M.Sc., selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir yang selalu memotivasi, memberi masukan, dan arahan pada waktu bimbingan dan penyusunan Tugas Akhir Prarancangan Pabrik.
6. Ibu Tintin Mutiara, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir yang selalu memotivasi, memberi masukan, dan arahan pada waktu bimbingan dan penyusunan Tugas Akhir Prarancangan Pabrik.
7. Teman – teman mahasiswa Teknik Kimia angkatan 2017 Universitas Islam Indonesia.
8. Serta teman – teman virtual saya yaitu Decil, Cika, Aca, Salsa , Shena, El, Keenan, Elian, Ara, Diluk, Je, Gista, Joream, Wonu, Setra, Lilo, dan Cuwa yang selalu mensupport saya dalam keadaan apapun selama pengerjaan Tugas Akhir ini.

Seluruh dosen jurusan teknik kimia Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis. Penulis menyadari bahwa naskah tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat kami harapkan. Semoga naskah tugas akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Yogyakarta, 06 Agustus 2021

Penulis



# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
ABSTRAK .....	xi
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2. Penentuan Kapasitas .....	2
1.2.1 Ketersediaan Bahan Baku.....	4
1.3 Tinjauan Pustaka .....	4
1.3.1 Pemilihan Proses .....	4
<b>BAB II. PERANCANGAN PRODUK.....</b>	<b>8</b>
2.1 Spesifikasi Produk : .....	8
2.2 Spesifikasi Bahan Baku .....	9
2.3 Pengendalian Kualitas .....	10
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	10
2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi .....	10
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk .....	11
<b>BAB III. PERANCANGAN PROSES.....</b>	<b>12</b>
3.1 Uraian Proses .....	12
3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku .....	12
3.1.2 Tahap Reaksi.....	12



<b>3.1.3 Tahap Pemurnian Produk .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. Spesifikasi Alat .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.1 Solid Storage.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.2 Tangki Penyimpanan Asam Klorida .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.3 Hopper .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.4 Mixer.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.5 Reaktor .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.6 Centrifuge.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2.7 Evaporator Efek I dan II .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.8 Crystallizer .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.9 Rotary Filter.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.10 Rotary Dryer .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2.11 Solid Storage II.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2.12 Heater II.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.13 Screw Conveyor I.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.14 Screw Conveyor II.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.15 Screw Conveyor III .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.16 Screw Conveyor IV.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.17 Screw Conveyor V .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.18 Bucket Elevator I.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.19 Bucket Elevator II .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.20 Pompa I.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.21 Pompa II.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.22 Pompa III.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.23 Pompa IV.....</b>	<b>30</b>

3.2.24 Pompa V .....	30
3.2.25 Pompa VI.....	31
3.2.26 Pompa VII .....	31
3.2.27 Gudang Penyimpanan.....	32
<b>BAB. IV PERANCANGAN PABRIK.....</b>	<b>33</b>
4.1 Lokasi Pabrik .....	33
4.2 Tata Letak Pabrik.....	35
4.2.1 Area Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium .....	35
4.2.2 Area Proses dan Ruang Kontrol.....	35
4.2.3 Area Pergudangan, Bengkel, dan Garasi .....	35
4.2.4 Area Utilitas.....	36
4.2.5 Area Fasilitas Umum .....	36
4.2.6 Area Perluasan .....	36
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	38
4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk.....	38
4.3.2 Aliran Udara.....	38
4.3.3 Pencahayaan.....	38
4.3.4 Lalu Lintas Manusia.....	38
4.3.5 Lalu Lintas Alat Berat.....	38
4.3.6 Pertimbangan Ekonomi.....	39
4.3.7 Jarak Antar Alat Proses.....	39
4.3.8 Maintenance .....	39
4.3.9 Neraca Massa Total .....	41
4.3.10 Neraca Panas .....	47
4.3.11 Diagram Alir Kualitatif.....	53

4.3.12 Diagram Alir Kuantitatif .....	54
4.4 Utilitas .....	55
4.5.1. Unit Penyedia dan Pengolahan Air ( <i>Water Treatment System</i> ).....	55
4.5.2. Unit Pembangkit Tenaga Listrik ( <i>Power Plant System</i> ) .....	60
4.5.3. Unit Pembangkit Steam ( <i>Steam Generation System</i> ) .....	63
4.5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	64
4.5.5. Unit Pembuangan Limbah.....	64
4.5.6. Unit Penyedia Udara Teka.....	65
4.5.7 Spesifikasi Alat – Alat Utilitas .....	68
4.7 Organisasi Perusahaan .....	82
4.7.1 Bentuk Organisasi Perusahaan .....	82
4.7.2 Struktur Organisasi Perusahaan .....	83
4.7.3 Tugas dan Wewenang .....	86
4.8 Ketenagakerjaan .....	86
4.8.1 Kesejahteraan Karyawan .....	88
4.8.2 Fasilitas Karyawan .....	92
4.9 Evaluasi Ekonomi .....	95
4.9.1 Penaksiran harga Alat.....	96
4.9.2 Perhitungan Biaya .....	102
4.9.3 Pendapatan Modal.....	103
4.9.4 Analisis Kelayakan.....	104
4.9.5 Hasil Perhitungan .....	105
<b>BAB V. PENUTUP.....</b>	<b>113</b>
5.1 Kesimpulan .....	113
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>115</b>

LAMPIRAN A .....117  
LAMPIRAN B .....143



## 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 perancangan pabrik magnesium klorida. Magnesium klorida dapat diperoleh melalui reaksi magnesium hidroksida ( $Mg(OH)_2$ ) dan asam klorida (Reaksi beroperasi pada suhu  $55^\circ C$  dan tekanan 1 atm dengan konversi 94,5% menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Proses pemisahan dilakukan dengan menggunakan centrifuge, evaporator, crystallizer, rotary filter dan rotary dryer. Produk magnesium klorida merupakan produk hasil pengeringan dari rotary dryer dengan kemurnian 99%.

Pabrik direncanakan akan dibangun di Mojokerto, Provinsi Jawa Timur, di tanah seluas  $50.950\text{ m}^2$  dengan kapasitas  $12.626,2626\text{ kg/jam}$ . Bahan baku terdiri dari magnesium hidroksida sebesar  $10.000\text{ kg/jam}$  dan asam klorida sebesar  $11.878,6269\text{ kg/jam}$ . Pabrik akan beroperasi selama 330 hari atau 24 jam sehari dengan total 185 orang karyawan. Utilitas yang diperlukan adalah  $481.593,4806\text{ kg/jam}$  air,  $1.555,5381\text{ kW}$  listrik, dan  $53.525,2155\text{ lt/jam}$  bahan bakar.

Dari hasil analisa terhadap aspek ekonomi yang telah dilakukan pada pabrik ini didapatkan hasil bahwa fixed capital investment dibutuhkan sebesar Rp.  $815.724.368.988$  dan working capital sebesar Rp.  $916.533.359.237$ . Presentasi Return on Investment (ROI) sebelum pajak adalah 50,42 % dan setelah pajak adalah 37,81%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% (Aries & Newton, 1955). Pay Out Time (POT) sebelum pajak adalah 1,7 tahun dan setelah pajak adalah 2,2 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum 5 tahun (Aries & Newton, 1955). Nilai Break Event Point (BEP) adalah 37,64% dan Shut Down Point (SDP) adalah sebesar 10,23%. Syarat BEP untuk pabrik kimia pada umumnya sebesar 40%-60% (Aries & Newton, 1955). Berdasarkan analisa ekonomi tersebut, maka pabrik kimia magnesium klorida dari asam klorida dan magnesium hidroksida dengan kapasitas  $100.000\text{ ton/tahun}$  ini layak didirikan.

Kata-kata kunci : magnesium klorida, magnesium hidroksida, asam klorida

## ABSTRACT

*Magnesium chloride is a chemical which is used as a supporting material for chemical industry, such as textile, pulp, pharmaceutical, and others. The aims of the establishment factory to reduce Indonesia dependence on the foreign industry because Indonesia still does not have a magnesium chloride factory, then to fulfilled magnesium chloride in Indonesia, it is necessary to pre-plan factory of magnesium chloride. Magnesium chloride can be obtained by reaction of magnesium hydroxide ( $Mg(OH)_2$ ) and hydrochloric acid ( $HCl$ ). The reaction operates at  $55^\circ C$  and produces 1 atm with 94.5% using the Continous Stirred Tank Reactor (CSTR). The separation process uses centrifuge, evaporator, crystallizer, rotary filter and rotary dryer. The product of magnesium chloride as the result of the rotary dryer has the purity in the amount of 99%.*

*The factory will be built in Mojokerto, East Java Province, on the area of  $50.950 m^2$  with the capacity of 12.626,2626 kg/hour. The basic materials are consists of magnesium hydroxide of 10.000 kg/hour and chloride acid of 11.878,6269 kg/hour. The factory will be operated for 330 days or 24 hours a day by 185 employees. The required utility are 481.593,4806 kg/hour of water, 1.555,5381 kW of electricity, 53.525,2155 lt/hour of fuel.*

*The result of data analysis of economic aspect which has been done in this factory that fixed capital investment needed of Rp. 815.724.368.988 and working capital of Rp. 916.533.359.237. The presentation of Return on Investments (ROI) before tax is 50,42 % and after tax is 37,81 %. The spesification of ROI before tax for chemical plant with minimum low risk is 11% (Aries & Newton, 1955). The Pay Out Time (POT) before tax is 1,7 years and after tax is 2,2 years. The spesification of POT before tax for chemical plant with maximum low risk is 5 year (Aries & Newton, 1955). Break Event Value Point (BEP) is 37,64% and Shut Down Point (SDP) is 10,23%. The spesification of BEP for chemical plant generally as much as 40%-60% (Aries & Newton, 1955). Based on these economic analyzes, the magnesium chloride factory from hydrochloric acid and magnesium hydroxide with capacity of 15.000 tons/year is proper to be built.*

*Keywords: magnesium chloride, magnesium hydroxide, chloride acid*

# BAB I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara maritim terbesar di dunia yang memiliki banyak sekali sumber daya alam baik di darat maupun di laut. Namun, sumber daya alam tersebut belum dapat di olah dengan optimal sehingga Indonesia masih harus mengimpor produk tertentu dari luar negeri, salah satunya produksi garam.

Magnesium merupakan unsur yang paling berlimpah kedelapan di kerak bumi dan keberadaannya terdapat dalam jumlah besar dalam air laut. Magnesium dapat ditemukan di lebih 60 mineral dalam bentuk senyawa, yang artinya magnesium terbentuk secara alami dan berkombinasi dengan unsur lain sehingga magnesium tidak dapat ditemukan dalam keadaan murni. 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. (Surya, 2008).

Magnesium klorida merupakan senyawa kimia dengan rumus  $MgCl_2$  dan bentuk hidrat  $MgCl_2 \cdot H_2O$ . Senyawa ini dapat diperoleh dengan proses kristalisasi dan elektrolisis atau dari reaksi  $Mg(OH)_2$  dengan HCl. Magnesium klorida tidak dapat langsung di konsumsi, tetapi senyawa ini ditunjukkan untuk dapat memenuhi segala kebutuhan bahan baku pada industri-industri hilir. Magnesium klorida di Indonesia pada umumnya digunakan sebagai bahan aditif pewarna tekstil dalam industri tekstil, koagulan industri pulp dan zat aditif industri obat/cairan infus, selain itu magnesium klorida juga digunakan sebagai anti beku pada aspal agar jalan tidak licin.

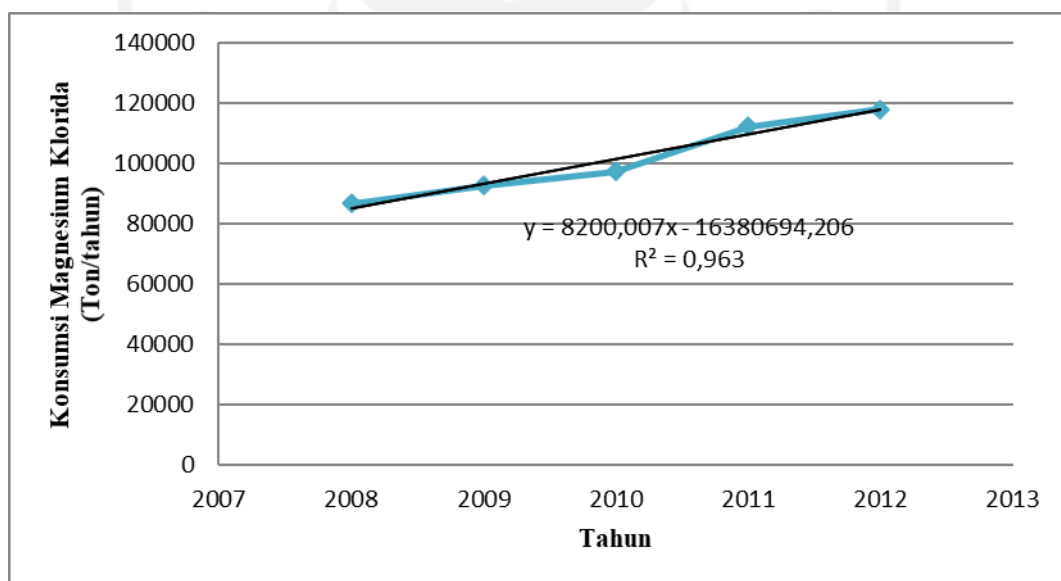
Sebagai salah satu negara berkembang, Indonesia banyak melakukan pengembangan di segala bidang, salah satunya adalah pembangunan dibidang industri, termasuk industri kimia. Di era globalisasi ini Indonesia masih bergantung kepada negara lain dalam pemenuhan kebutuhan bahan baku maupun bahan antara dalam industri kimia, salah satunya adalah magnesium klorida.

Pada saat ini, belum terdapat pabrik magnesium klorida di Indonesia, namun Kebutuhan magnesium klorida terus bertambah seiring dengan perkembangan industri-industri di Indonesia. dan dikarenakan tingginya kebutuhan magnesium klorida sebagai salah satu garam yang memiliki peranan penting pada industri kimia yang memiliki banyak

kegunaan dalam kehidupan sehari-hari, maka dari itu perlu didirikan sebuah pabrik magnesium klorida untuk memperlancar perkembangan industri di Indonesia. Pendirian pabrik magnesium klorida juga sejalan dengan program pemerintah Indonesia untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan impor, menaikkan devisa negara melalui ekspor dan menurunkan tingkat pengangguran.

## 1.2 Penentuan Kapasitas

Magnesium klorida dapat dimanfaatkan pada beberapa bidang industri, diantaranya sebagai bahan aditif pewarna tekstil, zat aditif industri obat/cairan, dan koagulan industri pulp di Indonesia. Berdasarkan data yang diperoleh dari Tugas Akhir atas nama Fuzie Esa Kusuma Dewi pada tahun 2015 didapatkan data konsumsi magnesium klorida pada setiap industri seperti yang digambarkan pada grafik 1.2.



Gambar 1.2 Konsumsi Magnesium Klorida Pada Industri Tekstil, Obat/Cairan Infus, dan Pulp

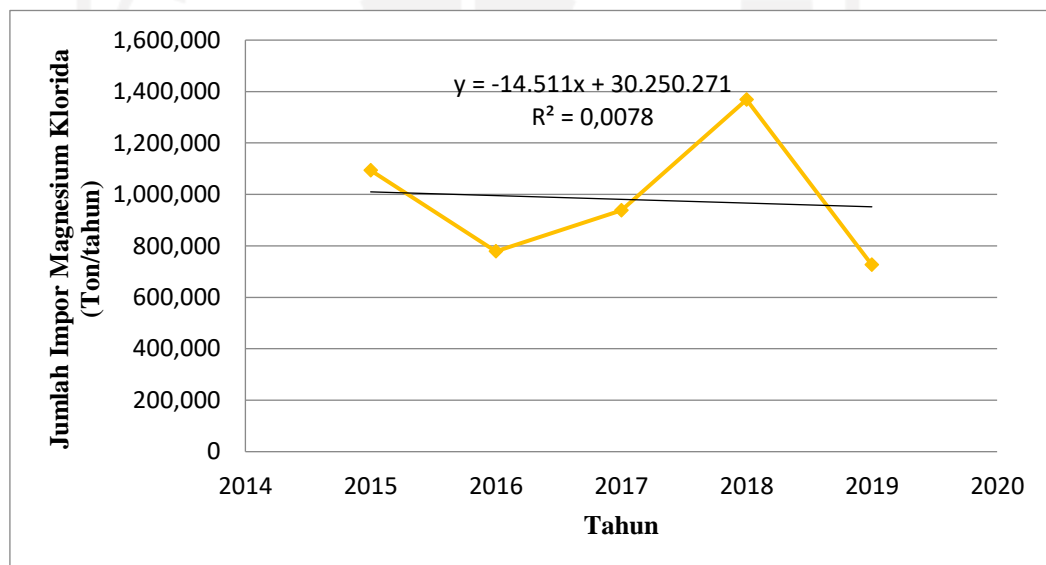


Berdasarkan grafik konsumsi magnesium klorida di Indonesia, yang dapat dilihat pada grafik 1.2 bahwa konsumsi magnesium klorida mengalami peningkatan dan diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$Y = 8200,007x + 16380694,206 \quad (1)$$

Dengan persamaan (1) diatas, maka didapatkan proyeksi konsumsi magnesium klorida pada tahun 2025 sebesar 224.306,00 ton/tahun.

Menurut data dari Badan Pusat Statistik, data impor magnesium klorida di Indonesia dari tahun 2015-2019 menunjukkan angka yang fluktuatif setiap tahunnya, hal ini dapat dilihat dari bentuk grafik yang digambarkan seperti gambar 1.1 dibawah ini



Gambar 1.1 Data Impor Magnesium Klorida di Indonesia

Berdasarkan data tersebut dilakukan regresi linier untuk mendapatkan proyeksi impor magnesium klorida pada tahun 2025. Persamaan regresi yang didapatkan adalah ditunjukkan pada persamaan (1).

$$y = -14.511x + 30.250.271 \quad (2)$$

Dengan persamaan (2) diatas, maka didapatkan proyeksi impor magnesium klorida pada tahun 2025 sebesar 865.496,00 ton/tahun.

Penentuan kapasitas perancangan pabrik magnesium klorida didasarkan pada proyeksi kebutuhan magnesium klorida di Indonesia pada tahun 2025. Proyeksi kebutuhan

magnesium klorida di Indonesia pada tahun 2025 dapat didekati dengan persamaan untuk menghitung peluang magnesium klorida di Indonesia :

Peluang = Demand – Supply

$$(\text{produksi+impor}) - (\text{konsumsi+ekspor}) \quad (3)$$

Namun dikarenakan pabrik magnesium klorida belum ada di Indonesia, maka data produksi dan ekspor tidak ada, atau artinya data produksi dan ekspor sama dengan nol. Sehingga persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Peluang} &= \text{Impor magnesium klorida} - \text{Konsumsi magnesium klorida} & (4) \\ &= 865.496,00 - 224.306,00 \\ &= 641.190,00 \end{aligned}$$

Kapasitas pabrik magnesium klorida yang akan didirikan diambil 17% dari peluang, maka:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= 641.190,00 \text{ ton} \times 17\% \\ &= 109.002,30 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dengan memperhitungkan peluang yang ada, serta atas dasar pertimbangan beberapa pabrik yang telah berdiri, maka diperoleh kapasitas produksi yang akan didirikan pada tahun 2025 sebesar 109.002,30 ton/tahun atau 100.000 ton/tahun.

### 1.2.1 Ketersediaan Bahan Baku

Tersedianya bahan baku merupakan faktor paling penting dalam pendirian dan keberlangsungan produksi suatu pabrik. Bahan baku pembuatan magnesium klorida berupa magnesium hidroksida yang diperoleh secara import yang bisa didatangkan langsung dari negara lain, yaitu China, Australia, Austria, Prancis, Jerman, India, Jepang, dan Korea. Tetapi pada perancangan pabrik ini, kami mengambil magnesium hidroksida dari pabrik Wuxi Zehui Chemical Co.,LTD yang berasal dari China dan asam klorida diperoleh dari pabrik PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur, Indonesia.

## 1.3 Tinjauan Pustaka

### 1.3.1 Pemilihan Proses

Magnesium klorida dapat di produksi dengan berbagai proses, antara lain :

#### 1. 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).

## 2. 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.

## 3. 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 dekanter untuk memisahkannya dengan senyawa NaCl. Kemudian setelah terpisah, magnesium hidroksida direaksikan dengan HCl sehingga diperoleh magnesium klorida.

## 4. Pembuatan dari Carnallite

Carnallite merupakan salah satu mineral magnesium dengan formula  $\text{KMgCl}_3 \cdot 6(\text{H}_2\text{O})$ . 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%. Lalu, 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).

## 5. Pembuatan dari Magnesium Hidroksida

Magnesium hidroksida terdiri dari senyawa  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{CaO}$  direaksikan dengan HCl 10% pada suhu 52°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 1.3 Reaksi pada Proses Dehidrasi MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O

No	Range Temperature	Reaksi
1	95°C-115°C	MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O → MgCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O+2H <sub>2</sub> O
		MgCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O → MgCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O+2H <sub>2</sub> O
2	135°C-180°C	MgCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O → MgOHCl+HCl+2H <sub>2</sub> O
		MgCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O → MgCl <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O+H <sub>2</sub> O
3	185°C-230°C	MgCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O → MgOHCl+HCl+2H <sub>2</sub> O
4	>230°C	MgCl <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O → MgCl <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O
		MgCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O → MgOHCl+HCl

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

Tabel 1.4 Perbandingan Pemilihan Proses

Parameter	Air Laut dan Kapur	Dolomite dan Air Laut	Bittern dan NaOH	Carnallite	Magnesium Hidroksida
Suhu	45°C	44°C	48°C	46°C	55°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
<b>Konversi</b>	13%	26,8%	30,1%	28%	94,5%

(Sumber : Afrinaldi dan Aldi, 2019)

Dari berbagai proses pembuatan magnesium klorida tersebut, maka dipilih proses pembuatan magnesium klorida dengan menggunakan magnesium hidroksida. Alasan pemilihan ini karena menggunakan suhu dan tekanan operasi yang rendah 55°C dan 1 atm, menghasilkan produk dengan kemurnian 80%-99% dengan konversi yang tinggi sekitar 94,5% serta hasil samping hanya berupa air (H<sub>2</sub>O) sehingga aman untuk lingkungan



## BAB II. PERANCANGAN PRODUK

### 2.1 Spesifikasi Produk :

Produk yang akan dihasilkan berupa magnesium klorida dengan spesifikasi yang akan dijelaskan pada table 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Spesifikasi Magnesium Klorida

Komponen	Keterangan
Rumus molekul :	MgCl <sub>2</sub>
Massa molekul :	95,211 g/mol (anhidrat)
	203,31 g/mol (hexahidrat)
Warna :	Putih atau kristal padat tidak berwarna
Densitas :	2,32 g/ml
Titik didih :	1.412°C
Kelarutan didalam air :	53,6 g/mol (10°C)
	54,3 g/mol (20°C)
	55,8 g/mol (30°C)
	57,5 g/mol (40°C)
	61 g/mol (60°C)
	66,1g/mol (80°C)
	69,5 g/mol (90°C)
	72,6 g/100 ml (100°C)
Enthalpy ( $\Delta H_f(298)$ ) :	-641,1 kJ/mol
Energi Bebas Gibbs ( $\Delta G$ ) :	-591.6 kJ/mol Kemurnian
Kemurnian :	99%
Sifat kimia :	Larut dalam air dan alkohol
	Mudah terbakar

(Sumber : Kirk-Othmer,1981)

## 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Dalam proses pembuatan magnesium klorida bahan utama yang digunakan yaitu magnesium hidroksida dan asam klorida, berikut Tabel 2.2 & Tabel 2.3 menjelaskan tentang spesifikasi magnesium hidroksida dan asam klorida :

Tabel 2.2 Spesifikasi Magnesium Hidroksida

<b>Komponen</b>	<b>Keterangan</b>
Rumus molekul :	Mg(OH) <sub>2</sub>
Massa molekul :	58,3197 g/mol
Warna :	Padatan putih
Densitas :	2,32 g/ml
Titik lebur :	350°C
Enthalpy ( $\Delta H_f(298)$ ) :	-924,7 kJ/mol
Energi Bebas Gibbs ( $\Delta G$ ) :	-833,7 kJ/mol
Kemurnian :	95%
Sifat kimia :	Mudah larut dalam HCl

(Sumber : Othmer,1981)

Tabel 2.2 Spesifikasi Asam Klorida

<b>Komponen</b>	<b>Keterangan</b>
Rumus molekul :	HCl
Massa molekul :	36,46 g/mol
Warna :	tidak berwarna
Densitas :	1,159 g/cm <sup>3</sup>
Titik didih :	84°C
Enthalpy ( $\Delta H_f(298)$ ) :	-167,2 kJ/mol
Energi Bebas Gibbs ( $\Delta G$ ) :	-100,4 kJ/mol
Kemurnian :	32%
Sifat kimia :	Larut dalam air
	Melarutkan magnesium hidroksida

(Sumber: Yaws, 1999)

## **2.3 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.

### **2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku**

Pengendalian kualitas bahan baku merupakan salah satu faktor penting yang dapat mengetahui kualitas suatu bahan baku yang digunakan agar sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang untuk proses serta tidak terjadi suatu penyimpangan kualitas. Penyimpangan kualitas terjadi karena kualitas bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Oleh karena itu, perlu diadakannya pengujian kualitas terhadap bahan baku berupa magnesium hidroksida dan asam klorida sebelum dilakukannya proses produksi. Apabila bahan baku yang telah dianalisa tidak sesuai dengan standar yang diinginkan, maka kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada supplier.

### **2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi**

Pengendalian kualitas proses produksi merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kualitas suatu produk yang dihasilkan. Apabila didalam proses produksi terdapat kualitas yang kurang baik serta tidak memenuhi standar maka produk yang dihasilkan termasuk kategori produk cacat yang tidak dapat digunakan atau dipasarkan. Oleh karena itu, diperlukannya pengendalian kualitas suatu proses. Pengendalian ini meliputi pengawasan terhadap alat sistem kontrol dan aliran sistem kontrol.

#### **1. Alat Sistem Kontrol**

- a. Sensor, berfungsi untuk mengidentifikasi variabel-variabel proses. Alat yang digunakan yaitu manometer untuk sensor fluida, tekanan dan level.
- b. Controller dan indikator meliputi level indicator dan control, temperature indicator control, pressure control dan flow control.
- c. Actuator berfungsi untuk manipulate agar variabelnya sama dengan variabel kontrol. Alat yang digunakan yaitu automatic control valve dan manual hand valve

Pengendalian serta pengawasan jalannya suatu proses dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di ruang kontrol yang dilakukan dengan cara automatic control.



Apabila terjadi penyimpangan pada indikator yang telah di setting maka dapat diketahui melalui sinyal atau tanda yang diberikan berupa nyala lampu dan bunyi alarm. Bila terjadi penyimpangan maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi semula baik secara manual maupun otomatis.

### **2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk**

Pengendalian kualitas produk bertujuan agar menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan sesuai dengan mutu yang diinginkan. Untuk menjaga kualitas suatu produk maka diperlukannya bahan yang berkualitas, pengendalian serta pengawasan terhadap jalannya suatu proses dan perlu dilakukannya pemeriksaan secara rutin dengan tujuan agar apabila terjadi suatu penyimpangan maka penyimpangan tersebut dapat segera diatasi.



## BAB III. PERANCANGAN PROSES

### 3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan magnesium klorida diproduksi dari magnesium hidroksida dan asam klorida dengan kapasitas 100.000 ton/tahun terdiri dari beberapa tahap, yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap reaksi, dan tahap pemurnian produk. Berikut uraian proses pembuatan magnesium klorida :

#### 3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku magnesium hidroksida ( $Mg(OH)_2$ ) 95 % dalam bentuk padatan disimpan di dalam Silo Storage (SS-01) pada suhu  $30^{\circ}C$  dan tekanan 1 atm. Dari silo storage, magnesium hidroksida ditransfer menggunakan Hopper (HO-01) diumpungkan masuk ke dalam Reaktor (RE-01). Sedangkan HCl 32% dalam fasa liquid disimpan didalam Storage Tank (ST-101) pada suhu  $30^{\circ}C$  dan tekanan 1 atm. Kemudian HCl 32% dari Storage Tank diencerkan dengan menambahkan air ke dalam Mixer (MT-101) dan didapatkan hasil keluaran HCl 10%. Pengenceran dengan konsentrasi sampai dengan 10% ini sesuai dengan konsentrasi yang digunakan oleh PT. Dow Chemical. Tujuan pengenceran HCl ini agar HCl yang digunakan tidak terlalu pekat, dan sehingga prosesnya di dalam mixer cepat bereaksi. Selanjutnya, HCl 10% saat di mixer, HCl mengalami pendinginan untuk mengubah suhu HCl dari  $79^{\circ}C$  menjadi  $55^{\circ}C$  yang dikarenakan oleh panas reaksi, dengan menggunakan pendingin berupa jaket pendingin. Selanjutnya HCl 10% dialirkan menuju Reaktor (RE-101) menggunakan pompa (P-101).

#### 3.1.2 Tahap Reaksi

Pada tahap ini, Reaktor beroperasi pada suhu  $55^{\circ}C$  pada tekanan 1 atm dengan kondisi isothermal. Reaktor yang dipilih pada proses ini adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan sistem kontinyu, dipilih system kontinyu magnesium hidroksida cepat larut dalam asam klorida. Selain itu, alasan pemilihan reaktor ini karena bahan baku berupa padatan dan cairan, sehingga bahan baku fase padat-cair ini cocok menggunakan reaktor RATB. Pada tahap ini impurity seperti  $CaO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $SiO_3$  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 :



### 3.1.3 Tahap Pemurnian Produk

Hasil keluaran dari reaktor kemudian dialirkan menuju Centrifuge (CF-101) untuk memisahkan  $Mg(OH)_2$ ,  $CaO$ ,  $Fe_2O_3$ , dan  $SiO_3$ . Sebagian  $MgCl_2$ ,  $HCl$ , dan  $H_2O$  juga ikut terpisahkan. Hasil pemisahan tersebut kemudian akan dialirkan menuju Unit Pengolahan Limbah. Selanjutnya magnesium klorida diumpankan kedalam Evaporator I (EV-101) II (EV-102) (*double effect*) dengan menggunakan pompa. Evaporator I (EV-101) beroperasi pada suhu  $121^\circ C$  dan Evaporator II (EV-102) beroperasi pada suhu  $100^\circ C$ . Evaporator I berfungsi untuk memekatkan magnesium klorida dengan menggunakan steam pada suhu  $170^\circ C$ . 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-101) untuk mengkristalkan magnesium klorida sehingga didapat produk keluaran berbentuk padat. Selanjutnya magnesium klorida diumpankan menuju Rotary Filter (RF-101) untuk memisahkan padatan dan cairan (*mother liquor*). Lalu, magnesium klorida diumpankan ke dalam Rotary Dryer (RD-101) untuk menghilangkan kandungan air dengan udara panas. Kandungan air padatan yang masuk ke dalam Rotary Dryer sebesar  $0,0039$  kg atau  $3,9$  gram dan hasil keluaran dari rotary dryer berupa magnesium klorida padatan, dengan kandungan air  $0,00079$  kg atau  $0,79$  gram lalu produk akan disimpan sementara di dalam Silo Storage II (SS-102). Selanjutnya magnesium klorida dari silo storage II akan dialirkan menuju gudang penyimpanan dan siap untuk dipasarkan.

### 3.2 Spesifikasi Alat

#### 3.2.1 Solid Storage

Kode Alat	: SS-101
Fungsi	: Menyimpan bahan baku magnesium hidroksida
Tipe	: Silo storage Silinder tegak, tutup atas datar dan alas berbentuk konis
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Dasar pemilihan	: Magnesium hidroksida bersifat higroskopis sehingga diperlukan tempat penyimpanan yang tertutup dan mampu menyimpan padatan dalam jumlah besar. (Ismail, S., 1996. hal. 237-239; Coulson, Richardson vol. 6 <sup>th</sup> , 1983. hal. 121).
Kapasitas	: 852,4806 m <sup>3</sup>
Kondisi Proses	: Temperatur = 30°C Tekanan = 1 atm = 14,696 psi
Dimensi	: Diameter Shell (D) = 8,6694 m Diameter Konis bawah (d) = 2,1673 m Tinggi Shell (Hs) = 13,0041 m Tinggi Konis (Hk) = 4,3347 m Tinggi Total = 17,3388 m Tebal Shell (ts) = 7/16 in Tebal konis (tc) = 3/8 in
Tekanan Desain	: 16,5362 psi
Harga	: \$549.400

#### 3.2.2 Tangki Penyimpanan Asam Klorida

Kode Alat	: ST-101
Fungsi	: Menyimpan bahan baku HCl
Tipe	: Tangki bersilinder tegak, tutup atas berbentuk conical dan flat bottomed
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316

Jumlah	: 1 unit
Dasar pemilihan	: 1. Karena Bahan baku bersifat cair dan mudah menguap, maka dipilih silo yang bertipe torispherical head untuk memberi ruang untuk gas agar dapat menguap keatas. 2. Cocok untuk menyimpan bahan baku dalam kapasitas yang besar.
Kapasitas	: 1475,8605 m <sup>3</sup>
Kondisi Proses	: Temperatur = 30°C Tekanan = 1 atm = 14,696 psi
Dimensi	: Diameter Shell (D) = 10,4098 m Tinggi Shell (Hs) = 15,6147 m Tinggi Konis (Hk) = 5,2049 m Tinggi Total = 20,8196 m Tebal Shell (ts) = 1/2 in Tebal konis (tc) = 1 (3/8) in
Tekanan Desain	: 18,9628 psi
Harga	: \$784.900670

### 3.2.3 Hopper

Kode Alat	: HO-101
Fungsi	: Menampung sementara Mg(OH) <sub>2</sub> untuk diumpankan ke reaktor (RE-101)
Tipe	: Hopper
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Dasar pemilihan	: Torispherical head dapat dioperasikan pada tekanan operasi antara 15 – 200 psi
Kapasitas	: 12.000 kg/jam
Kondisi Proses	: Temperatur = 30°C Tekanan = 1 atm = 14,696 psi

Dimensi	: Diameter Shell (D)	= 3,4028 m
	Diameter konis bawah (d)	= 0,8507 m
	Tinggi Hopper (H)	= 6,8055 m
	Tinggi Konis (h)	= 1,2760 m
	Tinggi Total	= 8,0816 m
	Tebal Shell (ts)	= 3/8 in
	Tebal konis (tc)	= 1/4 in

Tekanan Desain : 16,1656 psi

Harga : \$34.900

### 3.2.4 Mixer

Kode Alat : MT-101

Fungsi : Mengencerkan HCl 32 % menjadi 10 %

Tipe : Tangki Berpengaduk

Silinder tegak, dengan head dan bottom berbentuk torispherical

Bahan konstruksi : Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316

Jumlah : 1 unit

Dasar pemilihan : Torispherical head dapat dioperasikan pada tekanan operasi antara 15 – 200 psi

Kapasitas : 118.786,2686 kg/jam

Kondisi Proses : Temperatur = 79 °C

Tekanan = 1 atm = 14,696 psi

Dimensi Tangki : Tinggi tangki (Ht) = 8,0649 m

IDshell = 222 in

Tebal shell (ts) = 7/16 in

OD = 228

Tinggi head (OA) = 1,2116 m

Dimensi Pengaduk	: Tipe	= Marine Propeller Blades
	Diameter (Da)	= 1,6925 m
	Lebar pengaduk (W)	= 0,3385 m
	Lebar pengaduk (Dd)	= 1,1283 m
	Panjang (L)	= 0,4231 m
	Jarak Pengaduk (C)	= 1,8805 m
	Lebar baffle (J)	= 0,4701 m
	Daya	= 60 Hp
Dimensi Pendingin	: Massa Air	= 2.139,1018 kg/jam
	: Kecepatan Pendingin	= 10,4937 m/jam
	: Tekanan Desain	= 44,35955214 psi
	: Tebal Dinding Jacket (tj)	= 5/16 in
	: ID	= 2,457 in
	: OD	= 81,197 in
Tekanan Desain	: 44,3595 psi	
Harga	: \$443.600	

### 3.2.5 Reaktor

Kode Alat	: RE-101
Fungsi	: Mereaksikan magnesium hidroksida dan asam klorida untuk menghasilkan magnesium klorida
Tipe	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk Bejana vertikal, dengan tutup atas berbentuk flange dan tutup bawah berbentuk torispherical, dilengkapi dengan coil pendingin dan pengaduk
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Dasar pemilihan	: Torispherical head dapat dioperasikan pada tekanan operasi antara 15 – 200 psi
Kapasitas	: 128.786,2686 kg/jam
Kondisi Proses	: Temperatur = 55°C Tekanan = 1 atm = 14,696 psi

Dimensi Reaktor	: Diameter Reaktor (D)	= 7,8520 m
	: Tinggi Reaktor (H)	= 10,7022 m
	: Tebal reaktor (ts)	= 5/8 in
	: Tebal head (th)	= 7/8 in
Dimensi Pengaduk	: Tipe	=
	<i>Flat six blade open turbine</i>	
	: Diameter (Da)	= 2,3556 m
	: Lebar pengaduk (W)	= 0,4611 m
	: Lebar pengaduk (Dd)	= 1,5704 m
	: Panjang (L)	= 0,5889 m
	: Jarak Pengaduk (C)	= 2,6173 m
	: Lebar baffle (J)	= 0,6543 m
	: Daya	= 600 Hp
	: Jumlah Pengaduk	= 1 buah
	: Jumlah Baffle	= 4 buah
	: Putaran Pengadukan	= 1 rps
Dimensi Pendingin	: Massa Air	= 2.139,1018kg/jam
	: Kecepatan Pendingin	= 0,3296 m/jam
	: Tekanan Desain	= 68,3543 psi
	: Tebal Dinding Jacket (tj)	= 1 in
	: ID	= 310 in
	: OD	= 312 in
Tekanan Desain	: 29,0446 psi	
Harga	: \$1.667.100	

### 3.2.6 Centrifuge

Kode Alat	: CF-101
Fungsi	: Memisahkan cairan dari padatan pada produk hasil keluaran reaktor
Tipe	: Disk Centrifuge Bowl
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit



Dasar pemilihan	: operasi diinginkan dalam keadaan sedimentasi sehingga penyaringan pada centrifuge dapat lebih efektif dalam pemisahan produk
Kapasitas	: 128.786,2686 kg/jam
Kondisi Proses	: Temperatur = 55°C Tekanan = 1 atm = 14,696 psi
Dimensi	: Diameter Bowl = 16 in atau 0,4064 m Panjang Bowl (L) = 0,8128 m Kecepatan Putaran (nb) = 6.250 m
Daya	: 2 Hp
Harga	: \$20.044

### 3.2.7 Evaporator Efek I dan II

Kode Alat	: EV-101 dan EV-102
Fungsi	: Menguapkan HCl dan H <sub>2</sub> O
Tipe	: <i>Long tube Vertical Fordward Feed Evaporator</i>
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 2 unit
Dasar pemilihan	:

1. *Long Tube Evaporator* umum digunakan di industri karena relative murah serta lebih mudah dalam pengoperasian dan pembersihannya (Perry's, 1989 :11-109)
2. *Long Tube Evaporator* lebih cocok untuk umpan dengan viskositas <1 cp dan memiliki heating surface 100-10.000 m<sup>2</sup> (Ulrich, 1984, Tabel 4-7 hal 94)
3. *Flanged and standard dished head* cocok digunakan pada tekanan permukaan 1 atm (Brownell & Young, 1959)
4. *Long Tube Vertical Evaporator* memiliki *small floor space* dan *low holdup* (Perry's, 1989)

Kapasitas	: 125.228,9432 kg/jam
Kondisi Proses	: Shell = 120,9994 °C
	Tube = 170 °C
	Tc = 170 °C
	tc = 87,9997 °C
$\Delta T_{LMTD}$	: 59,5865 °C
Luas (A)	: 7832,3700 ft <sup>2</sup>
Dimensi	: <b>Shell</b>
	ID = 39 in
	B = 19,5 in
	Passes = 1
	$\Delta P_s$ = 3,8330 psi
	<b>Tube</b>
	L = 30 ft
	Nt = 1330
	BWG = 16
	OD = 0,75 in
	Pitch = 15/16
	<b>Triangular Pitch</b>
	Passes = 2
	$\Delta P_T$ = 0,1794 psi
	<b>Evaporator</b>
	Tebal shell (ts) = 5/16
	OD = 40 in
	Tebal Head (th) = 3/8 in
	Tinggi Head (OA) = 0,2033 m
	Tinggi Total = 12,8323 m
Tekanan Desain	: 31,4228 psi
Clean Overall Coef.	: 680,4360 btu/hr.ft <sup>2</sup> .°F
Design Overall Coef.	: 450 btu/hr.ft <sup>2</sup> .°F
Dirt factor (Rd)	: 0,00103 hr.ft <sup>2</sup> .°F/btu
Harga	: \$ 3.504.900

### 3.2.8 Crystallizer

Kode Alat	: CR-101
Fungsi	: Mengkristalkan $MgCl_2$ hasil keluaran dari Evaporator II
Tipe	: Swenson Walker Crystallizer
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 35.845,6170 kg/jam
Kondisi Proses	: Temperatur = 35°C Tekanan = 1 atm = 14,696 psi Waktu Kristalisasi = 1 jam
Dimensi	: Diameter = 2,5194 m Panjang = 8,3897 m Luas Cooling Area = 934,2056 ft <sup>2</sup>
Daya	: 30 Hp
Harga	: \$763.758

### 3.2.9 Rotary Filter

Kode Alat	: RF-101
Fungsi	: Memisahkan padatan magnesium klorida dari cairan
Tipe	: Rotary Filter
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 35.845,6170 kg/jam
Kondisi Proses	: Temperatur = 35°C Tekanan = 1 atm = 14,696 psi
Dimensi	: Diameter = 0,5643 m Panjang = 1,1287 m Ketebalan = 5/16 in
Daya	: 40 Hp
Harga	: \$119.358

### 3.2.10 Rotary Dryer

Kode Alat	: RF-101
Fungsi	: Meringkakan $MgCl_2$ sehingga didapatkan spesifikasi yang sesuai
Tipe	: Rotary Dryer
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 25.560,0114 kg/jam
Kondisi Proses	: 14,696 psi
Dimensi	: <b>Dryer</b>
	Diameter (D) = 0,1592 m
	Panjang (L) = 1,1287 m
	<b>Flight</b>
	Jumlah Flight = 30 flight
	Tinggi Flight = 0,4847 m
	Jarak antar Flight = 1,2885 m
Daya	: 110 Hp
Harga	: \$196.358

### 3.2.11 Solid Storage II

Kode Alat	: SS-102
Fungsi	: Menyimpan $MgCl_2$ selama 5 hari
Tipe	: Silo Storage
	Silinder tegak, tutup atas datar dan alas berbentuk konis
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Dasar pemilihan	: Padatan bersifat higroskopis sehingga diperlukan tempat penyimpanan yang tertutup dan mampu menyimpan padatan dalam jumlah besar. (Ismail, S., 1996. hal. 237-239; Coulson, Richardson vol. 6 <sup>th</sup> , 1983. hal. 121).
Kapasitas	: 1159,0782 m <sup>3</sup>
Kondisi Proses	: Temperatur = 30°C

	Tekanan	= 1 atm = 14,696 psi
Dimensi	: Diameter Shell (D)	= 9,6043 m
	Diameter Konis bawah (d)	= 2,4011 m
	Tinggi Shell (Hs)	= 14,4064 m
	Tinggi Konis (Hk)	= 4,8021 m
	Tinggi Total	= 19,2086 m
	Tebal Shell (ts)	= 1/2 in
	Tebal konis (tc)	= 3/8 in
Tekanan Desain	: 16,4380 psi	
Harga	: \$ 670.800	

### 3.2.12 Blower

Kode Alat	: BL-101
Fungsi	: Mengalirkan udara ke heater
Tipe	: Centrifugal Multiblade Backward Curved Blower
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Dasar pemilihan	: 1. Mampu digunakan dengan tekanan tinggi (Perry's, 10-49) 2. Efisiensinya tinggi (Bachero:112)
Kapasitas	: 12.933,7488 kg/jam
Kondisi Proses	: Temperatur = 30°C
	Tekanan = 1 atm = 14,696 psi
Daya	: 15 Hp
Harga	: \$24.588

### 3.2.14 Heater I

Kode Alat	: HE-101
Fungsi	: Memanaskan hasil keluaran dari centrifuge sebelum diumpankan ke Evaporator I
Tipe	: <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: Inner Pipe = 125.228,9432 kg/jam Annulus = 5.796,2968 kg/jam
Kondisi Proses	: Inner Pipe = 80 °C Annulus = 170 °C
$\Delta T_{LMTD}$	: 84,2121 °C
Luas (A)	: 122,6251 ft <sup>2</sup>
Dimensi	:
<b>Inner Pipe</b>	<b>Annulus</b>
IPS = 2 in	IPS = 3 in
OD = 2,38 in	OD = 3,5 in
ID = 2,067 in	ID = 3,068 in
at = 3,35 in <sup>2</sup>	at = 7,38 in <sup>2</sup>
a0 = 0,622 ft <sup>2</sup> /ft	a0 = 0,917 ft <sup>2</sup> /ft
sch no = 40	sch no = 40
L = 20 ft	$\Delta P$ = 0,8088 psi
$\Delta P$ = 2,3825 psi	
Clean Overall Coef.	: 1.241,4400 btu/hr.ft <sup>2</sup> .°F
Design Overall Coef.	: 492,8663 btu/hr.ft <sup>2</sup> .°F
Dirt factor (Rd)	: 0,00122 hr.ft <sup>2</sup> .°F/btu
Jumlah Hairpin	: 5
Harga	: \$853.400

### 3.2.15 Screw Conveyor I

Kode Alat	: SC-101
Fungsi	: Mengangkut $Mg(OH)_2$ dari SS-101 menuju Bucket Elevator I (BE-101)
Tipe	: Helicoid Screw Conveyor
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 10.000 kg/jam
Dimensi	: Diameter Screw = 0,1270 m Panjang Screw = 5 m
Daya	: 1(1/2) Hp
Harga	: \$2.680

### 3.2.16 Screw Conveyor II

Kode Alat	: SC-102
Fungsi	: Mengangkut $MgCl_2$ dari Crystallizer (CR-101) menuju Rotary Filter (RF-101)
Tipe	: Helicoid Screw Conveyor
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 35.845,6170 kg/jam
Dimensi	: Diameter Screw = 0,2032 m Panjang Screw = 5 m
Daya	: 5 Hp
Harga	: \$4.195

### 3.2.17 Screw Conveyor III

Kode Alat	: SC-103
Fungsi	: Mengangkut $MgCl_2$ dari Rotary Filter (RF-101) menuju Rotary Dryer (RD-101)
Tipe	: Helicoid Screw Conveyor
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit

Kapasitas	: 25.560,0114 kg/jam
Dimensi	: Diameter Screw = 0,178 m Panjang Screw = 5 m
Daya	: 3 Hp
Harga	: \$3.729

### 3.2.18 Screw Conveyor IV

Kode Alat	: SC-104
Fungsi	: Mengangkut MgCl <sub>2</sub> dari Rotary Dryer (RD-101) menuju Bucket Elevator II (BE-102)
Tipe	: Helicoid Screw Conveyor
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 12.626,2626 kg/jam
Dimensi	: Diameter Screw = 0,1524 m Panjang Screw = 5 m
Daya	: 1(1/2) Hp
Harga	: \$3.146

### 3.2.19 Screw Conveyor V

Kode Alat	: SC-105
Fungsi	: Mengangkut MgCl <sub>2</sub> dari Solid Storage II (SS-102) menuju Gudang Penyimpanan
Tipe	: Helicoid Screw Conveyor
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 12.626,2626 kg/jam
Dimensi	: Diameter Screw = 0,1524 m Panjang Screw = 5 m
Daya	: 1(1/2) Hp
Harga	: \$3.146



### 3.2.20 Bucket Elevator I

Kode Alat	: BE-101
Fungsi	: Mengangkut $Mg(OH)_2$ dari Screw Conveyor I (SC-101) menuju Hopper (HO-101)
Tipe	: Continuous Bucket Elevator
Dasar Pemilihan	: 1. Kapasitas bucket lebih besar karena jumlah bucket lebih banyak 2. Memiliki sudut kemiringan yang curam 3. Dapat digunakan untuk mengangkut material dengan berbagai bentuk dan ukuran 4. Harga relative lebih murah karena pemakaian energi kecil
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 10.000 kg/jam
Dimensi	: Tinggi Elevator = 8 m Lebar Belt = 0,1778 m Kecepatan = 225 ft/min
Daya	: 1(1/2) Hp
Harga	: \$12.586

### 3.2.21 Bucket Elevator II

Kode Alat	: BE-101
Fungsi	: Mengangkut $MgCl_2$ dari Screw Conveyor IV (SC-104) menuju Solid Storage (SS-102)
Tipe	: Continuous Bucket Elevator
Dasar Pemilihan	: 1. Kapasitas bucket lebih besar karena jumlah bucket lebih banyak 2. Memiliki sudut kemiringan yang curam 3. Dapat digunakan untuk mengangkut material dengan berbagai bentuk dan ukuran

Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 10.000 kg/jam
Dimensi	: Tinggi Elevator = 8 m Lebar Belt = 0,2286 m Kecepatan = 225 ft/min
Daya	: 1(1/2) Hp
Harga	: \$14.334

### 3.2.22 Pompa I

Kode Alat	: P-101
Fungsi	: Mengalirkan HCl dari tangki penyimpanan ke Mixer (MT-101)
Tipe	: Centrifugal Pump
Dasar Pemilihan	: 1. Dapat digunakan untuk kapasitas besar dan tekanan tinggi 2. Konstruksi sederhana dan relative murah
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 42,6805 m <sup>3</sup> /jam
Dimensi	: Head Pompa (W) = 11,2429 ft.lbf/lbm IPS = 6 in ID = 6,065 in OD = 6,625 in Sch no = 40
Daya	: 1 Hp
Harga	: \$24.588

### 3.2.23 Pompa II

Kode Alat	: P-102
Fungsi	: Mengalirkan Air ke Mixer (MT-101)
Tipe	: Centrifugal Pump
Dasar Pemilihan	: 1. Dapat digunakan untuk kapasitas besar dan tekanan tinggi 2. Konstruksi sederhana dan relative murah
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 98,2936 m <sup>3</sup> /jam
Dimensi	: Head Pompa (W) = 11,844 ft.lbf/lbm IPS = 8 in ID = 7,981 in OD = 8,625 in Sch no = 40
Daya	: 2 Hp
Harga	: \$29.017

### 3.2.24 Pompa III

Kode Alat	: P-103
Fungsi	: Mengalirkan HCl dari Mixer (MT-101) ke Reaktor (RE-101)
Tipe	: Centrifugal Pump
Dasar Pemilihan	: 1. Dapat digunakan untuk kapasitas besar dan tekanan tinggi 2. Konstruksi sederhana dan relative murah
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 140,9740 m <sup>3</sup> /jam

Dimensi	: Head Pompa (W)	= 13,6634 ft.lbf/lbm
	IPS	= 8 in
	ID	= 7,981 in
	OD	= 8,625 in
	Sch no	= 40
Daya	: 5 Hp	
Harga	: \$29.017	

### 3.2.25 Pompa IV

Kode Alat	: P-104	
Fungsi	: Mengalirkan $MgCl_2$ dari Reaktor (RE-101) ke Centrifuge (CF-101)	
Tipe	: Sewage Pump	
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316	
Jumlah	: 1 unit	
Kapasitas	: 144,1503 m <sup>3</sup> /jam	
Dimensi	: Head Pompa (W)	= 13,681 ft.lbf/lbm
	IPS	= 8 in
	ID	= 7,981 in
	OD	= 8,625 in
	Sch no	= 40
Daya	: 5 Hp	
Harga	: \$37.407	

### 3.2.26 Pompa V

Kode Alat	: P-105	
Fungsi	: Mengalirkan $MgCl_2$ dari Centrifuge (CF-101) ke Evaporator I (EV-101)	
Tipe	: Slurry Pump	
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316	
Jumlah	: 1 unit	
Kapasitas	: 140,8157 m <sup>3</sup> /jam	

Dimensi	: Head Pompa (W)	= 13,5062 ft.lbf/lbm
	IPS	= 8 in
	ID	= 7,981 in
	OD	= 8,625 in
	Sch no	= 40
Daya	: 5 Hp	
Harga	: \$29.017	

### 3.2.27 Pompa VI

Kode Alat	: P-106	
Fungsi	: Mengalirkan $MgCl_2$ dari Evaporator I (EV-101) ke Evaporator II (EV-102)	
Tipe	: Centrifuge Pump	
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316	
Jumlah	: 1 unit	
Kapasitas	: 87,0250 m <sup>3</sup> /jam	
Dimensi	: Head Pompa (W)	= 11,3553 ft.lbf/lbm
	IPS	= 3 in
	ID	= 3,068 in
	OD	= 3,5 in
	Sch no	= 40
Daya	: 2 Hp	
Harga	: \$29.017	

### 3.2.28 Pompa VII

Kode Alat	: P-107	
Fungsi	: Mengalirkan $MgCl_2$ dari Evaporator II (EV-102) ke Crystallizer (CR-101)	
Tipe	: Centrifugal Pump	
Dasar Pemilihan	: 1. Dapat digunakan untuk kapasitas besar dan tekanan tinggi 2. Konstruksi sederhana dan relative murah	
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316	

Jumlah	: 1 unit	
Kapasitas	: 33,2705 m <sup>3</sup> /jam	
Dimensi	: Head Pompa (W)	= 10,333 ft.lbf/lbm
	IPS	= 8 in
	ID	= 7,981 in
	OD	= 8,625 in
	Sch no	= 40
Daya	: 2 Hp	
Harga	: \$24.588	

### 3.2.29 Gudang Penyimpanan

Kode Alat	: GP-101	
Fungsi	: Menyimpan produk MgCl <sub>2</sub>	
Tipe	: Bangunan tertutup	
Bahan konstruksi	: Tembok semen	
Jumlah	: 1 unit	
Kapasitas	: 84.848,4847 packing	
Dimensi	: Panjang	= 44,6700 m
	Lebar	= 22,3350 m

## **BAB IV. PERANCANGAN PABRIK**

### **4.1 Lokasi Pabrik**

Pemilihan lokasi suatu pabrik merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik. Dalam menentukan lokasi pabrik dibutuhkan pertimbangan dari berbagai faktor yang berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dan perkembangan pabrik dimasa yang akan datang. Faktor penting yang perlu dipertimbangkan seperti lokasi pabrik dengan biaya produksi dan transportasi seminimal mungkin. Adapun faktor lain yang perlu diperhatikan seperti pengadaan bahan baku, utilitas, dan lainnya. Berikut beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik :

#### **1. Ketersediaan Bahan Baku**

Sumber bahan baku merupakan faktor penting dalam pendirian dan keberlangsungan suatu pabrik. Pabrik magnesium klorida direncanakan akan didirikan di Mojokerto, Jawa timur. Hal ini dikarenakan salah satu bahan baku utama pembuatan magnesium klorida berupa asam klorida diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur, Indonesia. Hal tersebut dapat meminimalisir biaya transportasi pengiriman bahan baku dan mengurangi investasi pabrik. Sedangkan bahan baku magnesium hidroksida diperoleh dengan cara impor dari pabrik Wuxi Zehui Chemical Co., LTD yang berasal dari Cina didatangkan dari pelabuhan Tanjung Perak.

#### **2. Pemasaran Produk**

Kebutuhan magnesium klorida terus meningkat setiap tahunnya, Peningkatan kebutuhan magnesium klorida dapat dilakukan dengan cara pemasaran. Oleh karena itu, pabrik magnesium klorida direncanakan akan didirikan di kawasan industri Mojokerto karena berdekatan dengan Pelabuhan Tanjung Perak sehingga dapat mengurangi hambatan dalam pemasaran serta pemasaran produk dapat dipasarkan baik dari dalam maupun luar negeri.

#### **3. Utilitas**

Utilitas yang diperlukan adalah tenaga listrik, air, bahan bakar dan udara tekan. Kebutuhan air dapat diambil dari air sungai yang lebih dulu di treatment. Kebutuhan tenaga listrik dan kebutuhan bahan bakar diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan Pertamina RU IV Cilacap.

#### **4. Transportasi**

Sarana transportasi untuk keperluan pengangkutan bahan baku dan pemasaran produk dapat ditempuh melalui jalan darat maupun laut. Sarana transportasi dikawasan industri Mojokerto cukup memadai karena memiliki fasilitas jalan umum yang mudah dijangkau oleh transportasi laut dari Pelabuhan Tanjung Perak. Dengan adanya sarana baik darat maupun laut maka diharapkan kelancaran kegiatan produksi serta pemasaran produk baik domestik maupun internasional.

#### **5. Tenaga Kerja**

Agar suatu pabrik berjalan dengan baik disamping tersedianya alat – alat proses yang lengkap dan bahan baku, diperlukan juga tenaga kerja untuk menjalankan proses dari pengolahan bahan baku sampai dengan diperolehnya produk akhir. Tenaga kerja yang dibutuhkan meliputi tenaga kerja yang terlatih, terampil, maupun kasar. Tenaga kerja tersebut dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik dan luar daerah.

#### **6. Keadaan Iklim dan Geografis**

Iklim yang terlalu panas akan mengakibatkan perlunya peralatan pendingin yang lebih banyak, sedangkan iklim yang terlalu dingin/lembab akan berakibat bertambahnya biaya konstruksi pabrik karena diperlukan perlindungan khusus pada alat – alat proses. Mojokerto merupakan daerah yang memiliki iklim rata – rata cukup baik dengan temperature udara 20°C – 32°C dan curah hujan yang cukup.

#### **7. Faktor penunjang**

Faktor penunjang secara tidak langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh bagi kelancaran proses produksi pada suatu pabrik.

Adapun faktor – faktor penunjang, antara lain :

##### **a. Perluasan Area Pabrik**

Perluasan area pabrik dan penambahan bangunan dalam jangka waktu 10 tahun atau 20 tahun kedepan perlu dipertimbangkan dalam pendirian pabrik. Sehingga apabila suatu saat pabrik akan menambah peralatan untuk menambah kapasitas, maka sejumlah area khusus sudah dipersiapkan agar nanti tidak kesulitan mencari area perluasan pabrik.

##### **b. Perizinan**

Perizinan suatu industri meliputi izin mendirikan bangunan, pajak serta undang – undang setempat. Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam mengurus perizinan antara lain :

##### **1. Sistem birokrasi daerah setempat**



2. Undang – undang atau aturan yang berlaku di daerah setempat
  3. Pejabat daerah setempat
- c. Sosial Masyarakat

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

Berdasarkan pertimbangan di atas maka dapat disimpulkan bahwa kawasan industri Mojokerto layak dijadikan pabrik magnesium Klorida di Indonesia.

## **4.2 Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik merupakan kedudukan dari bagian pabrik yang terdiri dari tempat karyawan bekerja, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku, tempat penyimpanan produk, dan sarana lain. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area yang tersedia dapat efisien dan proses produksi dapat berjalan dengan lancar. Secara garis besar, tata letak pabrik dapat dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

### **4.2.1 Area Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium**

Area administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi perusahaan yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium merupakan pusat kontrol kualitas bahan baku yang akan diproses, produk yang akan dijual, serta limbah proses.

### **4.2.2 Area Proses dan Ruang Kontrol**

Area proses merupakan pusat proses produksi dimana alat – alat proses dan pengendali ditempatkan. Area proses terletak dibagian tengah pabrik. Ruang control merupakan pusat control berjalannya proses yang diinginkan seperti temperature, tekanan, dan lainnya.

### **4.2.3 Area Pergudangan, Bengkel, dan Garasi**

Area pergudangan merupakan area yang digunakan sebagai tempat penyimpanan bahan baku yang akan digunakan pada proses produksi sebagai tempat penyimpanan dari produk yang dihasilkan. Area ini berada didaerah yang terjangkau oleh alat pengangkutan. Bengkel merupakan tempat penyimpanan suku cadang alat proses dan melakukan perbaikan, pemeliharaan/perawatan alat proses. Garasi merupakan tempat untuk menyimpan kendaraan yang digunakan untuk operasional produk.

#### 4.2.4 Area Utilitas

Area utilitas merupakan area untuk menyediakan keperluan yang menunjang berjalannya proses produksi berupa penyediaan air, steam, bahan bakar, dan listrik. Area utilitas ditempatkan dekat dengan daerah proses agar sistem pemipaan lebih ekonomis.

#### 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.

#### 4.2.6 Area Perluasan

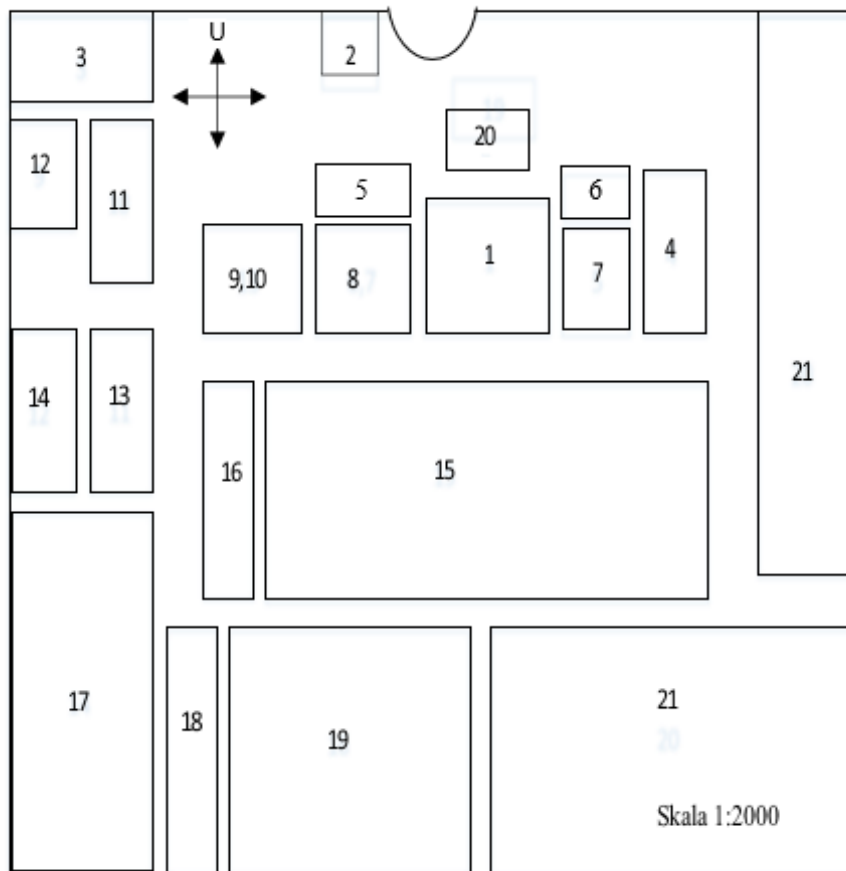
Area perluasan merupakan area yang digunakan apabila suatu saat pabrik dimungkinkan akan menambah peralatan dan menambah kapasitas produksi dimasa yang akan datang.

Rincian luas tanah sebagai bangunan pabrik magnesium klorida dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Luas Area Pabrik Magnesium Klorida

No	Lokasi	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Kantor	1.600
2	Pos Keamanan	16
3	Parkir Tamu	1500
4	Parkir Truk	1600
5	Klinik	500
6	Masjid	600
7	Area Mess	1500
8	Laboratorium	625
9	Kantin	525
10	Perpustakaan	525
11	Generator	1.000
12	Bengkel	875
13	Unit Pemadam Kebakaran	1.000
14	Gudang Peralatan	1.000
15	Area Proses	10.800
16	Control Room	900

17	Unit Pengolahan Limbah	5.000
18	Control Utilitas	600
19	Area Utilitas	6.000
20	Taman	400
21	Area Perluasan	14.000
Luas Tanah		50.566
Luas Bangunan		21.766
Total		72.332



Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik Magnesium Klorida

Keterangan :

- |                 |                             |                    |
|-----------------|-----------------------------|--------------------|
| 1. Kantor       | 11. Generator               | 21. Area Perluasan |
| 2. Pos Keamanan | 12. Bengkel                 |                    |
| 3. Parkir Tamu  | 13. Unit Pemadamn Kebakaran |                    |
| 4. Parkir Truk  | 14. Gudang Peralatan        |                    |
| 5. Klinik       | 15. Area Proses             |                    |

- |                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| 6. Masjid        | 16. Control room           |
| 7. Area Mess     | 17. Unit Pengolahan Limbah |
| 8. Laboratorium  | 18. Control Utilitas       |
| 9. Kantin        | 19. Area Utilitas          |
| 10. Perpustakaan | 20. Taman                  |

#### **4.3 Tata Letak Alat Proses**

Beberapa hal yang perlu di perhatikan dalam perencanaan tata letak peralatan proses :

##### **4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk**

Aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomi, kemudahan dan kelancaran dari para pekerja sehingga keamanan proses produksi dapat terjamin.

##### **4.3.2 Aliran Udara**

Aliran Udara yang terdapat didalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan. Karena untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya dapat membahayakan keselamatan para pekerja.

##### **4.3.3 Pencahayaan**

Penerangan yang baik pada suatu pabrik sangat diperlukan terutama pada tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi. Pencahayaan yang memadai di dalam pabrik bertujuan untuk menghindari terjadinya risiko kecelakaan kerja agar terciptanya suasana bekerja yang aman.

##### **4.3.4 Lalu Lintas Manusia**

Area lalu lintas manusia perlu diperhatikan dalam perencanaan lay out peralatan proses. Hal ini bertujuan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat, mudah, dan terjamin sehingga tidak mengganggu proses produksi.

##### **4.3.5 Lalu Lintas Alat Berat**

Area lalu lintas alat berat perlu diperhatikan terutama pada jarak antar alat dan lebar harus sesuai. Hal ini bertujuan agar dalam pengangkutan bahan baku dan produk tidak mengganggu proses jalanannya produksi.

#### 4.3.6 Pertimbangan Ekonomi

Penempatan tata letak alat proses perlu diperhatikan agar dapat mengurangi biaya operasi dan menjamin keamanan serta kelancaran proses produksi, sehingga dapat tercapainya produksi yang optimal.

#### 4.3.7 Jarak Antar Alat Proses

Alat proses memiliki suhu dan tekanan operasi yang tinggi sebaiknya ditempatkan terpisah dari alat proses lainnya. Hal ini bertujuan agar apabila terjadi ledakan dan kebocoran pada alat tersebut tidak membahayakan alat – alat proses lainnya.

#### 4.3.8 Maintenance

*Maintenance* (perawatan) merupakan pemeliharaan dan perbaikan alat yang bertujuan untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik agar produksi dapat berjalan dengan lancar sehingga akan menghasilkan produk yang optimal dengan spesifikasi produk yang diinginkan.

Perawatan terbagi menjadi dua yaitu perawatan preventif dan perawatan periodic. Perawatan preventif merupakan perawatan yang dilakukan setiap hari bertujuan untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik merupakan perawatan yang dilakukan secara terjadwal sesuai dengan petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat – alat mendapat perawatan khusus secara bergiliran.

Perawatan alat – alat proses dilakukan secara tepat dengan prosedur yang ada, meliputi :

a. Overhead 1 x 1 tahun

Overhead merupakan perbaikan dan pengecekan serta levelling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian – bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

b. Repairing

Repairing merupakan perbaikan pada bagian – bagian alat yang dilakuakn setelah pemeriksaan.

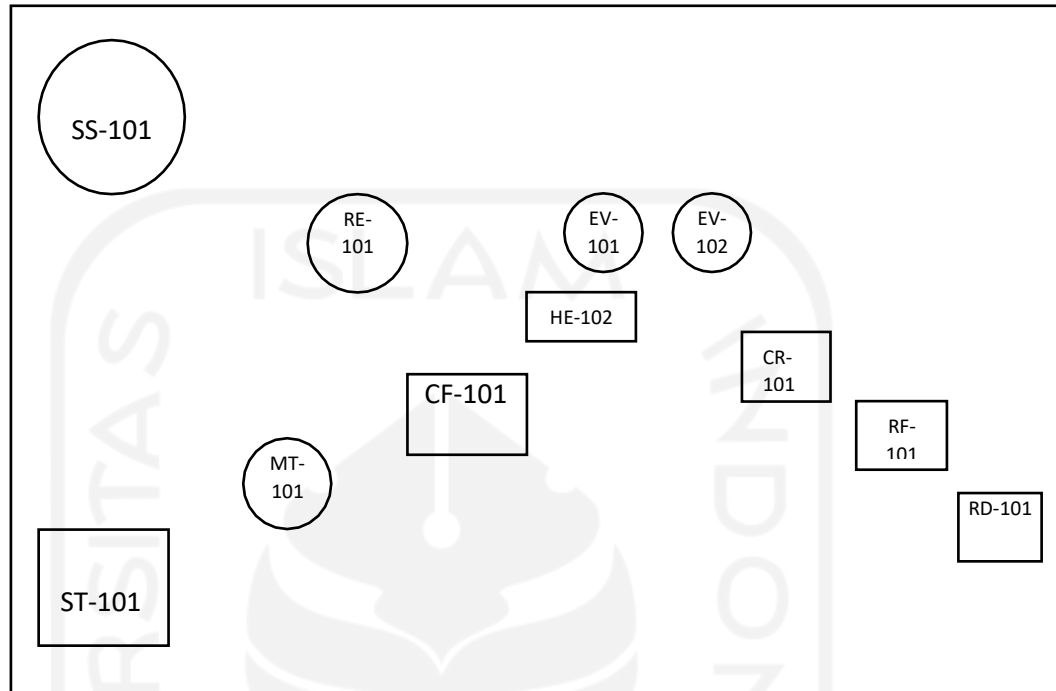
Beberapa faktor yang mempengaruhi maintenance meliputi :

a. Umur Alat

Semakin tua umur alat maka perawatan yang akan diberikan akan semakin banyak sehingga biaya perawatan semakin besar.

b. Bahan Baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan sering dibersihkan.



Skala 1:1.500

Gambar 4.2 Tata Letak Alat Proses

Keterangan:

1. Solid Storage (SS-101)
2. Tangki HCl (ST-101)
3. Mixer (MT-101)
4. Heater I (HE-101)
5. Reaktor (RE-101)
6. Centrifuge (CF-101)
7. Heater II (HE-102)
8. Evaporator I (EV-101)
9. Evaporator II (EV-102)
10. Crystallizer (CR-101)
11. Rotary Filter (RF-101)
12. Rotary Dryer (RD-101)

### 4.3.9 Neraca Massa Total

Tabel 4.2 Neraca Massa Total

Komponen	Flow Rate							
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8
HCl	11.878,6269		11.878,6269		653,3245	13,0665	640,2580	640,2580
Mg(OH) <sub>2</sub>				9.500,0000	522,5000	512,0500	10,4500	
SiO <sub>2</sub>				300,0000	300,0000	294,0000	6,0000	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				40,0000	40,0000	39,2000	0,8000	
CaO				160,0000	160,0000	156,8000	3,2000	
MgCl <sub>2</sub>					14.656,3883	293,1278	14.363,2605	
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O								
H <sub>2</sub> O	25.242,0821	81.665,5596	106.907,6417		112.454,0559	2.249,0811	110.204,9747	44.081,9899
Total	37.120,7089	81.665,5596	118.786,2686	10.000,0000	128.786,2686	3.557,3254	125.228,9432	44.722,2479

(cont.)

Komponen	Flowrate							
	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13	Arus 14	Arus 15	Arus 16
HCl								
Mg(OH) <sub>2</sub>	10,4500		10,4500	10,4500	2,0900	8,3600		8,3600
SiO <sub>2</sub>	6,0000		6,0000	6,0000	1,2000	4,8000		4,8000
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,8000		0,8000	0,8000	0,1600	0,6400		0,6400
CaO	3,2000		3,2000	3,2000	0,6400	2,5600		2,5600
MgCl <sub>2</sub>	14.363,2605		14.363,2605	287,2652	229,8122	57,4530		57,4530
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O				30.631,0300	6.126,2060	24.504,8240		12.503,6863
H <sub>2</sub> O	66.122,9848	44.661,0783	21.461,9066	4.906,8718	3.925,4975	981,3744	12.933,7488	48,7632
Total	80.506,6953	44.661,0783	35.845,6170	35.845,6170	10.285,6056	25.560,0114	12.933,7488	12.626,2626



B. Mixer (MT-01)

Tabel 4.3 Neraca Massa Mixer (MT-101)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Alur 1	Alur 2	Alur 3
HCl 32%	11.878,6269	-	11.878,6269
H <sub>2</sub> O	2.5242,0821	81.665,5596	106.907,6417
Sub Total	37.120,7089	81.665,5596	118.786,2686
Total	118.786,2686		118.786,2686

C. Reaktor (RE-101)

Tabel 4.4 Neraca Massa Reaktor (RE-101)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Alur 3	Alur 4	Alur 5
MgCl <sub>2</sub>	-	-	14.656,3883
Mg(OH) <sub>2</sub>	-	9.500,0000	522,5000
SiO <sub>2</sub>	-	300,0000	300,0000
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	40,0000	40,0000
CaO	-	160,0000	160,0000
HCl	11.878,6269	-	653,3245
H <sub>2</sub> O	106.907,6417	-	112.454,0559
Sub Total	118.786,2686	10.000	128.786,2686
Total	128.786,2686		128.786,2686

D. Centrifuge (CF-101)

Tabel 4.5 Neraca Massa Centrifuge (CF-101)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Alur 5	Alur 6	Alur 7
MgCl <sub>2</sub>	14.656,38826	293,1278	14.363,2605
Mg(OH) <sub>2</sub> sisa	522,5000	512,0500	10,4500
SiO <sub>2</sub>	300,0000	294,0000	6,0000
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	40,0000	39,2000	0,8000
CaO	160,0000	156,8000	3,2000
HCl sisa	653,3245	13,0665	640,2580
H <sub>2</sub> O	112.454,0559	2.249,0811	110.204,9747
Sub Total	128.786,2686	3.557,3254	125.228,9432
Total	128.786,2686	128.786,2686	

D. Evaporator I

Tabel 4.6 Neraca Massa Evaporator I (EV-101)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Alur 7	Alur 8	Alur 9
MgCl <sub>2</sub>	14.363,26049	-	14.363,2605
Mg(OH) <sub>2</sub> sisa	10,4500	-	10,4500
SiO <sub>2</sub>	6,0000	-	6,0000
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,8000	-	0,8000
CaO	3,2000	-	3,2000
HCl sisa	640,2580	640,2580	-
H <sub>2</sub> O	110.204,9747	44.081,9899	66.122,9848
Sub Total	125.228,9432	44.722,2479	80.506,6953
Total	125.228,9432	125.228,9432	

E. Evaporator II

Tabel 4.7 Neraca Massa Evaporator II (EV-102)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Alur 9	Alur 10	Alur 11
MgCl <sub>2</sub>	14.363,2605	-	14.363,2605
Mg(OH) <sub>2</sub> sisa	10,4500	-	10,4500
SiO <sub>2</sub>	6,0000	-	6,0000
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,8000	-	0,8000
CaO	3,2000	-	3,2000
H <sub>2</sub> O	66.122,9848	44.661,0783	21.461,9066
Sub Total	80.506,6953	44.661,0783	35.845,6170
Total	80.506,6953	80.506,6953	

F. Crystallizer

Tabel 4.8 Neraca Massa Crystallizer (CR-101)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	Alur 11	Alur 12
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	14.363,2605	287,2652
MgCl <sub>2</sub>	-	30631,0300
Mg(OH) <sub>2</sub> sisa	10,4500	10,4500
SiO <sub>2</sub>	6,0000	6,0000
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,8000	0,8000
CaO	3,2000	3,2000
H <sub>2</sub> O	21.461,9066	49.06,8718
Total	35.845,6170	35.845,6170

G. Rotary Filter

Tabel 4.9 Neraca Massa Rotary Filter (RF-101)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Alur 12	Alur 13	Alur 14
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	287,2652	229,8122	57,4530
MgCl <sub>2</sub>	30.631,0300	6.126,2060	24.504,824
Mg(OH) <sub>2</sub> sisa	10,4500	2,0900	8,3600
SiO <sub>2</sub>	6,0000	1,2000	4,8000
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,8000	0,1600	0,6400
CaO	3,2000	0,6400	2,5600
H <sub>2</sub> O	4.906,8718	39.25,49745	981,3744
Total	35.845,6170	10.285,6056	25.560,0114
Sub Total	35.845,6170	35.845,6170	

H. Rotary Dryer

Tabel 4.10 Neraca Massa Rotary Dryer (RD-101)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Alur 14	Alur 15	Alur 16
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	57,4530	-	57,4530
MgCl <sub>2</sub>	24.504,8240	-	12.503,6863
Mg(OH) <sub>2</sub> sisa	8,3600	-	8,3600
SiO <sub>2</sub>	4,8000	-	4,8000
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6400	-	0,6400
CaO	2,5600	-	2,5600
H <sub>2</sub> O	981,3744	12.933,7488	48,7632
Sub Total	25.560,0114	12.933,7488	12.626,2626
Total	25.560,0114	25.560,0114	

### 4.3.10 Neraca Panas

Temperatur Referensi : 25°C

#### A. Mixer (MT-101)

Tabel 4.11 Neraca Panas Mixer (MT-101)

Komponen	Energi Masuk (kJ/jam)		Energi Keluar (kJ/jam)
	Q1	Q2	Q3
HCl	164.492		164.492
H <sub>2</sub> O	528.569	1.710.078	2.238.647
Subtotal	693.062	1.710.078	2.403.139
Total	2.403.139		2.403.139

#### B. Heater (HE-101)

Tabel 4.12 Neraca Panas Heater (HE-101)

Komponen	Energi Masuk (kJ/jam)		Energi Keluar (kJ/jam)	
	Q3(in)	Qs(in)	Q4(out)	Qs(out)
HCl	164.492	-	1.135.939	-
H <sub>2</sub> O	2.238.647	-	13.372.422	-
steam	-	16.353.824	-	4.248.603
Sub Total	2.403.139	16.353.824	14.508.360	4.248.603
Total	18.756.963		18.756.963	

C. Reaktor (RE-101)

Tabel 4.13 Neraca Panas Reaktor (RE-101)

Komponen	Energi Masuk (kJ/jam)			Energy Keluar (kJ/jam)	
	Q4	Q5	Qin	Q6	Qout
MgCl <sub>2</sub>	-	-	-	359.862	-
Mg(OH) <sub>2</sub>	-	266.506	-	90.840	--
SiO <sub>2</sub>	-	1.133	-	10.693	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	131	-	1.067	-
CaO	-	755	-	4.512	-
HCl	1.135.939	-	-	62.477	-
H <sub>2</sub> O	13.372.422	-	-	14.066.189	-
Qgen	-	-	2.427	-	-
Qcw	-	-	-	-	178.818
Subtotal	14.508.360	268.525	2.427	14.595.640	178.818
Total	14.774.459			14.774.459	

D. Centrifuge (CF-101)

Tabel 4.14 Neraca Panas Centrifuge (CF-101)

Komponen	Energi masuk (kJ/jam)	Energi keluar (kJ/jam)	
	Q6	Q7	Q8
MgCl <sub>2</sub>	359.862	7.197	352.665
Mg(OH) <sub>2</sub>	90.840	89.024	1.817
SiO <sub>2</sub>	10.693	10.479	214
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.067	1.046	21
CaO	4.512	4.422	90
HCl	62.477	1.250	61.227
H <sub>2</sub> O	14.066.189	281.324	13.784.865
Subtotal	14.595.640	394.741	14.200.899
Total	14.595.640	14.595.640	

E. Heater II (HE-102)

Tabel 4.15 Neraca Panas Heater II (HE-102)

Komponen	Energi Masuk (kJ/jam)		Energi Keluar (kJ/jam)	
	Q8(in)	Qs(in)	Q9(out)	Qs(out)
MgCl <sub>2</sub>	352.665		650.026	
Mg(OH) <sub>2</sub>	1.817		3.437	
SiO <sub>2</sub>	214		386	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21		39	
CaO	90		165	
HCl	61.227		130.014	
H <sub>2</sub> O	13.784.865		25.292.401	
steam		16.043.570		4.168.001
Sub Total	14.200.899	16.043.570	26.076.468	4.168.001
Total		30.244.469		30.244.469

F. Evaporator I (EV-101)

Tabel 4.16 Neraca Panas Evaporator I (EV-101)

Aliran panas	Qin (kJ/jam)	Qout(kJ/jam)
Qf	419.400.026	-
Qs(in)	507.685.417	-
QV1	-	195.520.765
QL1	-	731.564.678
Total	927.085.443	927.085.443

G. Evaporator II (EV-102)

Tabel 4.17 Neraca Panas Evaporator II (EV-102)

Aliran panas	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
QL1	731.564.678	-
Qs(in)	159.330.588	-
QV2	-	45.971.425
QL2	-	844.923.842
Total	890.895.265	890.895.265

A. Crystallizer (CR-101)

Tabel 4.18 Neraca Panas Crystallizer (CR-101)

Komponen	Energi Masuk(kJ/jam)	Energi Keluar (kJ/jam)
	Q11	Q12
MgCl <sub>2</sub>	890.189	2.341
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	-	116.902
Mg(OH) <sub>2</sub>	4.802	590
SiO <sub>2</sub>	521	72
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	53	7
CaO	225	30
H <sub>2</sub> O	6.749.326	205.239
Qcw	-	7.319.935
Total	7.645.117	7.645.117



B. Rotary Filter (RF-101)

Tabel 4.19 Neraca Panas Rotary Filter (RF-101)

Komponen	Energi Masuk (kJ/jam)	Energi Keluar	
	Q12	Q13	Q14
MgCl <sub>2</sub>	2.341	1.873	468
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	116.902	23.380	93.522
Mg(OH) <sub>2</sub>	590	118	472
SiO <sub>2</sub>	72	14	58
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7	1	6
CaO	30	6	24
H <sub>2</sub> O	205.239	164.191	41.048
Subtotal	325.182	189.584	135.598
Total	325.182	325.182	

C. Rotary Dryer (RE-101)

Tabel 4.20 Neraca Panas Rotary Dryer (RD-101)

Aliran	panas masuk (kJ/kg)	panas keluar (Kj/kg)
Q <sub>in</sub>	42.080	-
Q <sub>Gin</sub>	6.166.440	-
Q <sub>HSin</sub>	683.979	-
Q <sub>out</sub>	-	39.733.621
Q <sub>Gout</sub>	-	6.323.241
Q <sub>HSout</sub>	-	2.016.283
Q <sub>loss</sub>	-	41.180.648
Total	6.892.498	6.892.498

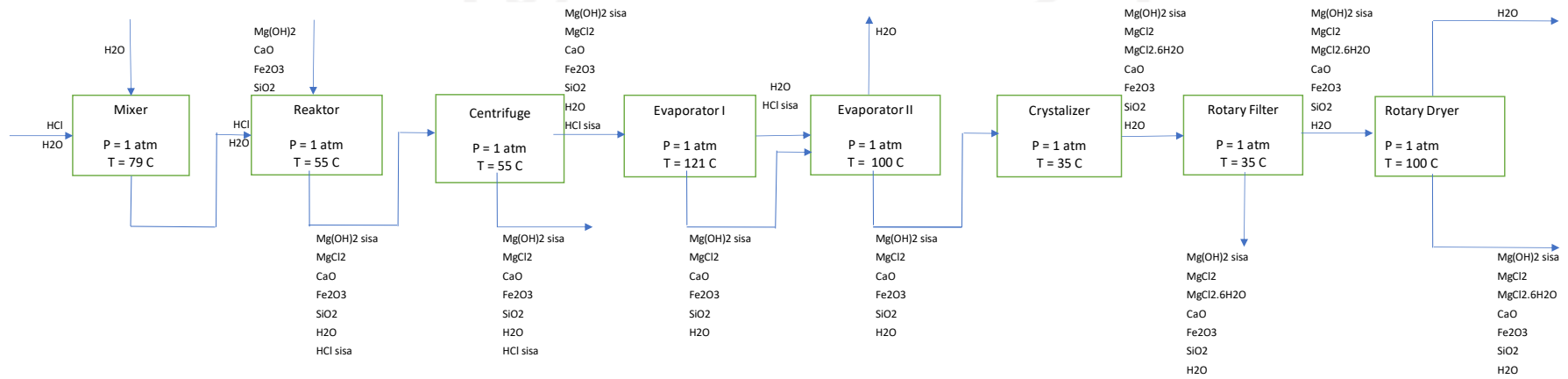
D. Air Preheater

Tabel 4.21 Neraca Panas Air Preheater

Aliran	panas masuk (kJ/jam)	panas keluar (kJ/jam)
Q <sub>sin</sub>	211.835	-
Q <sub>dara in</sub>	6.166.440	-
Q <sub>sout</sub>	-	55.033
Q <sub>dara out</sub>	-	6.323.241
Total	6.378.275	6.378.275

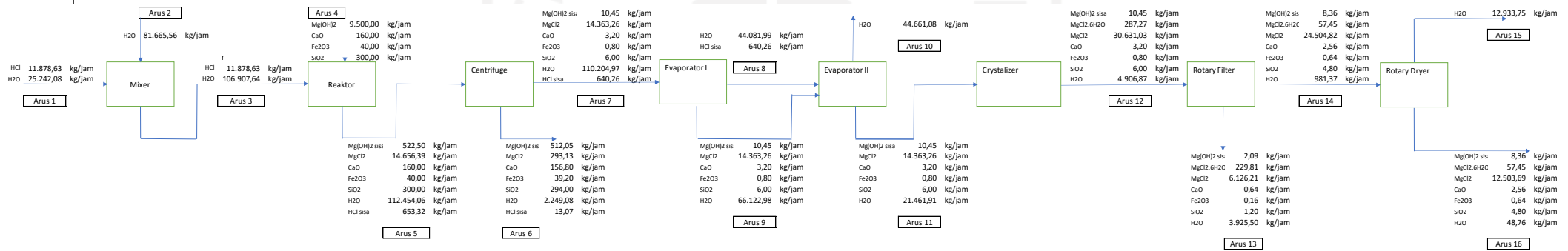


### 4.3.10 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif Proses Produksi Magnesium Klorida

### 4.3.12 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif Proses Produksi Magnesium Klorida

#### 4.4 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 di treatment. Kebutuhan tenaga listrik dan kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari Perusahaan listrik Negara (PLN) dan Pertamina RU IV Cilacap.

#### 4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

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 :

1. Unit Penyedia dan Pengolahan air ( Water Treatment System )
2. Unit Pembangkit Listrik ( Power Plant System )
3. Unit Pembangkit Steam ( Steam Generation System )
4. Unit Penyedia Bahan Bakar
5. Unit Pembuangan Limbah
6. Unit Penyedia Udara Tekan

##### 4.5.1. Unit Penyedia dan Pengolahan Air ( *Water Treatment System* )

###### 1. 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 Brantas. 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 berada tidak jauh dari 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

#### 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  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ . Air yang banyak mengandung ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  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 :

- Total padatan (total dissolved solid)  $\leq$  3500 ppm
- Alkanitas  $\leq$  700 ppm
- Padatan terlarut  $\leq$  300 ppm
- Silika = 60 – 100 ppm

- Besi  $\leq 0,1$  ppm
- Tembaga  $\leq 0,5$  ppm
- Oksigen  $\leq 0,007$  ppm
- Kesadahan  $\leq 0$
- Kekeruhan  $\leq 175$  ppm
- Minyak  $\leq 7$  ppm
- Residu fosfat  $\leq 140$  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

Korosi adalah perubahan kembali logam menjadi bentuk bijinya. Korosi dapat menimbulkan kerusakan yang luas pada permukaan logam. Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan oleh air yang mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut dalam air seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  dan  $NH_3$ .  $O_2$  masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar. Penyebab lain yang juga mempengaruhi korosi adalah pH yang rendah dan padatan yang tersuspensi

b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (scale forming)

Kerak pada Boiler dapat terjadi karena pengendapan langsung dari zat pengotor pada permukaan perpindahan panas, atau karena pengendapan zat tersuspensi dalam air yang kemudian melekat pada logam dan menjadi keras. Pembentukan kerak atau kotoran dapat juga disebabkan karena kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

c. Zat yang menyebabkan foaming

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena terdapat beberapa zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi, atau dapat terjadi jika Ph air diatas standar ( $> 11.5$ ).

### 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 dibagian 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 mikrobiologis

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

## 2. 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:

### a) Pengolahan Fisik

#### 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.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 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 turbiditinya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

## 2. Tahapan 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

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

#### 5) Tahap Deaerasi

Daerasi adalah tahap penting setelah demineralisasi yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan oksigen, CO<sub>2</sub>, 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 deaerator disebut Boiler Feed Water (BFW)

#### 4.5.2. Unit Pembangkit Tenaga Listrik ( *Power Plant System* )

Unit ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan listrik di seluruh area pabrik, pemenuhan kebutuhan tenaga listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu disuplai dari Perusahaan listrik Negara (PLN) dan sebagai cadangan adalah generator set untuk menghindari gangguan yang mungkin terjadi yang dapat menghambat proses produksi pabrik dan menyebabkan kerugian dalam jumlah besar.

Kebutuhan listrik dapat dibagi :

- Listrik untuk keperluan proses

Tabel 4.26 Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Proses

Alat	Kode	Daya	
		HP	Watt
Mixer	M-01	60	44.742
Reaktor	R-01	600	447.420
Centrifuge	CF-01	2	1.491

<b>Crystallizer</b>	CR-01	30	22.371
<b>Rotary Filter</b>	RF-01	40	29.828
<b>Rotary Dryer</b>	RD-01	110	82.027
<b>Pompa</b>	P-01	1	746
	P-02	2	1.491
	P-03	5	3.729
	P-04	5	3.729
	P-05	5	3.729
	P-06	2	1.491
	P-07	1	745
<b>Screw Conveyor</b>	SC-01	1.5	1.119
	SC-02	5	3.729
	SC-03	3	2.237
	SC-04	1.5	1.119
	SC-05	1.5	1.119
<b>Bucket Elevator</b>	BE-01	1.5	1.119
	BE-02	1.5	1.119
<b>Blower</b>	BL-01	15	11.186
Total		893,5	666.282

Power yang dibutuhkan = 666.283 Watt  
666 kW

- Listrik untuk utilitas

Tabel 4.27 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas

Alat	Kode	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal	BU-01	2	1.491
Cooling Tower	CT-01	15	11.186
Udara Tekan	UT-01	11	8.203
Tangki Klorinasi	TU	30	22.371

<b>Pompa</b>	P-01	15	11.186
	P-02	15	11.186
	P-03	25	18.643
	P-04	25	18.643
	P-05	25	18.643
	P-06	15	11.186
	P-07	15	11.186
	P-08	0.25	186
	P-09	15	11.186
	P-10	2	1.491
	P-11	2	1.491
	P-12	15	11.186
	P-13	15	11.186
	P-14	15	11.186
	P-15	15	11.186
	P-16	15	11.186
	P-17	0.05	37
	P-18	0.05	37
	P-19	0.05	37
	P-20	7.5	5.592
	P-21	15	11.186
<b>Total</b>		<b>309.90</b>	<b>231.092</b>

Power yang dibutuhkan = 231.092 Watt  
231 kW

Kebutuhan listrik untuk alat kontrol sebesar 223 kW

Kebutuhan listrik untuk penerangan sebesar 134 kW

Kebutuhan listrik untuk peralatan kantor sebesar 134 kW

Kebutuhan listrik untuk peralatan bengkel dan lab sebesar 134 kW

Kebutuhan listrik untuk perumahan sebesar 30 kW

Tabel 4.28 Total Kebutuhan Listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	666
	b. Utilitas	231
2	a. Alat kontrol	223
	b. Listrik Penerangan	134
	c. Peralatan kantor	134
	d. Peralatan bengkel & Lab	134
3	Listrik Perumahan	30
<b>Total</b>		<b>1.556</b>

Total kebutuhan listrik pada pabrik untuk keseluruhan proses adalah 1.556 kW. Dengan faktor daya sebesar 80%, maka kapasitas listrik total yang diperoleh dari PLN dan generator set sebagai cadangannya sebesar 1.944 kVA

#### 4.5.3. Unit Pembangkit Steam ( *Steam Generation System* )

Unit ini bertugas untuk menyediakan steam agar dapat memenuhi kebutuhan panas yang diinginkan pada pabrik magnesium klorida ini.

Tabel 4.29 Total Kebutuhan Steam

No	Nama Alat	Kebutuhan Steam (kg/jam)
1	Evaporator (E-01;02)	247.794
2	Heater 1 (HE-01)	5.908
3	Heater 2 (HE-02)	908
<b>Total</b>		<b>254.610</b>

Perancangan dibuat overdesign 20%

Sehingga kebutuhan steam : 305.532 kg/jam

Untuk menunjang kebutuhan steam pada proses produksi, disediakan ketel uap (boiler) dengan spesifikasi :

Kapasitas : 836.675.389 kJ/jam  
Jenis : Water Tube Boiler  
Jumlah : 1 unit

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari unit penyedia dan pengolahan air yang digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silica, O<sub>2</sub>, Ca, dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan – bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 9,5 – 11,5.

Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan dahulu kedalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Didalam alat ini temperaturnya dinaikkan hingga 170 °C, kemudian diumpankan ke boiler.

Didalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (burner) berfungsi untuk memanaskan lorong api dan pipa – pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air didalam boiler menyerap panas dari dinding – dinding dan pipa – pipa api maka air menjadi mendidih. Uap yang terkumpul sampai mencapai tekanan 7,92 bar, kemudian dialirkan ke steam header untuk didistribusikan ke area – area proses.

#### **4.5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar**

Unit penyediaan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar cair yaitu solar untuk generator dan fuel oil untuk boiler yang diperoleh dari PERTAMINA atau distribusinya

Kebutuhan bahan bakar untuk generator : 211 gal/jam atau 797 lt/jam. Sedangkan kebutuhan bahan bakar untuk boiler : 52.728 lt/jam

#### **4.5.5. Unit Pembuangan 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.

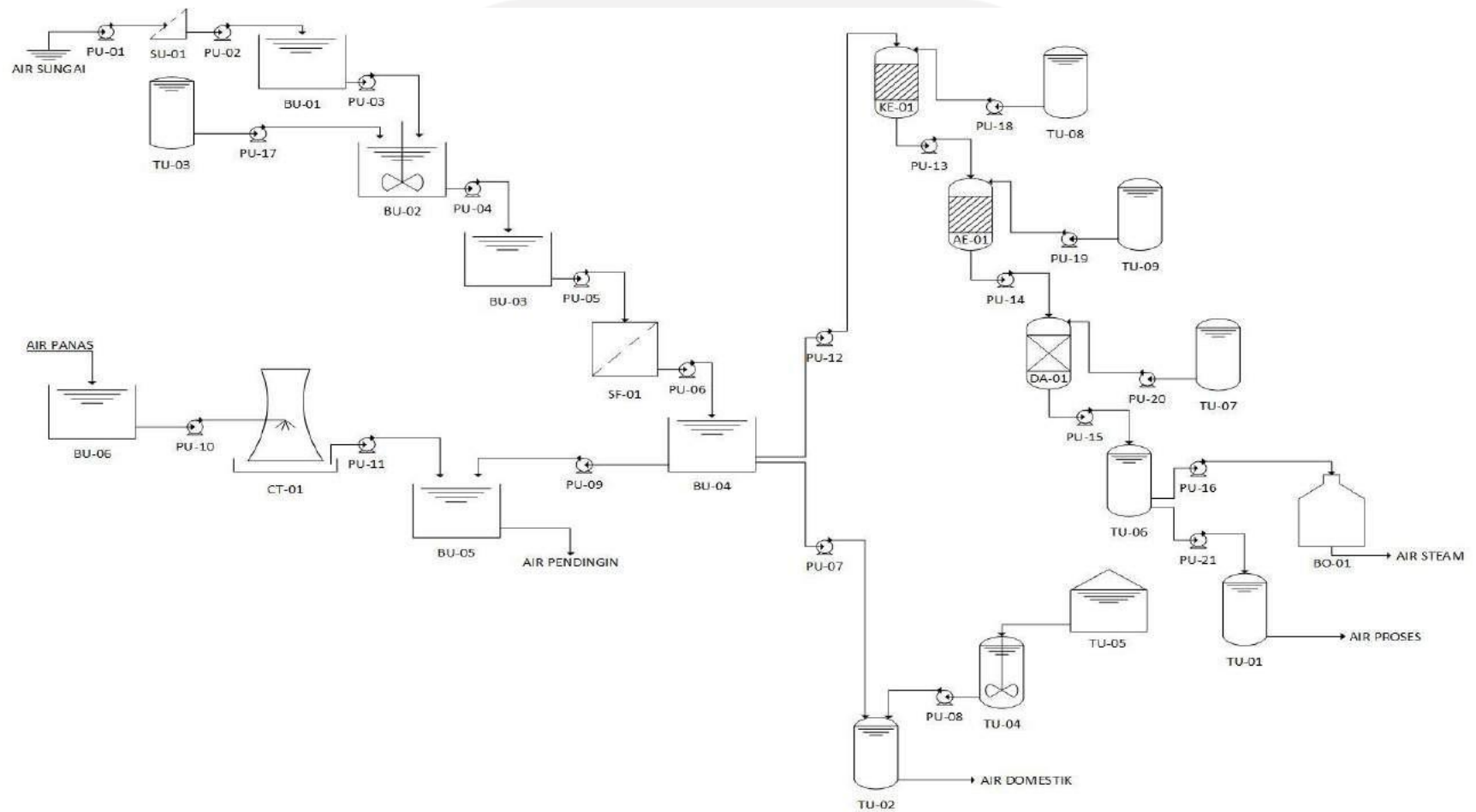
#### 4.5.6. Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk alat-alat kontrol (pnumatic controller), untuk menggerakkan valve, dan untuk keperluan lain seperti pembakaran di pembangkit steam dan generator listrik.

Alat untuk menyediakan udara tekan adalah kompresor yang dilengkapi dengan dryer yang berisi silica gel untuk menyerap kandungan air sampai maksimal 84 ppm.

Spesifikasi kompresor yang dibutuhkan :

Kode	= KU-01
Fungsi	= Memenuhi kebutuhan udara tekan
Jenis	= Single Stage Reciprocating Compressor
Kapasitas	= 110 m <sup>3</sup> /jam
Jumlah	= 1 buah
Tekanan suction	= 14,7 psi (1 atm)
Tekanan discharge	= 100 psi (6,8 atm)
Suhu udara	= 30°C
Efisiensi	= 85%
Daya kompresor	= 11 Hp
Tegangan	= 220/380 volt
Frekuensi	= 50 Hz



Gambar 4.5 Diagram Alir Pengolahan Air Utilitas



Keterangan :

1. PU : Pompa Utilitas
2. PU-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. BU-01 : Boiler

#### 4.5.7 Spesifikasi Alat – Alat Utilitas

##### 1. Screening

Kode	: PU-01
Fungsi	: Menyaring kotoran kotoran yang berukuran besar, seperti daun, ranting, dan sampah – sampah lainnya
Panjang	: 3,0480 m
Lebar	: 2,4384 m
Ukuran lubang	: 0,01 m

##### 2. Bak Sedimentasi

Kode	: BU-01
Fungsi	: Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa oleh air sungai
Jenis	: Bak rectangular
Volume	: 4.260,7658 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Panjang = 20,4255 m Lebar = 20,4255 m Tinggi = 10, 2127
Jumlah	: 1 unit

##### 3. Bak Penggumpal

Kode	: BU-02
Fungsi	: Menggumpalkan kotoran yang tidak mengendap di bak penampungan awal dengan menambah tawas $Al_2(SO_4)_3$ dan $Na_2CO_3$ sebagai penggumpal
Jenis	: Bak rectangular
Volume	: 674,0483 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Diameter = 9,5047 m Tinggi = 9,5047 m
Jumlah	: 1 unit
Pengaduk	: Marine propeller
Diameter	: 3,1682 m
Power	: 2 Hp
Jumlah	: 1

4. Bak Pengendap I

Kode : BU-03  
Fungsi : Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi  
Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang  
Volume : 4.047,7276 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Panjang = 20,0792 m  
Lebar = 20,0792 m  
Tinggi = 10,0396 m  
Jumlah : 1 unit

5. Sand Filter

Kode : SF-01  
Fungsi : Menyaring kotoran – kotoran halus yang terbawa air  
Jenis : Bak rectangular  
Volume : 4.260,7658 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Panjang = 5,1447 m  
Lebar = 5,1447 m  
Tinggi = 2,5723 m  
Jumlah : 1 unit

6. Bak Penampung Sementara

Kode : BU-05  
Fungsi : Menampung sementara raw water setelah disaring di sand filter  
Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselen  
Volume : 577,9122 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Panjang = 10,4946 m  
Lebar = 10,4946 m  
Tinggi = 5,2473 m  
Jumlah : 1 unit

7. Cold Basin

Kode : BU-06  
Fungsi : Menampung air keluaran cooling tower  
Jenis : Bak rectangular  
Volume : 87,1743 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Panjang = 5,5865 m  
Lebar = 5,5865 m  
Tinggi = 2,7932 m  
Jumlah : 1 unit

8. Hot Basin

Kode : BU-07  
Fungsi : Menampung air keluaran proses yang akan didinginkan di cooling tower  
Jenis : Bak rectangular  
Volume : 87,1743 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Panjang = 5,5865 m  
Lebar = 5,5865 m  
Tinggi = 2,7932 m  
Jumlah : 1 unit

9. Cooling Tower

Kode : CT-01  
Fungsi : Mendinginkan air pendingin yang telah dipakai dalam proses pabrik  
Jenis : Induced Draft Cooling Tower  
Dimensi : Panjang = 6,4101 m  
Lebar = 4,2734 m  
Tinggi = 11 m  
Jumlah : 1 unit

#### 10. Cation Exchanger

Kode	: KE-01
Fungsi	: Menurunkan kesadahan air umpan boiler yang disebabkan oleh kation seperti Cad an Mg
Jenis	: Down Flow Cation Exchanger
Volume	: 49,9957 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Diameter = 7,9805 m Tinggi = 1,5682 m
Kecepatan aliran	: 7,334 m <sup>3</sup> /jam.m <sup>2</sup>
Jumlah	: 1 unit

#### 11. Anion Exchanger

Kode	: AE-01
Fungsi	: Menurunkan kesadahan air yang disebabkan oleh ion – ion negatif
Jenis	: Strongly Basic Anion Exchanger
Volume	: 366,6386 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Diameter = 6,1817 m Tinggi = 1,2010 m
Jumlah	: 1 unit

#### 12. Deaerator

Kode	: DA-01
Fungsi	: Menghilangkan gas – gas terlarut dalam air seperti O <sub>2</sub> dan CO <sub>2</sub> yang menyebabkan kerak pada reboiler
Jenis	: Tangki silinder vertikal
Volume	: 366,6386 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Diameter = 7,7587 m Tinggi = 7,7587 m
Jumlah	: 1 unit

### 13. Boiler

Kode	: BO-01
Fungsi	: Membuat saturated steam
Jenis	: Water tube boiler
Dimensi	: Diameter = 18,9181 m Tinggi = 37,8361 m
Bahan bakar	: Fuel Oil
Kebutuhan BBM	: 8.858,2675 m <sup>3</sup>
Jumlah	: 1 unit

### 14. Tangki Air Proses

Kode	: TU-01
Fungsi	: Menampung air untuk dialirkan ke Mixer
Jenis	: Tangki silinder vertikal
Volume	: 2.822,3617 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Diameter = 15,3196 m Tinggi = 15,3196 m
Jumlah	: 1 unit

### 15. Tangki Air Sanitasi

Kode	: TU-02
Fungsi	: Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga
Jenis	: Tangki silinder vertikal dengan pengaduk
Volume	: 130,0176m <sup>3</sup>
Dimensi	: Diameter = 5,4918 m Tinggi = 5,4918 m
Jumlah	: 1 unit

### 16. Tangki Larutan Alum

Kode	: TU-03
Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 2 minggu operasi
Jenis	: Tangki silinder vertikal
Volume	: 4,8127 m <sup>3</sup>

Dimensi : Diameter = 1,5437 m  
Tinggi = 3,0874 m  
Jumlah : 1 unit

#### 17. Tangki Klorinasi

Kode : TU-04  
Fungsi : Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga  
Jenis : Tangki silinder berpengaduk60  
Volume : 5,4174 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Diameter = 1,9039 m  
Tinggi = 1,9039 m  
Pengaduk : Turbine  
Diameter Pengaduk : 0,1079 m  
Power : 30 Hp  
Jumlah : 1 unit

#### 18. Tangki Kaporit

Kode : TU-05  
Fungsi : Menampung kebutuhan kaporit selama 4 minggu yang akan dimasukkan ke dalam tangki klorinasi  
Jenis : Tangki silinder vertikal  
Volume : 0,0119 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Diameter = 0,2477 m  
Tinggi = 0,2477 m  
Jumlah : 1 unit

#### 19. Tangki Air Demin

Kode : TU-06  
Fungsi : Menampung air keluaran anion exchanger untuk umpan boiler  
Jenis : Tangki silinder vertikal  
Volume : 8.799,3265 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter = 22,3800 m  
Tinggi = 22,3800 m  
Jumlah : 1 unit

#### 20. Tangki Hidrazin

Kode : TU-07  
Fungsi : Menyiapkan larutan N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> untuk diinjeksikan ke deaerator  
Jenis : Tangki silinder vertikal  
Volume : 4.260,7658 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Diameter = 4,9144 m  
Tinggi = 4,9144 m  
Jumlah : 1 unit

#### 21. Tangki NaCl

Kode : TU-08  
Fungsi : Menyimpan NaCl untuk regenerasi kation di kation exchanger  
Jenis : Tangki silinder vertikal  
Volume : 66,5380 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Diameter = 3,8374 m  
Tinggi = 5,7561 m  
Jumlah : 1 unit

#### 22. Tangki NaOH

Kode : TU-09  
Fungsi : Menyimpan NaOH untuk regenerasi anion di anion exchanger  
Jenis : Tangki silinder vertical dengan alas dan tutup datar  
Volume : 227,7286 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Diameter = 5,7830 m  
Tinggi = 8,6745 m  
Jumlah : 1 unit



### 23. Pompa Utilitas I

Kode	: PU-01
Fungsi	: Mengalirkan air dari sungai menuju screening
Jenis	: Centrifugal Pump
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 608,3891 m <sup>3</sup> /jam
Daya Pompa	: 11,2480 Hp
Daya Motor	: 15 Hp
Jumlah	: 2 unit

### 24. Pompa Utilitas II

Kode	: PU-02
Fungsi	: Mengalirkan air dari screening menuju bak sedimentasi
Jenis	: Centrifugal Pump
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 608,3891 m <sup>3</sup> /jam
Daya Pompa	: 13,0208 Hp
Daya Motor	: 15 Hp
Jumlah	: 2 unit

### 25. Pompa Utilitas III

Kode	: PU-03
Fungsi	: Mengalirkan air dari bak sedimentasi menuju bak penggumpal
Jenis	: Centrifugal Pump
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 577,9696 m <sup>3</sup> /jam
Daya Pompa	: 19,1669 Hp
Daya Motor	: 25 Hp
Jumlah	: 2 unit

26. Pompa Utilitas IV

Kode : PU-04  
Fungsi : Mengalirkan air dari bak penggumpal menuju ke bak pengendap  
Jenis : Centrifugal Pump  
Bahan : Commercial Steel  
Kapasitas : 549,0712 m<sup>3</sup>/jam  
Daya Pompa : 18,0340 Hp  
Daya Motor : 25 Hp  
Jumlah : 2 unit

27. Pompa Utilitas V

Kode : PU-05  
Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap menuju sand filter  
Jenis : Centrifugal Pump  
Bahan : Commercial Steel  
Kapasitas : 549,0712 m<sup>3</sup>/jam  
Daya Pompa : 18,0340 m  
Daya Motor : 25 Hp  
Jumlah : 2 unit

28. Pompa Utilitas VI

Kode : PU-06  
Fungsi : Mengalirkan air dari sand filter menuju ke bak penampung sementara  
Jenis : Centrifugal Pump  
Bahan : Commercial Steel  
Kapasitas : 495,5367 m<sup>3</sup>/jam  
Daya Pompa : 9,3769 Hp  
Daya Motor : 15 Hp  
Jumlah : 2 unit

29. Pompa Utilitas VII

Kode	: PU-07
Fungsi	: Mengalirkan air dari bak penampung sementara menuju ke tangki air sanitasi
Jenis	: Centrifugal Pump
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 470,7599 m <sup>3</sup> /jam
Daya Pompa	: 8,7258 Hp
Daya Motor	: 15 Hp
Jumlah	: 2 unit

30. Pompa Utilitas VIII

Kode	: PU-08
Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki klorinasi ke tangki air sanitasi
Jenis	: Centrifugal Pump
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 4,4129 m <sup>3</sup> /jam
Daya Pompa	: 0,1611 Hp
Daya Motor	: 0,25 Hp
Jumlah	: 2 unit

31. Pompa Utilitas IX

Kode	: PU-09
Fungsi	: Mengalirkan air dari bak penampung sementara menuju ke cold basin
Jenis	: Centrifugal Pump
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 470,7599 m <sup>3</sup> /jam
Daya Pompa	: 8,7258 Hp
Daya Motor	: 15 Hp
Jumlah	: 2 unit

### 32. Pompa Utilitas X

Kode	: PU-10
Fungsi	: Mengalirkan air dari hot basin menuju cooling tower
Jenis	: Centrifugal Pump
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 71,0111 m <sup>3</sup> /jam
Daya Pompa	: 1,3772 Hp
Daya Motor	: 2 Hp
Jumlah	: 2 unit

### 33. Pompa Utilitas XI

Kode	: PU-11
Fungsi	: Mengalirkan air dari cooling tower menuju cold basin
Jenis	: Centrifugal Pump
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 71,0111 m <sup>3</sup> /jam
Daya Pompa	: 1,3771 Hp
Daya Motor	: 2 Hp
Jumlah	: 2 unit

### 34. Pompa Utilitas XII

Kode	: PU-12
Fungsi	: Mengalirkan air dari bak penampung sementara menuju ke kation exchanger
Jenis	: Centrifugal Pump
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 470,7599 m <sup>3</sup> /jam
Daya Pompa	: 8,7258 Hp
Daya Motor	: 15 Hp
Jumlah	: 2 unit

35. Pompa Utilitas XIII

Kode : PU-13  
Fungsi : Mengalirkan air dari kation exchanger menuju ke anion exchanger  
Jenis : Centrifugal Pump  
Bahan : Commercial Steel  
Kapasitas : 298,6591 m<sup>3</sup>/jam  
Daya Pompa : 12,5816 Hp  
Daya Motor : 15 Hp  
Jumlah : 2 unit

36. Pompa Utilitas XIV

Kode : PU-14  
Fungsi : Mengalirkan air dari anion exchanger menuju ke deaerator  
Jenis : Centrifugal Pump  
Bahan : Commercial Steel  
Kapasitas : 298,6591 m<sup>3</sup>/jam  
Daya Pompa : 12,5816 Hp  
Daya Motor : 15 Hp  
Jumlah : 2 unit

37. Pompa Utilitas XV

Kode : PU-15  
Fungsi : Mengalirkan air dari deaerator menuju ke tangki air denim  
Jenis : Centrifugal Pump  
Bahan : Commercial Steel  
Kapasitas : 298,6591 m<sup>3</sup>/jam  
Daya Pompa : 12,5816 Hp  
Daya Motor : 15 Hp  
Jumlah : 2 unit

38. Pompa Utilitas XVI

Kode : PU-16  
Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air demin ke boiler  
Jenis : Centrifugal Pump  
Bahan : Commercial Steel  
Kapasitas : 298,6591 m<sup>3</sup>/jam  
Daya Pompa : 12,5816 Hp  
Daya Motor : 15 Hp  
Jumlah : 2 unit

39. Pompa Utilitas XVII

Kode : PU-17  
Fungsi : Mengalirkan air dari tangki alum ke bak penggumpal  
Jenis : Centrifugal Pump  
Bahan : Commercial Steel  
Kapasitas : 0,0488 m<sup>3</sup>/jam  
Daya Pompa : 0,0020 Hp  
Daya Motor : 0,05 Hp  
Jumlah : 2 unit

40. Pompa Utilitas XVIII

Kode : PU-18  
Fungsi : Mengalirkan air dari tangki NaCl ke kation exchanger  
Jenis : Centrifugal Pump  
Bahan : Commercial Steel  
Kapasitas : 0,0488 m<sup>3</sup>/jam  
Daya Pompa : 0,0020 Hp  
Daya Motor : 0,05 Hp  
Jumlah : 2 unit

#### 41. Pompa Utilitas XIX

Kode	: PU-19
Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki NaOH ke anion exchanger
Jenis	: Centrifugal Pump
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 0,1646 m <sup>3</sup> /jam
Daya Pompa	: 0,0057 Hp
Daya Motor	: 0,05 Hp
Jumlah	: 2 unit

#### 42. Pompa Utilitas XX

Kode	: PU-20
Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki hidrazin ke deaerator
Jenis	: Centrifugal Pump
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 298,6591 m <sup>3</sup> /jam
Daya Pompa	: 5,7315 Hp
Daya Motor	: 7,5 Hp
Jumlah	: 2 unit

#### 43. Pompa Utilitas XXI

Kode	: PU-21
Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki air demin ke tangki air proses
Jenis	: Centrifugal Pump
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 298,6591 m <sup>3</sup> /jam
Daya Pompa	: 12,5816 Hp
Daya Motor	: 15 Hp
Jumlah	: 2 unit

## **4.7 Organisasi Perusahaan**

### **4.7.1 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 :

1. Perusahaan Perseorangan, modal hanya dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap keberhasilan perusahaan.
2. Persekutuan Firma, modal dapat dikumpulkan dari dua orang bahkan lebih, tanggung jawab perusahaan didasari pada perjanjian yang pendiriannya berdasarkan dengan akte notaris.
3. 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).
4. 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:

1. 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.
2. Penjualan saham perusahaan merupakan cara yang tepat untuk mendapatkan



modal.

3. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan
4. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur perusahaan yang ditinjau dari berbagai pengalaman, sikap dan caranya mengatur waktu.
5. Lapangan usaha lebih luas  
Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
6. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
7. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
8. Mudah bergerak di pasar global.

#### **4.7.2 Struktur Organisasi Perusahaan**

Struktur organisasi adalah kerangka mekanisme dalam suatu perusahaan yang mengatur tentang komunikasi antar karyawan untuk kelancaran bisnis dan tercapainya kesehatan dan keselamatan kerja.

Sistem dalam organisasi ada tiga yaitu sistem garis, sistem garis dan staff, serta sistem fungsional. Sistem organisasi yang paling bagus dan banyak digunakan adalah sistem garis dan staff karena memiliki garis kekuasaan yang sederhana. Segala sesuatu keputusan yang ada dalam perusahaan diputuskan bersama antara staff dan pimpinan yang tergabung dalam suatu dewan (Dewan Direksi, Dewan Komisaris). Pembagian kerja sistem garis dan staff ini karyawan bertanggung jawab kepada atasannya saja dan pimpinan dalam melaksanakan tugasnya dapat dibantu oleh staff ahli.

Kelompok yang berpengaruh dalam menjalankan bisnis pada sistem garis dan staff adalah:

1. Sebagai garis atau line adalah orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staff adalah orang yang melaksanakan tugas dengan menerapkan keahlian yang dimiliki dan memberikan saran-saran kepada unit operasional.

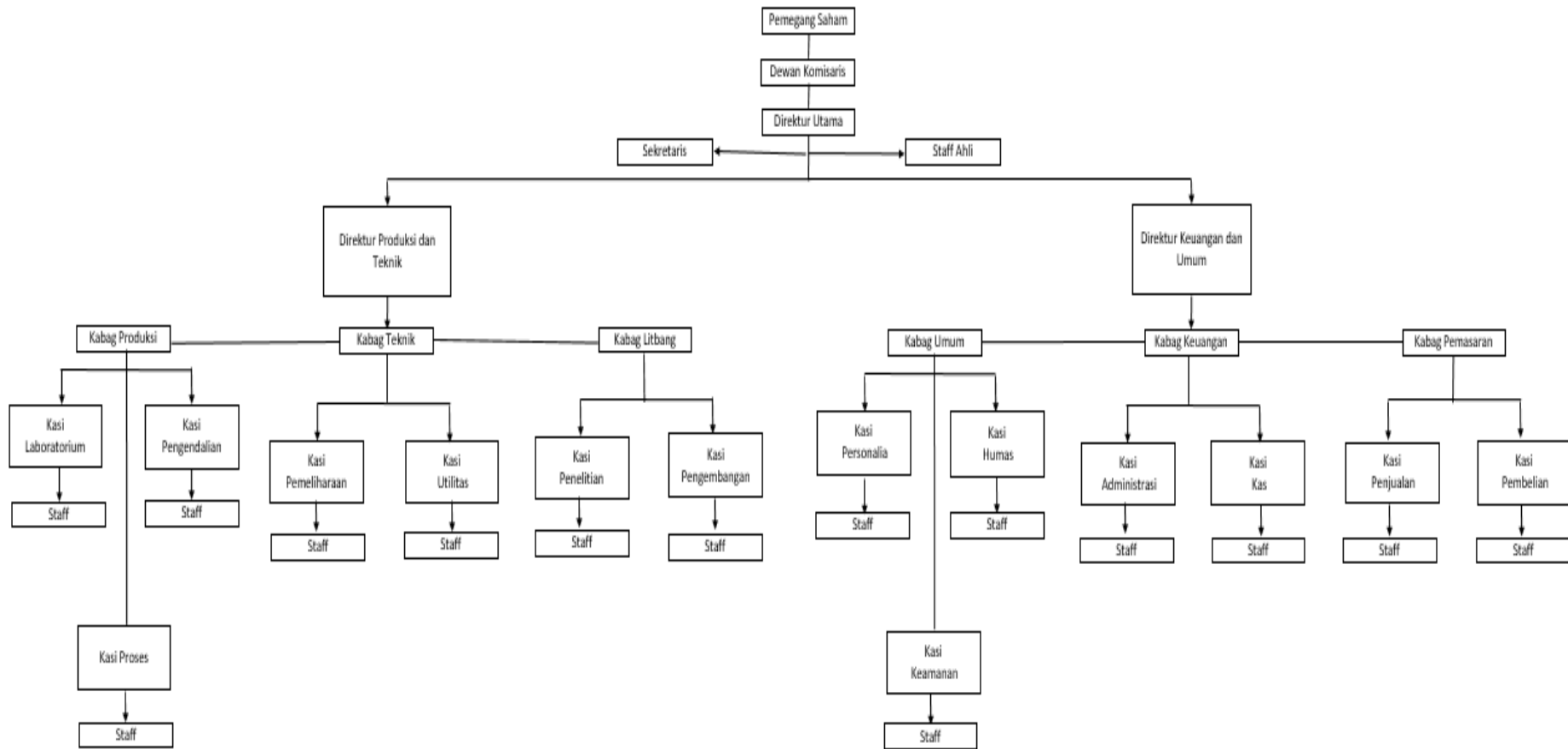
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan

Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur Keuangan dan Umum membidangi kelancaran pelayanan dan pemasaran. Direktur membawahi beberapa Kepala Bagian dan Kepala Bagian ini akan membawahi para karyawan perusahaan.

Keuntungan yang ada di dalam struktur organisasi perusahaan antara lain:

1. Pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang dapat diketahui dengan mudah
2. Dapat dengan tepat menempatkan pegawai
3. Terarahnya program pengembangan manajemen
4. Mudah dalam menentukan pelatihan karyawan
5. Digunakan untuk bahan orientasi untuk pejabat
6. Dapat dengan mudah memperbaiki program kerja yang dianggap kurang lancar





Gambar 4.6 Struktur Organisasi Perusahaan

### **4.7.3 Tugas dan Wewenang**

#### **1. Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT. (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut pemegang saham berwenang :

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- b. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
- c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan

#### **4.8 Ketenagakerjaan**

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 :

##### **1. Karyawan Tetap**

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

##### **2. Karyawan Harian**

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

### 3. Karyawan Borongan

Karyawan Borongan adalah karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila dibutuhkan saja, sistem upah yang diterima adalah upah borongan atau suatu pekerjaan Pabrik Metil Salisilat ini direncanakan beroperasi setiap hari dengan jam kerja efektif 24 jam/hari. Karyawan yang bekerja dibagi menjadi dua yaitu:

#### a. Karyawan non shift

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. 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 :

Hari Senin-Jumat	: jam 08.00 – 16.00 WIB
Hari Sabtu	: jam 08.00 – 12.00 WIB
Waktu istirahat	: jam 12.00 – 13.00 WIB
Waktu istirahat Jumat	: jam 11.30 – 13.00 WIB

#### 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. 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	: jam 07.00 – 15.00 WIB
Shift sore	: jam 15.00 – 23.00 WIB
Shift malam	: jam 23.00 – 07.00 WIB

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 4.29 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

#### 4.8.1 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 masakerja dan prestasikaryawan. Fasilitas Karyawan

Tabel 4.30 Perincian Tugas dan Keahlian

No	Jabatan	Prasyarat
1	Direktur Utama	Sarjana Ekonomi / Teknik / Hukum
2	Direktur Produksi dan Teknik	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi / Akuntansi
4	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
5	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
6	Kepala Bagian Litbang	Sarjana Ekonomi/Akuntansi
7	Kepala Bagian Umum	Sarjana Ekonomi/Akuntansi
8	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi/Akuntansi
9	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi/Akuntansi
10	Staff Ahli	Sarjana Teknik Kimia
11	Kepala Seksi	Sarjana
12	Operator	Sarjana atau D3
13	Sekretaris	Sarjana atau Akademi Sekretaris
14	Dokter	Sarjana Kedokteran
15	Perawat	Akademi Perawat
16	Lain-lain	SLTA / Sederajat

Penentuan jumlah karyawan harus sesuai karena untuk tercapainya efisiensi produksi.

Tabel 4.31 Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Produksi dan Teknik	1
3	Direktur keuangan dan umum	1
4	Staf Ahli	1
5	Sekretaris	4
6	Kepala Bagian Produksi	1
7	Kepala Bagian Teknik	1
8	Kepala Bagian Litbang	1
9	Kepala Bagian Umum	1
10	Kepala Bagian Keuangan	1
11	Kepala Bagian Pemasaran	1
12	Kepala Seksi Proses	1
13	Kepala Seksi Pengendalian	1
14	Kepala Seksi Laboratorium	1
15	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
16	Kepala Seksi Utilitas	1
17	Kepala Seksi Penelitian	1
18	Kepala Seksi Pengembangan	1
19	Kepala Seksi Personalialia	1
20	Kepala Seksi Humas	1
21	Kepala Seksi Keamanan	1
22	Kepala Seksi Administrasi	1
23	Kepala Seksi Kas	1
24	Kepala Seksi Penjualan	1
25	Kepala Seksi Pembelian	1



26	Karyawan Proses	28
27	Karyawan Pengendalian	12
28	Karyawan Laboratorium	10
29	Karyawan Pemeliharaan	10
30	Karyawan Utilitas	12
31	Karyawan Penelitian	6
32	Karyawan Pengembangan	6
33	Karyawan Personalia	6
34	Karyawan Humas	6
35	Karyawan Keamanan	12
36	Karyawan Administrasi	6
37	Karyawan Kas	6
38	Karyawan Penjualan	9
39	Karyawan Pembelian	9
40	Dokter	5
41	Perawat	5
42	Sopir	8
43	Cleaning service	6
	Total	190

Tabel 4.32 Perincian Golongan dan Gaji Karyawan

Gol.	Jabatan	Gaji/bulan (Rp)	Kualifikasi
I.	Direktur Utama	Rp 35.000.000	S1 Pengalaman 10 Tahun
II.	Direktur	Rp 25.000.000	S1 Pengalaman 10 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 4.000.000	SLTA/ D1/D3

#### 4.8.2 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:

##### 1. Poliklinik

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

##### 2. Pakaian kerja

Perusahaan memberik pakaian kerja kepada karyawan untuk menghindari kesenjangan sosial. Selain itu untuk kesehatan dan keamanan kerja perusahaan jugamenyediakan masker.

##### 3. Makan dan minum

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

##### 4. Koperasi

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

##### 5. Tunjangan Hari Raya (THR)

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

##### 6. 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.

##### 7. Tempat ibadah

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

##### 8. Transportasi

Perusahaan memberikan uang transportasi tiap hari yang penyerahannya bersama dengan penerimaan gaji tiap bulan agar memperingan beban

pengeluaran karyawan dan meningkatkan produktifitas kerja.

9. Hak cuti

c. Cuti tahunan

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

d. Cuti massal

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

e. Cuti hamil

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

**i. Manajemen Produksi**

Manajemen produksi adalah salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang bertujuan menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku dengan cara mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa agar proses produksinya berjalan sesuai dengan yang direncanakan

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar memperoleh kualitas yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksinya maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian untuk menghindari terjadinya penyimpangan yang tidak terkendali.

**ii. Perencanaan Produksi**

Penyusunan rencana produksi secara umum ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik dalam menghasilkan jumlah produk

## **1. Kemampuan pasar**

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan:

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

Ada tiga alternatif yang dapat diambil yaitu:

1. Rencana produksi sesuai kemampuan pasar atau produksinya diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan ruginya.
2. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.
3. Mencari daerah pemasaran lain.

## **2. Kemampuan pabrik**

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor yaitu:

- a. Material (bahan baku)

Pemakaian bahan baku yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

- b. Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, maka dari itu perlu dilakukan pelatihan pada karyawan agar ketrampilannya meningkat.

- c. Mesin (peralatan)

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

### iii. Pengendalian Produksi

Agar proses produksi berjalan dengan baik maka harus dilakukan pengawasan dan pengendalian produksi. Kegiatan proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk yang kualitasnya sesuai dengan standar dan jumlah produksinya sesuai yang direncanakan serta waktu produksinya sesuai jadwal. Maka dari itu perlu dilakukan pengendalian berikut ini :

#### a. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak sesuai standar, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada laboratorium pemeriksaan.

#### b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena *human error*, kerusakan mesin, terlambatnya pengadaan bahan baku, *maintenance* alat yang terlalu lama, dan faktor lain yang dapat menghambat proses produksi. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi kemudian direncanakan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

#### c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas yang baik tertentu maka perlu beberapa waktu.

#### d. Pengendalian Bahan Proses

Untuk mencapai kapasitas produksi yang direncanakan, maka bahan baku untuk proses harus mencukupi. Oleh karena itu harus dilakukan pengendalian bahan agar tidak terjadi kekurangan.

## 4.9 Evaluasi Ekonomi

Dalam prarancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mengetahui kelayakan suatu pabrik secara ekonomi agar pabrik tersebut layak untuk didirikan. Untuk mengestimasi kelayakan ekonomi investasi modal dalam kegiatan produksi suatu produk, dilakukan dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besar laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor – faktor yang ditinjau antara lain:

1. *Return On Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow*
4. *Break Event Point*
5. *Shut Down Point*

Untuk meninjau beberapa factor tersebut, maka perlu dilakukan penaksiran terhadap beberapa hal sebagai berikut :

1. Penentuan Modal Industri (*Total Capital Investment*)  
*Capital Investment* meliputi :
  - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*) terdiri dari :
  - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Costs*)  
*Manufacturing costs* terbagi menjadi 3 yaitu :
    1. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
    2. Biaya langsung (*Direct Cost*)
    3. Biaya tak langsung (*Indirect Cost*)
  - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

#### **4.9.1 Penaksiran harga Alat**

Harga peralatan akan mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan setiap tahun, diperlukan suatu metode untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik magnesium klorida beroperasi dalam satu tahun produksi selama 330 hari, dan evaluasi pada tahun 2025. Dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan [ada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa. Harga indeks tahun 2025 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1989 sampai 2017, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4.33 Indeks Harga Alat

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1989	355
2	1990	356
3	1991	361,3
4	1992	358,2
5	1993	359,2
6	1994	368,1
7	1995	381,1
8	1996	381,7
9	1997	386,5
10	1998	389,5
11	1999	390,6
12	2000	394,1
13	2001	394,3
14	2002	395,6
15	2003	402
16	2004	444,2
17	2005	468,2
18	2006	499,6
19	2007	525,4
20	2008	575,4
21	2009	521,9
22	2010	550,8
23	2011	585,7
24	2012	584,6
25	2013	567,3
26	2014	576,1
27	2015	556,8
28	2016	541,7
29	2017	567,5
<a href="http://www.chemengonline.com/pci">www.chemengonline.com/pci</a>		

Dengan Asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan linear yaitu :

$$y = ax + b$$

Dimana :

y : Variabel akibat (Dependent)

x : Variabel penyebab (Independent)

a : Koefisien regresi (Keiringan)

b : Konstanta

Dari grafik indeks harga alat diperoleh persamaan  $y = 9,7419x - 19056$

Dengan :

y = indeks harga

x : tahun pembelian

Dari persamaan diatas, dapat ditentukan indeks harga alat pada tahun 2018 hingga tahun 2025.

Tabel 4.34 Indeks harga Alat Tahun 2018 hingga Tahun 2025

Tahun	Index
2018	603,154
2019	612,896
2020	622,638
2021	632,380
2022	642,122
2023	651,864
2024	661,606
2025	671,348

Harga alat diperkirakan pada tahun evaluasi 92025) dan dilihat dari grafik pada referensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada masa sekarang digunakan persamaan :



$$EX = \left(\frac{NX}{NY}\right) EY$$

Dimana :

EX = Harga tahun pembelian

EY = Harga tahun referensi

NX = Indeks harga pada tahun pembelian

NY = Indeks harga pada tahun referensi

Tabel 4.35 Harga Alat Proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2025	2014	2025
Tangki Mg(OH) <sub>2</sub>	SS-101	1	576,10	671,35	\$549.400	\$640.233
Tangki MgCl <sub>2</sub>	SS-102	1	576,10	671,35	\$670.800	\$781.704
Tangki HCl	ST-101	1	576,10	671,35	\$784.900	\$914.669
Hopper	HO-101	1	576,10	671,35	\$34.900	\$40.670
Mixer	MT-101	1	576,10	671,35	\$443.600	\$516.941
Reaktor	RE-101	1	576,10	671,35	\$1.667.100	\$1.942.724
Centrifuge	CF-101	1	576,10	671,35	\$17.200	\$20.044
Evaporator	EV-101	1	576,10	671,35	\$3.553.100	\$4.140.539
	EV-102	1	576,10	671,35	\$3.553.100	\$4.140.539
Crystallizer	CR-101	1	576,10	671,35	\$655.400	\$763.758
Rotary Filter	RF-101	1	576,10	671,35	\$102.500	\$119.446
Rotary Dryer	RD-101	1	576,10	671,35	\$168.500	\$196.358
Heater	HE-101	1	576,10	671,35	\$853.400	\$
Screw Conveyor	SC-101	1	576,10	671,35	\$2.300	\$2.680
	SC-102	1	576,10	671,35	\$3.600	\$4.195
	SC-103	1	576,10	671,35	\$3.200	\$3.729
	SC-104	1	576,10	671,35	\$2.700	\$3.146
	SC-105	1	576,10	671,35	\$2.700	\$3.146
Bucket Elevator	BE-101	1	576,10	671,35	\$10.800	\$12.586
	BE-102	1	576,10	671,35	\$12.300	\$14.334
Pompa	P-101	1	576,10	671,35	\$21.100	\$24.588

	P-102	1	576,10	671,35	\$24.900	\$29.017
	P-103	1	576,10	671,35	\$24.900	\$29.017
	P-104	1	576,10	671,35	\$32.100	\$37.407
	P-105	1	576,10	671,35	\$24.900	\$29.017
	P-106	1	576,10	671,35	\$24.900	\$29.017
	P-107	1	576,10	671,35	\$21.100	\$24.588
Blower	BL-101	1	576,10	671,35	\$21.100	\$24.588
<b>Total</b>		28				\$15.370.839,54

Tabel 4.36 Harga Alat Utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2025	2014	2025
Screening	FU-01	1	576,10	671,35	\$26.800	\$31.231
Bak Sedimentasi	BU-01	1	576,10	671,35	\$21.000	\$24.472
Bak Penggumpal	BU-02	1	576,10	671,35	\$21.000	\$24.472
Bak Pengendap	BU-03	1	576,10	671,35	\$21.000	\$24.472
Sand Filter	FU-02	1	576,10	671,35	\$76.400	\$89.031
Bak Penampung Sementara	BU-04	1	576,10	671,35	\$21.000	\$24.472
Tangki Air Domestik	TU-01	1	576,10	671,35	\$52.700	\$61.413
Tangki Air Proses	TU-02	1	576,10	671,35	\$76.400	\$89.031
Tangki Alum	TU-03	1	576,10	671,35	\$36.100	\$42.068
Tangki Klorinasi	TU-04	1	576,10	671,35	\$159.000	\$185.288
Tangki Kaporit	TU-05	1	576,10	671,35	\$18.000	\$20.976
Tangki Air Denim	TU-06	1	576,10	671,35	\$87.700	\$6.302
Tangki Hidrazin	TU-07	1	576,10	671,35	\$50.600	\$6.302
Tangki NaCl	TU-08	1	576,10	671,35	\$48.600	\$6.302
Tangki NaOH	TU-09	1	576,10	671,35	\$56.400	\$65.725

Cold Basin	BU-05	1	576,10	671,35	\$40.100	\$46.730
Hot Basin	BU-06	1	576,10	671,35	\$40.100	\$46.730
Cooling Tower	CT-01	1	576,10	671,35	\$97.600	\$113.736
Deaerator	DA-01	1	576,10	671,35	\$50.000	\$58.267
Boiler	BO-01	1	576,10	671,35	\$31.500	\$36.708
Pompa 1	PU-01	2	576,10	671,35	\$40.100	\$93.460
Pompa 2	PU-02	2	576,10	671,35	\$37.400	\$87.167
Pompa 3	PU-03	2	576,10	671,35	\$40.100	\$93.460
Pompa 4	PU-04	2	576,10	671,35	\$40.100	\$93.460
Pompa 5	PU-05	2	576,10	671,35	\$40.100	\$93.460
Pompa 6	PU-06	2	576,10	671,35	\$37.400	\$87.167
Pompa 7	PU-07	2	576,10	671,35	\$37.400	\$87.167
Pompa 8	PU-08	2	576,10	671,35	\$11.300	\$26.336
Pompa 9	PU-09	2	576,10	671,35	\$37.400	\$87.167
Pompa 10	PU-10	2	576,10	671,35	\$24.900	\$58.034
Pompa 11	PU-11	2	576,10	671,35	\$24.900	\$58.034
Pompa 12	PU-12	2	576,10	671,35	\$37.400	\$87.167
Pompa 13	PU-13	2	576,10	671,35	\$31.600	\$73.649
Pompa 14	PU-14	2	576,10	671,35	\$31.600	\$73.649
Pompa 15	PU-15	2	576,10	671,35	\$31.600	\$73.649
Pompa 16	PU-16	2	576,10	671,35	\$31.600	\$73.649
Pompa 17	PU-17	2	576,10	671,35	\$7.600	\$17.713
Pompa 18	PU-18	2	576,10	671,35	\$7.600	\$17.713
Pompa 19	PU-19	2	576,10	671,35	\$7.600	\$17.713
Pompa 20	PU-20	2	576,10	671,35	\$31.600	\$73.649
Pompa 21	PU-21	2	576,10	671,35	\$31.600	\$73.649
Tangki Bahan Bakar	TB-01	1	576,10	671,35	\$89.700	\$104.530
Kompresor	CP-01	1	576,10	671,35	\$55.300	\$64.443
<b>Total</b>		64				\$2.619.809

Jika suatu alat dengan kapasitas tertentu tidak memotong kurva spesifikasi, maka harga alat bisa diperkirakan dengan persamaan ;

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

Dimana :

Ea = Harga alat a

Ca = Kapasitas alat a

Eb = Harga alat b

Cb = Kapasitas alat b

Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi adaah :

Kapasitas produksi = 100.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan pada tahun = 2025

Nilai kurs dollar 2020 = Rp. 14500 (\$1)

**Harga bahan baku :**

Asam Klorida = 4.350/kg

Magnesium Hidroksida = 1.450/kg

#### 4.9.2 Perhitungan Biaya

##### A. *Capital Investment*

*Capital Investment* adalah banyaknya pengeluaran – pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

*Capital Investment* meliputi :

1. *Fixed Capital Investment* (FCI)

*Fixed Capital Investment* adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan pabrik beserta fasilitas – fasilitasnya.

2. *Working Capital Investment* (WCI)

*Working Capital Investment* adalah biaya – biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

## **B. Manufacturing Cost**

*Manufacturing cost* adalah biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi suatu produk yang merupakan jumlah dari *Direct Manufacturing Cost (DC)*, *Indirect Manufacturing Cost (IC)*, dan *Fixed Manufacturing Cost (FC)*, yang berkaitan dengan produk

### 1. *Direct Manufacturing Cost*

*Direct Manufacturing Cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

### 2. *Indirect Cost*

*Indirect Cost* adalah pengeluaran – pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

### 3. *Fixed Manufacturing Cost*

*Fixed Manufacturing Cost* adalah biaya tertentu yang selalu dikeluarkan pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

## **C. General Expense**

*General Expense* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran – pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi – fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

### **4.9.3 Pendapatan Modal**

Untuk mendapatkan titik impas maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

#### a. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

*Fixed Cost* adalah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang tidak terpengaruh produksi atau tidak berproduksi.

#### b. Biaya Variabel (*Variabel Cost*)

*Variabel Cost* adalah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya dipengaruhi kapasitas produksi.

#### c. Biaya Mengambang (*Regulated Cost*)

*Regulated Cost* adalah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya proporsional dengan kapasitas produksi.

#### 4.9.4 Analisis Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, serta mengetahui apakah pabrik tersebut berpotensi untuk didirikan atau tidak, maka perlu dilakukan analisa kelayakan.

##### a. *Percent Return On Investment (ROI)*

*Percent Return On Investment* adalah laba atas investasi yang dihitung berdasarkan hasil pembagian dari pendapatan yang dihasilkan dengan besaran modal yang ditanam.

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

Nilai minimum ROI untuk pabrik beresiko rendah adalah 11% dan untuk pabrik beresiko tinggi adalah 40%. (Aries & Newton, 1955).

##### b. *Pay Out Time (POT)*

*Pay Out Time* adalah waktu teoritis minimum yang diperlukan untuk kembalinya capital investment dalam bentuk cash flow pada suatu proyek yang didasarkan pada jumlah pemasukan dikurangi semua ongkos, kecuali depresiasi.

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

POT untuk pabrik beresiko rendah selama 5 tahun, sedangkan untuk pabrik beresiko tinggi selama 2 tahun. (Aries & Newton, 1955).

##### c. *Break Even Point (BEP)*

*Break Even Point* adalah titik impas (tidak untung – tidak rugi) yang merupakan persen kapasitas produksi pada harga total sales sama dengan total cost.

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

Dimana :

Fa : Annual Fixed Manufacturing Cost pada produksi maksimum

Ra : Annual Regulated Expenses pada produksi maksimum

Va : Annual Variable Value pada produksi maksimum

Sa : Annual Sales Value pada produksi maksimum

Pabrik akan untung jika beroperasi diatas BEP dan akan rugi jika beroperasi dibawah BEP. Nilai BEP untuk pabrik kimia berkisar antara 40% - 60% dari kapasitas maksimal. (Aries & Newton, 1955).

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

*Shut Down Point* merupakan :

1. Titik yang menunjukkan saat proses produksi harus dihentikan karena nilai variable cost yang terlalu tinggi.
2. Level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.

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

#### e. *Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)*

*Discounted Cash Flow Rate Of Return* merupakan :

1. Besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.
2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

$$(FC+WC)[(1+i)^n] = \{CF [(1+i)^{(n-1)} + (1+i)^{(n-2)} + (1+i)^{(n-3)} + \dots + (1+i)^{(n-n)} + (1+i)+1]\} + \{SV+WC\}$$

Dimana :

FC : Fixed Capital

WC : Working Capital

SV : Salvage Value (nilai tanah)

CF : Annual Cash Flow (profit after taxes+depresiasi+finance)

i : Discounted Cash Flow

n : Umur pabrik (tahun)

### 4.9.5 Hasil Perhitungan

#### 1. Penentuan Fixed Capital Investment

Nilai Fixed Capital Investment (FCI) adalah penjumlahan dari Total Direct Plant Cost (DPC), Contractor's Fee dan Contingency. Nilai Contractor's Fee diperoleh 4% nilai Direct Plant Cost (DPC) dan nilai Contingency diperoleh 10% nilai Direct Plant Cost (DPC).

Tabel 4.37 Physical Plant Cost (PPC)

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp260.864.410.568	\$17.990.649
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp65.216.102.642	\$4.497.662
3	Instalasi cost	Rp46.541.808.975	\$3.209.780
4	Pemipaan	Rp63.147.178.006	\$4.354.978
5	Instrumentasi	Rp65.953.719.251	\$4.548.532
6	Insulasi	Rp10.614.482.913	\$732.033
7	Listrik	Rp26.086.441.057	\$1.799.065
8	Bangunan	Rp17.412.800.000	\$1.200.883
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	Rp40.452.800.000	\$2.789.848
	<b>PPC</b>	Rp596.289.743.412	\$41.123.431

Tabel 4.38 Direct Plant Cost (DPC)

No	Type of Capital Investment	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Engineering and Construstion</i>	Rp119.257.948.682	\$8.224.686,12
	<b>DPC</b>	Rp715.547.692.095	\$49.348.116,70

Tabel 4.39 Fixed Capital Investment (FCI)

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)	Biaya, \$
1	Direct Plant Cost	Rp715.547.692.095	\$49.348.117
2	Cotractor's fee	Rp28.621.907.684	\$1.973.925
3	Contingency	Rp71.554.769.209	\$4.934.812
	<b>FCI</b>	Rp815.724.368.988	\$56.256.853

## 2. Penentuan Total Production Cost (TPC)

Nilai Total Production Cost (TPC) adalah penjumlahan dari direct manufacturing Cost (DMC), Indirect Manufacturing Cost (IMC), Fixed Manufacturing Cost (FMC), Manufacturing Cost (MC), Working Capital (WC), General Expenses (GE).



Tabel 4.40 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material	Rp. 524.082.452.562	\$36.143.617,42
2	Labor	Rp. 21.960.000.000	\$1.514.482,76
3	Supervision	Rp. 2.196.000.000	\$151.448,28
4	Maintenance	Rp. 18.848.022.330	\$1.299.863,61
5	Plant Supplies	Rp. 2.827.203.349	\$194.979,54
6	Royalty and Patents	Rp. 13.500.000.000	\$931.034,48
7	Utilities	Rp. 64.797.376.220	\$4.468.784,57
	<b><i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i></b>	<b>Rp. 648.211.054.461</b>	<b>\$44.704.210,65</b>

Tabel 4.41 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp. 3.294.000.000	\$227.172
2	<i>Laboratory</i>	Rp. 2.196.000.000	\$151.448
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp. 10.980.000.000	\$757.241
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp. 67.500.000.000	\$4.655.172
	<b><i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i></b>	<b>Rp. 83.970.000.000</b>	<b>\$5.791.034</b>

Tabel 4.42 Fixed manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp65.257.949.519	\$4.500.548
2	<i>Property taxes</i>	Rp8.157.243.690	\$562.569
3	<i>Insurance</i>	Rp8.157.243.690	\$562.569
	<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>	<b>Rp81.572.436.899</b>	<b>\$5.625.685</b>

Tabel 4. 43 Manufacturing Cost (MC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp645.297.489.268	\$44.503.275
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp83.970.000.000	\$5.791.034
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp81.572.436.899	\$5.625.685
	<b><i>Manufacturing Cost (MC)</i></b>	<b>Rp810.839.926.167</b>	<b>\$55.919.995</b>

Tabel 4.44 Working Capital (WC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp. 142.931.577.971	\$9.857.350
2	<i>Inproses Onventory</i>	Rp. 112.693.795.378	\$7.771.986
3	<i>Product Inventory</i>	Rp. 75.129.196.919	\$5.181.324
4	<i>Extended Credit</i>	368.181.818.182	\$25.391.850
5	<i>Available Cash</i>	Rp. 225.387.590.757	\$15.543.972
	<b><i>Working Capital (WC)</i></b>	<b>Rp. 924.323.979.208</b>	<b>\$63.746.481</b>

Tabel 4.45 General Expense (GE)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp. 24.792.634.983	\$1.709.837
2	<i>Sales Expense</i>	Rp. 41.321.058.305	\$2.849.728
3	<i>Research</i>	Rp. 28.924.740.814	\$1.994.810
4	<i>Finance</i>	Rp. 37.334.501.914	\$2.574.793
	<b><i>General Expenses (GE)</i></b>	<b>Rp. 132.372.936.016</b>	<b>\$9.129.168</b>

Tabel 4.46 Total Production Cost (TPC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp810.839.926.167,189	\$55.919.994,91
2	<i>General Expenses(GE)</i>	Rp127.891.746.073,722	\$8.820.120,42
	<b><i>Total Production Cost (TPC)</i></b>	Rp938.731.672.240,911	\$64.740.115,33

### 3. Penentuan Fixed Cost

Nilai Fixed Cost adalah penjumlahan dari Dpreciation, Property takes, dan Insurance.

Tabel 4. 47 Fixed Cost (Fa)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Depresiasi	Rp65.257.949.519	\$4.500.548
2	Property Taxes	Rp8.157.243.690	\$562.569
3	Asuransi	Rp8.157.243.690	\$562.569
	<b><i>Fixed Cost (Fa)</i></b>	Rp81.572.436.899	\$5.625.685

### 4. Penentuan Regulated Cost (Ra)

Nilai Regulated Cost (Ra) adalah penjumlahan dari Gaji Karyawan, Payroll Overhead, Supervision, Plant Overhead, Laboratorium, General Expenses, Maintenance, Plant Supplies.

Tabel 4.48 Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Gaji karyawan	Rp. 21.960.000.000,000	\$1.514.483
2	Payroll Overhead	Rp. 3.294.000.000,000	\$227.172
3	Supervision	Rp. 2.196.000.000,000	\$151.448
4	Plant Overhead	Rp. 10.980.000.000	\$757.241
5	Laboratorium	Rp. 2.196.000.000	\$151.448

6	General Expense	Rp. 132.372.936.016	\$9.129.168
7	Maintenance	Rp. 18.848.022.330	\$1.299.864
8	Plant supplies	Rp. 2.827.203.349	\$194.980
	<b>Regulated Cost (Ra)</b>	<b>Rp. 194.674.161.695</b>	<b>\$13.425.804</b>

## 5. Penentuan Variable Cost (Va)

Nilai variable cost (Va) adalah penjumlahan dari Raw Material, Packaging and Shipping, Utilities, Royalty and Patent.

Tabel 4.49 Variable Cost (Va)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw material	Rp. 524.082.452.562	\$36.143.617
2	Packaging and Shipping	Rp. 67.500.000.000	\$4.655.172
3	Utilities	Rp. 64.797.376.220	\$4.468.785
4	Royalty and Patent	Rp. 13.500.000.000	\$931.034
	<b>Variable Cost (Va)</b>	<b>Rp. 669.879.828.782</b>	<b>\$46.198.609</b>

## 6. Keuntungan (Profit)

Keuntungan = Total Penjualan Produk – Total Biaya Produksi

Total penjualan = Rp. 1.350.000.000.000

Total Biaya Produksi = Rp. 958.794.102.125

Keuntungan sebelum pajak = Rp. 411.268.327.759

Pajak 25% dari keuntungan = Rp. 102.817.081.940

Keuntungan setelah pajak = Rp. 308.451.245.819

## 7. Analisis Kelayakan

### a. Persen Return On Investment (% ROI)

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

ROI sebelum pajak = 50,42%

ROI sesudah pajak = 37,81%

**b. Pay Out Time (POT)**

$$POT = \frac{FCI}{Keuntungan+Depresiasi} \times 100\%$$

POT sebelum pajak = 1,7 tahun

POT setelah pajak = 2,2 tahun

**c. Break Even Point**

Fixed Cost (Fa) = Rp. 77.522.298.845

Regulated Cost (Ra) = Rp. 184.915.138.471

Variable Cost (Va) = Rp. 669.879.828.728

Penjualan Produk (Sa) = Rp. 1.350.000.000.000

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

BEP = 36,23 %

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

SDP = 10,23%

**d. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)**

Umur Pabrik = 10 tahun

Fixed Capital (FC) = Rp. 815.724.368.988

Working Capital (WC) = Rp. 916.533.359.237

Salvage Value (SV) = Rp. 65.257.949.519

Persamaan untuk menentukan DCFR :

$$(FC+WC)[(1+i)^n] = \{CF [(1+i)^{(n-1)} + (1+i)^{(n-2)} + (1+i)^{(n-3)} + \dots + (1+i)^{(n-n)} + (1+i)+1]\} + \{SV+WC\}$$

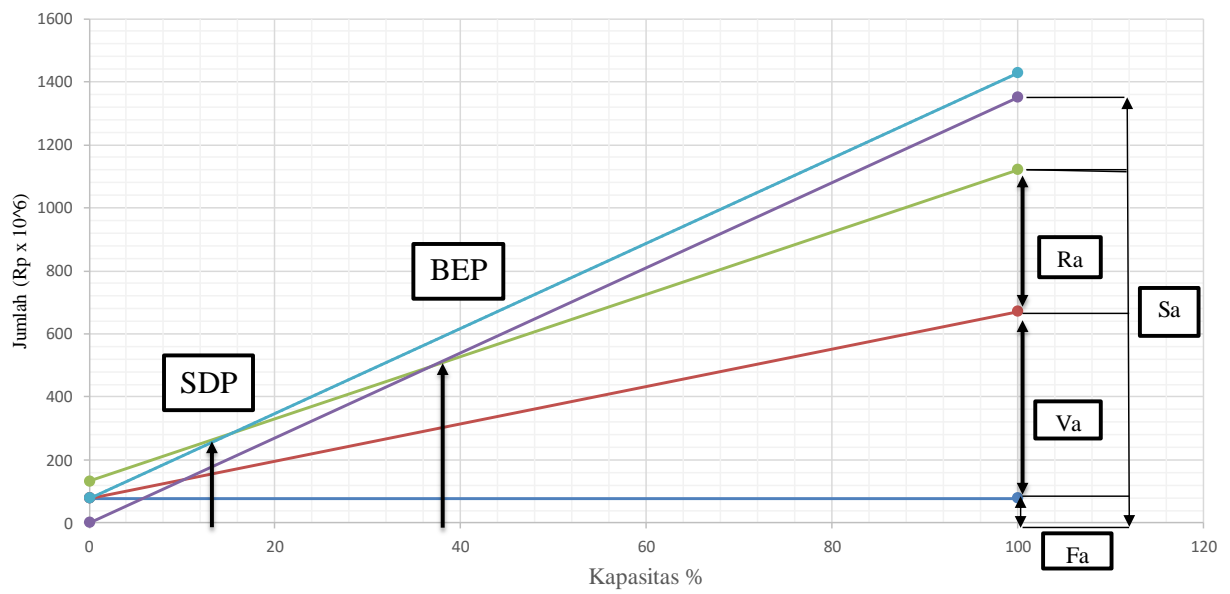
Dengan trial dan error diperoleh nilai  $i = 0.1737$

DCFR = 17.37%

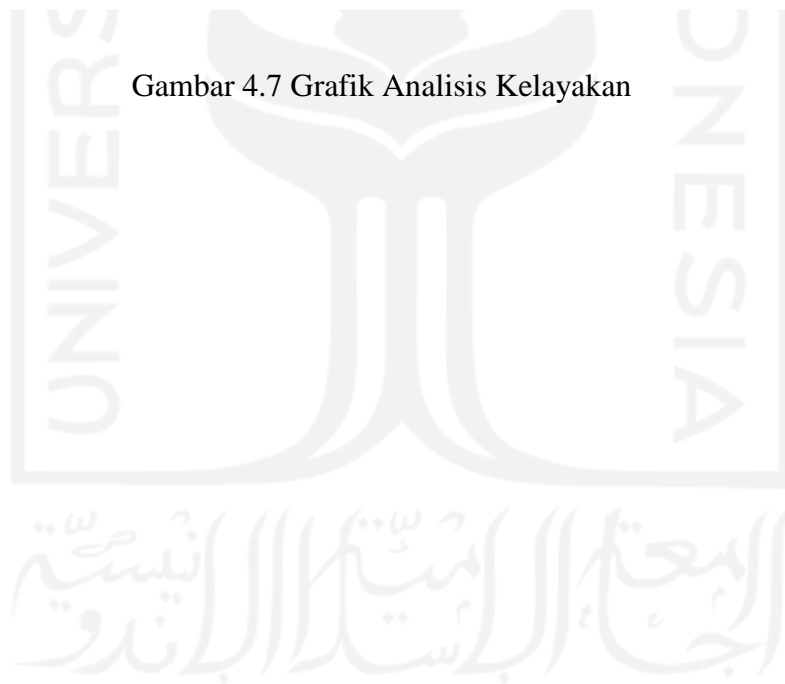
Minimum nilai DCFR = 1,5 x Bunga simpanan bank

Suku bunga simpanan bank = 3% ([www.bri.co.id](http://www.bri.co.id) berlaku Juli 2021)

Kesimpulan = memenuhi syarat ( $1,5 \times 3\% = 4,5\%$ )



Gambar 4.7 Grafik Analisis Kelayakan



## BAB V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dalam prarancangan pabrik magnesium klorida dari magnesium hidroksida dan Asam Klorida dengan kapasitas 100.000 ton/tahun dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Pendirian pabrik magnesium klorida diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga dapat mengurangi jumlah impor, serta dapat meningkatkan perekonomian dan menambah lapangan pekerjaan di Indonesia.
2. Pabrik magnesium klorida menggunakan bahan baku magnesium hidroksida sebesar 79.200 ton/tahun dan asam klorida sebesar 94.078,7247 ton/tahun. Bahan baku yang cukup mudah didapatkan secara impor maupun dalam negeri.
3. Berdasarkan penerapan teknologi, kondisi operasi, dan sifat – sifat bahan baku dan produk maka pabrik ini dikategorikan sebagai pabrik beresiko rendah.
4. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
  - a. Keuntungan pabrik sebelum pajak Rp.411.268.327.759 /tahun dan keuntungan pabrik setelah pajak (25%) sebesar Rp.308.451.245.819 /tahun.
  - b. Presentase *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 50,42% dan *Return On Investment* (ROI) setelah pajak sebesar 37,81%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah minimum adalah 11% (Aries and Newton, 1955).
  - c. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 1,7 tahun dan *Pay Out Time* (POT) setelah pajak adalah 2,2 tahun. Syarat POT sebelum pajak maksimum untuk pabrik beresiko rendah adalah 5 tahun (Aries and Newton, 1955).
  - d. *Break Even Point* (BEP) pada 37,64 % dan *Shut Down Point* (SDP) pada 10,23%. BEP untuk pabrik kimia berkisar antara 40% - 60% dari kapasitas maksimal. (Aries & Newton, 1955).
  - e. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) diperoleh sebesar 17,37%. Syarat minimum DCFR adalah lebih dari 1,5 kali suku bunga bank deposito atau DCFR bernilai minimum 4,5% dengan nilai suku bunga deposito bank BRI sebesar 3% ([www.bri.co.id](http://www.bri.co.id) berlaku Juli 2021)

Dari hasil analisis ekonomi diatas dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik magnesium klorida dari magnesium hidroksida dan asam klorida dengan kapasitas 100.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.





## DAFTAR PUSTAKA

Afrinaldi, Wira dan Hannas Zama Aldi, 2019. Prarancangan Pabrik Kimia Magnesium Klorida dari Asam Klorida dan Magnesium Hidroksida dengan kapasitas 15.000 ton/tahun. Universitas Islam Indonesia

Aries, R.S and Newton R.D., 1955, Chemical Engineering Cost Estimation, Mc. Graw Hill Book Company, New York.

Brownell. L.E.. and Young. E.H.. "Process Equipment Design". 2nd Ed.. John Willey and Sons. Inc.. New York. 1959

Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, "Chemical Engineering", vol.6 Pergamon Press, Oxford

Dewi, Fuzie Esa Kusuma., 2015, Prarancangan Pabrik Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida kapasitas 35.000 ton/tahun. Universitas Lampung

El-Dessoudy, H. T., & Ettouney, H. M. (2002). Fundamentals of Salt Water Desalination (p. 670). New York: Elsevier.

Ettouney, H.M., El-Desseouky, H.T., Faibish, R.S., and Gowin, P.J., (2002), Evaluating the Economics of Desalination, Heat Transfer, pp. 32–39.

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.

Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1964, Encyclopedia of Chemical Technology, 2nd ed., vol. 5, Intersci.Pub.Ad.of John Wiley and Sons, Inc., New York.

Kirk, R. E. and Othmer, D. F., 1981, Encyclopedia of Chemical Technology, 3 edition, Volume 9, The Interscience Encyclopedia, John Willey and Sons, Inc, New York.

- Kern.D.Q., 1983, Process Heat Transfer, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Levenspiel.O., 1972, Chemical Reaction Engineering 2nd edition, John Wiley and Sons Inc, New York
- Moss, Dennis R. 2004. Pressure Vessel Design Manual 3rd Edition. Elsevier Publishing Inc., USA
- Perry, Robert H, "Perry's Chemical Engineering Handbook", 7th Edition, McGraw Hill Company, New York, USA, 1999.
- Perry.R.H. and Green.D., 2008, Perry's Chemical Engineer Handbook 7th ed, McGraw-Hill Book Company, New York. 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
- Surya, Lukman Hadi. 2008. "Proses Perolehan Magnesium dengan Cara Elektrolisis Bahan Hidromagnesit dan Magnesium Oksida". FMIPA UI.
- Vogel, (1979), "Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro Dan Semimikro", Edisi V, PT Kalman Media Pusaka, Jakarta.
- Walas, S.M., 1990, "Chemical Proses Equipment", Department of Chemical and Petroleum Engineering University of Kansas.
- Yaws, C.L., 1999. Chemical Properties Handbook. Mc Graw Hill Handbook Co, New York.

# LAMPIRAN A

## PERANCANGAN REAKTOR

### 1. Perhitungan Neraca Massa Reaktor

Kapasitas produksi : 100.000 ton/tahun

Waktu operasi : 330 hari/tahun

Basis perhitungan : 1 jam operasi

Bahan baku : Magnesium hidroksida 95%

Asam klorida 10%

Produk : Magnesium klorida (MgCl<sub>2</sub>) 96,5%

$$\text{Kapasitas Produksi Perjam} = \frac{100.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

Komposisi Bahan Baku

Tabel A1. Komposisi Magnesium Hidroksida

Komposisi	% W/W	Fraksi
MgOH <sub>2</sub>	95	0,95
SiO <sub>2</sub>	3	0,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,4	0,004
CaO	1,6	0,016
Total	100	1

Tabel A2. Komposisi Asam Klorida

Komposisi	% W/W	Fraksi
HCl	10	0,1
H <sub>2</sub> O	90	0,9
Total	100	1

Tabel A3. Berat Molekul Komponen

Komposisi	BM
MgCl <sub>2</sub>	95,211
Mg(OH) <sub>2</sub>	58,320
SiO <sub>2</sub>	60,084
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	159,692
CaO	56,079
HCl	36,461
H <sub>2</sub> O	18,015

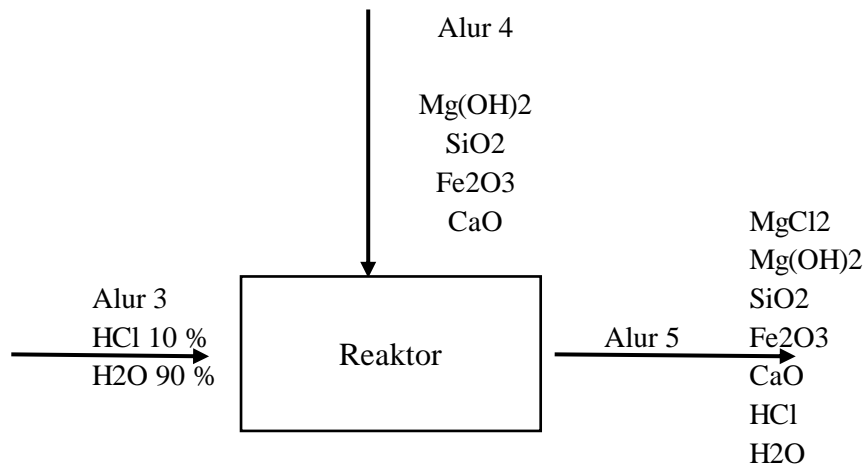
Perhitungan

dilakukan mengikuti metode perhitungan alur maju. Berdasarkan basis perhitungan sebesar 10.000 Kg/Jam sehingga kebutuhan bahan baku Mg(OH)<sub>2</sub> yang dibutuhkan sebesar 9.500 Kg/jam = 162,8951 Kmol/jam

neraca massa

Perhitungan Neraca Massa pada Reaktor :

Fungsi : sebagai tempat mereaksikan Mg(OH)<sub>2</sub> dan HCl 10% menjadi produk MgCl<sub>2</sub>



Keterangan :

Alur 3 : Laju alir HCl 10% keluaran Mixed Tank

Alur 4 : Laju alir Mg(OH)<sub>2</sub> dari tangki penyimpanan umpan

Alur 5 : Laju alir MgCl<sub>2</sub> produk Reaktor

Basis Perhitungan = 10.000 Kg/jam

Konversi Mg(OH)<sub>2</sub> terhadap MgCl<sub>2</sub> = 94,5%

Basis Mg(OH)<sub>2</sub> = 9.500 Kg/jam = 162,8951 Kmol/jam

Kmol/jam	Mg(OH) <sub>2</sub>	+	2HCl	→	MgCl <sub>2</sub>	+	2H <sub>2</sub> O
Mula mula	162,8951		325,79		—		—
Reaksi	153,935871		307,872		153,9359		307,8717
Sisa	8,9592		17,9185		153,9359		307,8717

Neraca Massa Reaktor :

Massa masuk – Massa keluar + Generasi – Konsumsi = Akumulasi

Massa Masuk = Alur 3 + Alur 4

Massa Keluar = Alur 5

Massa Tergenerasi = FG

Massa Terkonsumsi = FK

Massa Terakumulasi = 0

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

**Massa Masuk :**

Alur 3 :

$$\begin{aligned} \text{HCl} &= 2 \times 162,8951 \text{ kmol/jam} \\ &= 325,7902 \text{ kmol/jam} \times 36,461 \text{ kg/kmol} \\ &= 11.878,6269 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O} &= 11.878,6269 \text{ kg/jam} : 0,1 \\ &= 118.786,2686 \end{aligned}$$

Alur 4 :

$$\begin{aligned} \text{Mg(OH)}_2 &= 162,8951 \text{ kmol/jam} \times 58,320 \text{ kg/kmol} \\ &= 9.500 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2 &= (0,03/0,95) \times 9.500 \text{ kg/jam} \\ &= 300 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fe}_2\text{O}_3 &= (0,004/0,95) \times 9.500 \text{ kg/jam} \\ &= 40 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CaO} &= (0,016/0,95) \times 9.500 \text{ kg/jam} \\ &= 160 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

**Massa Keluar :**

Alur 5 :

$$\begin{aligned} \text{MgCl}_2 &= 0,945 \times 162,8951 \text{ kmol/jam} \\ &= 153,9359 \text{ kmol/jam} \times 95,211 \text{ kg/kmol} \end{aligned}$$

$$= 14656,38826 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Mg(OH)}_2 = 162,8951 \text{ kmol/jam} - (0,945 \times 162,8951 \text{ kmol/jam})$$

$$= 8,9592 \text{ kmol/jam} \times 58,320 \text{ kg/kmol}$$

$$= 522,5 \text{ kg/jam}$$

$$\text{SiO}_2 = (0,03/0,95) \times 9.500 \text{ kg/jam}$$

$$= 300 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = (0,004/0,95) \times 9.500 \text{ kg/jam}$$

$$= 40 \text{ kg/jam}$$

$$\text{CaO} = (0,016/0,95) \times 9.500 \text{ kg/jam}$$

$$= 160 \text{ kg/jam}$$

$$\text{HCl} = 325,7902 \text{ kmol/jam} - (2 \times 153,9359 \text{ kmol/jam})$$

$$= 17,9185 \text{ kmol/jam} \times 36,461 \text{ kg/kmol}$$

$$= 653,3245 \text{ kg/jam}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 2.932,1118 \text{ kmol/jam} + (2 \times 153,9359 \text{ kmol/jam})$$

$$= 3.239,9836 \text{ kmol/jam}$$

$$= 106.907,6417 \text{ kg/jam} + 5.546,4141 \text{ kg/jam}$$

$$= 112.454,0559 \text{ kg/jam}$$

**Massa Tergenerasi :**

$$\text{MgCl}_2 = 0,945 \times 162,8951 \text{ Kmol/jam}$$

$$= 153,9359 \text{ kmol/jam} \times 95,211 \text{ kg/kmol}$$

$$= 14.656,3883 \text{ kg/jam}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 2 \times 153,9359 \text{ kmol/jam}$$

$$= 307,8717 \text{ kmol/jam} \times 18,015 \text{ kg/kmol}$$

$$= 5.546,4141 \text{ kg/jam}$$

**Massa Terkonsumsi :**

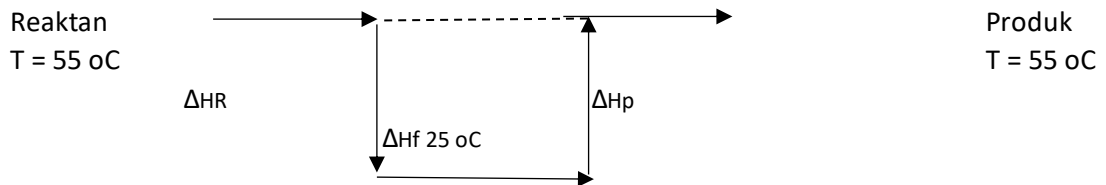
$$\begin{aligned} \text{Mg(OH)}_2 &= 0,945 \times 162,8951 \text{ kmol/jam} \\ &= 153,9359 \text{ kmol/jam} \times 58,320 \text{ kg/kmol} \\ &= 8.977,5 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HCl} &= 2 \times 153,9359 \text{ kmol/jam} \\ &= 307,8717 \text{ kmol/jam} \times 36,461 \text{ kg/kmol} \\ &= 11.225,30238 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Tabel A4. Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk (kg/jam)		FG	FK	Keluar (kg/jam)
	Alur 3	Alur 4	(Kg/jam)	(Kg/jam)	Alur 5
MgCl <sub>2</sub>			14.656,3883		14.656,38826
Mg(OH) <sub>2</sub>		9.500		8.977,5	522,5
SiO <sub>2</sub>		300			300
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		40			40
CaO		160			160
HCl	11.878,6269			11.225,3024	653,3245
H <sub>2</sub> O	106.907,6417		5.546,4141		112.454,0559
Sutotal	118.786,2686	10.000	20.202,8024	20.202,8024	128.786,2686
Total	128.786,2686		20.202,8024	20.202,8024	128.786,2686

**2. Perhitungan Neraca Panas**





**Energi masuk :**Q4T<sub>ref</sub> = 25 °C                      298 K

T = 55 °C =                              328 K

Tabel A5. Perhitungan Panas Umpan Masuk Aliran Q4

Komponen	F3 kg/jam	kmol/jam	$\int_{298}^{328} C_p dT$	Q4
HCl	11.879	326	3.487	1.135.939
H <sub>2</sub> O	106.908	5.934	2.253	13.372.422
Total				14.508.361

Q5T<sub>ref</sub> = 25 °C                      298 K

T = 30 °C =                              303 K

Tabel A5. Perhitungan Panas Umpan Masuk Aliran Q4

Komponen	F4 kg/jam	kmol/jam	$\int_{298}^{303} C_p dT$	Q5
Mg(OH) <sub>2</sub>	9.500	163	1.636	266.506
SiO <sub>2</sub>	300	5	227	1.133
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	40	0	523	131
CaO	160	3	265	755
Total				268.525

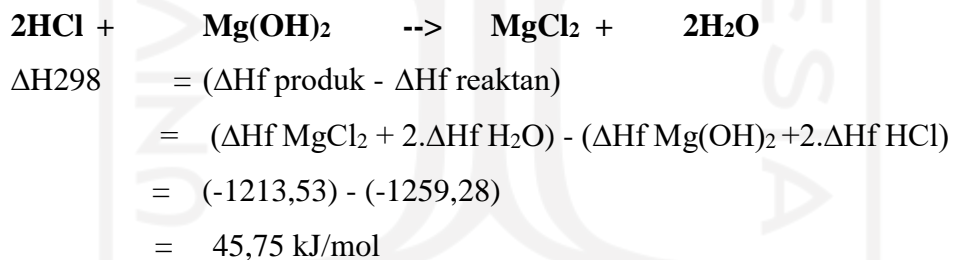
**Energi keluar :**Q6T<sub>ref</sub> = 25 °C = 298 K

T = 55 °C = 328 K

Tabel A6. Perhitungan Panas Umpan Keluar Aliran Q6

Komponen	F5 kg/jam	kmol/jam	$\int_{298}^{325} C_p dT$	Q6
MgCl <sub>2</sub>	14.656	154	2.338	359.862
Mg(OH) <sub>2</sub>	523	9	10.139	90.840
SiO <sub>2</sub>	300	5	2.142	10.693
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	40	0	4.260	1.067
CaO	160	3	1.582	4.512
HCl	653	18	3.487	62.477
H <sub>2</sub> O	112.454	6.242	2.253	14.066.189
Total				14.595.640

### Menghitung Panas Reaksi



Sedangkan pada keadaan temperatur operasi, yaitu pada  $T = 328 \text{ K}$

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{R_x} &= \Delta H_{298} + \Delta H_{\text{reaktan}} + \Delta H_{\text{produk}} \\
 &= - 2.427 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Tanda (-) menunjukkan bahwa reaksi bersifat eksotermis.

Kondisi media pendingin :

Jenis pendingin : air

$$BM = 18 \text{ kg/kgmol}$$

$$T(\text{in}) = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 303 \text{ K}$$

$$T(\text{out}) = 50 \text{ }^\circ\text{C} = 323 \text{ K}$$

$$\Delta H = \int_{303}^{323} C_p dT = 1505,9662 \text{ kJ/mol}$$

Menghitung Jumlah Cooling Water yang digunakan :

Karena kondisi operasi temperatur harus dijaga tetap pada 55 °C , sedangkan reaksi di reaktor merupakan reaksi eksotermis yang melepaskan panas, maka panas berlebih tersebut harus diserap atau disebut panas serap

$$\begin{aligned} Q_{cw} &= Q_{in} - Q_{out} + Q_{reaksi} \\ &= (14.508.361 + 268.525) - 14.595.640 + (-2.427) \\ &= 178.819 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$

Q cooling water merupakan beban panas yang diterima pendingin untuk mendinginkan reaktor.

Maka jumlah air pendingin yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned} m &= \frac{Q}{C_{pH_2O} \times (T_{out} - T_{in})} \\ &= 2.139,1018 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

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

Tabel A.7 Neraca Energi Reaktor

Aliran	Qin (kJ/jam)	Qgen (Kj/jam)	Qout (kJ/jam)	Qcw
Qin	14.776.886	2.427		178.819
Qout			14.595.640	
Total		14.774.459		14.774.459

### 3. Perhitungan Perancangan Reaktor

Fungsi	: Mereaksikan magnesium hidroksida dan asam klorida untuk menghasilkan magnesium klorida
Tipe	: Reaktor alir tangki berpengaduk Bejana vertikal, dengan tutup atas berbentuk flange dan tutup bawah berbentuk torispherical, dilengkapi dengan coil pendingin dan pengaduk
Fase	: Padat – cair
Kondisi	: Isotermal
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316
Jumlah	: 1 unit
Dasar pemilihan	: Torispherical head dapat dioperasikan pada tekanan antara 15 – 200 psi.

Kondisi proses: Temperatur = 55°C

Tekanan = 1 atm = 14,696 psi

Laju alir : 128786,2686 kg/jam

#### a. Menentukan Persamaan Laju

Berdasarkan penelitian (H.K Bharadwaj, 2013) diketahui bahwa reaksi magnesium klorida merupakan reaksi orde satu terhadap magnesium hidroksida.

$$-r_a = k \cdot C_a$$

Keterangan :

-r<sub>a</sub> : laju pengurangan Mg(OH)<sub>2</sub> persatuan waktu (kmol/m<sup>3</sup>.jam)

k : konstanta laju reaksi; 0,111/menit

C<sub>a</sub> : konsentrasi Mg(OH)<sub>2</sub> sisa (kmol/m<sup>3</sup>)

#### b. Menentukan densitas, kecepatan laju alir volumetric, dan volume reaktor

Neraca massa :

$$\text{Rate of Input} - \text{Rate of output} - \text{Rate of reaction} = \text{rate of accumulation}$$

Karena proses *steady state* maka *rate of accumulation* = 0

Sehingga :

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

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

$$C_{A0} \cdot V_0 - C_{A1} \cdot V_0 = k \cdot C_{A1} \cdot V$$

$$C_{A0} \cdot V_0 - (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_A) \cdot V_0 = k \cdot (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_A) \cdot V$$

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

$$\tau = V/V_0$$

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

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

$$\frac{V}{V_0} = \frac{X_A}{k C_{A0} (1 - X_A)}$$

$$V = \frac{V_0 \cdot X_A}{k C_{A0} (1 - X_A)}$$

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

$C_{A0}$  = konsentrasi  $Mg(OH)_2$  sisa, kmol/ $m^3$

$X_A$  = konversu

$k$  = konstanta laju reaksi,  $m^3$ /kmol.jam

$\tau$  = waktu tinggal, jam

Tabel A.8 Komposisi bahan yang masuk ke reaktor

Senyawa	Laju alir (kg/jam)	xi	$\rho$ (kg/ $m^3$ )	xi/pi
$Mg(OH)_2$	9.500	0,0738	2.340	3,1524E-05
$SiO_2$	300	0,0023	2.650	8,7903E-07
$Fe_2O_3$	40	0,0003	5240	5,9273E-08
CaO	160	0,0012	3340	3,7197E-07
HCl	11.879	0,0922	1050	8,7843E-05
$H_2O$	106.907	0,8301	997	0,00083261

Jumlah	128.786	1		0,00095329
--------	---------	---	--	------------

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

$$\rho_{mix} = \frac{1}{0,00095329}$$

$$\rho_{mix} = 1048,9969 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{mix} = 65,4868 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} FV_0 &= \frac{FV}{\rho_{mix}} \\ &= \frac{128786,2686 \text{ kg/jam}}{1048,9969 \text{ kg/m}^3} \\ &= 122,7709 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_1 &= \frac{x_1}{k(1-x_1)} \\ &= \frac{0,945}{0,111(1-0,945)} \\ &= 154,7912 \text{ menit} \\ &= 2,5799 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\tau = \frac{V}{FV_0}$$

$$V = \tau \times FV_0$$

$$V = 2,5799 \text{ jam} \times 122,7709 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$V = 316,7308 \text{ m}^3$$

c. Menentukan dimensi reaktor

- Menentukan diameter dan tinggi reaktor

Diameter dalam shell (ID)

$$V_{total} = \frac{\pi ID^2 H_l}{4} + 2(0,000049ID^3)$$

Perbandingan diameter dan tinggi reaktor yang optimum 1:1 (ID=H)

Apabila dalam volume over design yang diambil 20%, maka:

$$V_{desain} = 316,7308 \text{ m}^3 + (20\% \times 316,7308 \text{ m}^3)$$

$$= 380,0769 \text{ m}^3$$

$$= 13.422,4169 \text{ ft}^3$$

$$\text{volume shell} = \frac{\pi}{4} ID^2 H$$

$$\text{volume shell} = \frac{\pi}{4} ID^3$$

$$ID = \sqrt[3]{\frac{4 \text{ volume shell}}{\pi}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{4 \times (13.422,4169) \text{ ft}^3}{3,14}}$$

$$= 25,7634 \text{ ft} = 309,1608 \text{ in}$$

$$ID_s = H_s$$

$$\text{Maka, } H_s = 25,7634 \text{ ft} = 309,1608 \text{ in}$$

$$V_{\text{torispherical bag, bawah}} = 0,000049 ID^3$$

$$= 0,000049 (25,7634 \text{ ft})^3$$

$$= 0,8379 \text{ ft}^3$$

$$V_{\text{cairan di shell}} = V_{\text{desain}} - V_{\text{torispherical bag, bawah}}$$

$$= 13.422,4169 \text{ ft}^3 - 0,8379 \text{ ft}^3$$

$$= 13421,5789 \text{ ft}^3$$

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

$$13.422,4169 \text{ ft}^3 = \frac{\pi (25,7634 \text{ ft})^2 H_L}{4}$$

$$H_L = 25,7605 \text{ ft}$$

$$= 7,8518 \text{ m}$$

d. Menentukan tekanan desain

$$\text{Tekanan operasi} = 1 \text{ atm} = 14,696 \text{ psi}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \rho \times g \times h$$

$$= (1048,9969 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 7,8518 \text{ m}) \times 0,000145 \text{ psi}$$

$$= 11,7041 \text{ psi}$$

Tekanan desain diambil 10%

$P_{\text{desain}} = 1,1$  (Poperasi + Phidrostatics)

$$= 1,1 (14,696 \text{ psi} + 11,7041 \text{ psi})$$

$$= 29,0401 \text{ psi}$$

e. Tebal shell,  $t_s$  :

- Tekanan desain (P) = 29,0401 psi

- Jari - jari shell (r) =  $D/2 = \frac{309,1608 \text{ in}}{2}$

- Allowable working stress (f) = 18.750 lb/in<sup>2</sup> (Brownell, 1959)

- Efisiensi sambungan (E) = 0,85

- Faktor korosi (C) = 0,25

$$\text{Tebal shell } (t_s) = \frac{p \cdot r_i}{f E - 0,6 p} + c$$

$$t_s = \frac{29,0401 \text{ psi} \cdot 154,5804 \text{ in}}{18.750 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \cdot 0,85 - 0,6 \cdot 29,0401 \text{ psi}} + 0,25$$

$$= 0,5320 \text{ in}$$

Digunakan tebal standar 5/8 in (table 5.7 Brownell, 1959:89)

f. Diameter luar shell (ODs)

$$\text{ODs} = \text{ID} + 2 \cdot t_s$$

$$= 309,1608 \text{ in} + 2 \cdot (5/8 \text{ in})$$

$$= 310,4018 \text{ in}$$

g. Tebal head (th) =  $\frac{p \cdot r_c \cdot W}{2 f E - 0,2 p} + c$

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r_c}{i c r}} \right)$$

Keterangan :

$W$  = stress intensification factor

$r_c$  = Radius of dish

$i c r$  = inside corner radius

$r_c$  = OD (Brownell, 1959 hal 88)

$i c r$  = 6% x OD (for torispherical dished head in which the knuckle radius is 6% of the outside diameter)

$r_c$  = 310,4018 in

$i c r$  = 18,6246 in



$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{310,4018}{18,6246}} \right)$$

$$W = 1,7706 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{th} &= \frac{p \cdot r \cdot c \cdot W}{2fE - 0,2p} + c \\ &= \frac{29,0401 \text{ psi} \cdot 310,4018 \text{ in} \cdot 1,7706 \text{ in}}{2 \times 18.750 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \cdot 0,85 - 0,2 \cdot 29,0401 \text{ psi}} + 0,25 \\ &= 0,7508 \text{ in} \end{aligned}$$

Digunakan tebal plat standar = 7/8 in (tabel 5.7 Brownell, 1959:89)

#### 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.

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

$$AB = \frac{309,1608 \text{ in}}{2} - 18,6246 \text{ in}$$

$$AB = 135,9558 \text{ in}$$

$$BC = rc - icr$$

$$= 310,4018 \text{ in} - 18,6246 \text{ in}$$

$$= 291,7862 \text{ in}$$

$$b = 310,4018 \text{ in} - \sqrt{(291,7862 \text{ in})^2 - (135,9558 \text{ in})^2}$$

$$b = 52,2251 \text{ in}$$

Dari table 5.6 Brownell, 1959 dengan th 7/8 in didapat sf = 3 in

Tinggi head and bottom torispherical adalah :

$$OA = \text{th} + b + \text{sf}$$

$$= 7/8 \text{ in} + 52,2251 \text{ in} + 3 \text{ in}$$

$$= 56,3918 \text{ in} = 4,6993 \text{ ft}$$

#### Menentukan volume reaktor

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

$$V_{\text{Shell}} = \frac{\pi ID^2 H_l}{4}$$

$$= \frac{\pi (309,1608 \text{ in})^2 309,1608 \text{ in}}{4}$$

$$= 23.196.524,7110 \text{ in}^3$$

$$V_{\text{torispherical}} = 0,000049ID^3$$

$$= 0,000049 (309,1608 \text{ in})^3$$

$$= 1447,9359 \text{ in}^3$$

$$\begin{aligned} V_{sf} &= \frac{\pi D^2 s f}{4} \\ &= \frac{\pi (309,1608 \text{ in})^2 3 \text{ in}}{4} \\ &= 225.091,8426 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{head}} &= V_{\text{torispherical}} + V_{sf} \\ &= 1447,9359 \text{ in}^3 + 225.091,8426 \text{ in} \\ &= 226.539,7785 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{reaktor}} &= 23.196.524,7110 \text{ in}^3 - (226.539,7785 \text{ in}^3) \\ &= 22.743.445,1539 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

#### Menghitung tinggi total reaktor

$$\begin{aligned} H_{\text{reaktor}} &= H_s + (2 \times \text{OA}) \\ &= 25,7634 \text{ ft} + (2 \times 4,6993 \text{ ft}) \\ &= 35,1620 \text{ ft} = 10,7174 \text{ m} \end{aligned}$$

### Desain Sistem Pengaduk

#### 1. Dimensi Pengaduk

Jenis pengaduk = *six flat blade open turbine*

Dasar pemilihan = Pengaduk dengan kemiringan blade 45 ° efektif untuk pengadukan yang disertai perpindahan panas dengan internal coil. (Walas : 279)

Tabel A.9 Standar Agitation System

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

- Menentukan Diameter Pengaduk

$$Da/Dt = 0,3$$

$$Da = 0,3 \times 7,8527 \text{ m}$$

$$= 2,3558 \text{ m} = 92,7481 \text{ in}$$

- Menentukan Lebar Pengaduk

$$W/Da = 0,2$$

$$W = 0,2 \times 2,3558 \text{ m}$$

$$= 0,4712 \text{ m}$$

$$Dd/Da = 0,6667$$

$$Dd = 0,6667 \times 2,3558 \text{ m}$$

$$= 1,5706 \text{ m}$$

- Menentukan Panjang Pengaduk

$$L/Da = 0,25$$

$$L = 0,25 \times 2,3558 \text{ m}$$

$$= 0,5890 \text{ m}$$

- Menentukan Tinggi Liquid

$$H/Dt = 1$$

$$H = 7,8527 \text{ m}$$

- Menentukan Jarak Pengaduk dari Dasar Tangki

$$C/Dt = 0,3333$$

$$C = 0,3333 \times 7,8527 \text{ m}$$

$$= 2,6173 \text{ m} = 8,5869 \text{ ft}$$

- Menentukan Lebar Baffle

$$J/Dt = 0,0833$$

$$J = 0,0833 \times 7,8527 \text{ m}$$

$$= 0,6541 \text{ m}$$

- Menentukan Offset top dan Offset bottom

Berdasarkan Wallas (1990 : 288)

$$\text{Offset top} = \frac{Wb}{6}$$

$$= \frac{0,4712 \text{ m}}{6}$$

$$= 0,0785 \text{ m}$$

$$\text{Offset bottom} = \frac{Da}{2}$$

$$= \frac{2,3558 \text{ m}}{2}$$

$$= 1,1779 \text{ m}$$

- Menentukan Jumlah Pengaduk

Kriteria jumlah impeller yang digunakan didasarkan pada viskositas liquid dan rasio ketinggian liquid ( $H_L$ ) terhadap diameter tangki ( $D$ ). (Wallas, 1990 : 288)

Diketahui bahwa :

$$ID_s = 309,1608 \text{ in}$$

$$H_L = 309,1608 \text{ in}$$

$$H_L/ID = 1$$

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

Tabel A.10 Pemilihan Jumlah Impeller

Viscositas, Cp	Max h/D	Jumlah	Impeller Clearance	
			Lower	Upper
<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 1 buah.

## 2. Menentukan Putaran Pengaduk

Kecepatan pengadukan,  $N = 1$  putaran/detik

$$Da = 2,3558 \text{ m} = 7,7290 \text{ ft}$$

$$\rho = 1048,9969 \text{ kg/m}^3 = 65,4868 \text{ lb/ft}^3$$

$$gc = 32,17 \text{ lbf.ft/lbf.det}^2$$

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

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

$$\mu_{\text{mix}} = 1,011 \text{ mPa.s} = 0,00068 \text{ lb/ft.sec}$$

## Bilangan Reynold :

$$N_{Re} = \frac{Da^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} = \frac{(7,7290 \text{ ft})^2 \cdot 1 \frac{\text{putaran}}{\text{det}} \cdot 65,4868 \text{ lb/ft}^3}{0,00068 \text{ lb/ft.sec}}$$

$$= 5.752.989,5237$$

Kebutuhan teoritis :

$$Np = \frac{Pgc}{\rho N^3 Da^5}$$

$$P = \frac{4 \cdot \left(\frac{1 \text{ putaran}}{\text{detik}}\right)^3 \cdot (7,7290 \text{ ft})^5 \cdot (65,4868 \frac{\text{lbm}}{\text{ft}^3})}{32,17 \text{ lbm.ft/lbf.det}^2}$$

$$= 224.587,0762 \text{ ft.lbf/det} \times \frac{1 \text{ hp}}{550 \text{ ft.lbf/det}}$$

$$= 408,3401 \text{ hp}$$

**Menentukan daya yang hilang :**

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

$$P_{\text{loss}} = 10\% \times P_{\text{teoritis}}$$

$$= 0,1 \times 408,3401 \text{ hp}$$

$$= 40,8340 \text{ hp}$$

**Menentukan daya yang dibutuhkan :**

$$P_{\text{input}} = P_{\text{teoritis}} + P_{\text{loss}}$$

$$= 408,3401 \text{ hp} + 40,8340 \text{ hp}$$

$$= 449,1742 \text{ hp}$$

### 3. Menentukan Efisiensi motor ( $\eta$ )

Efisiensi motor penggerak : 80%

$$\text{Daya motor penggerak} = \frac{449,1742 \text{ hp}}{0,8} = 561,4677 \text{ hp}$$

Maka daya motor yang digunakan sebesar 600 hp

### 4. Mengecek waktu pengadukan sempurna

Kriteria untuk pengadukan sempurna :

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

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

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

Untuk  $N_{Re}$  diatas 10.000 digunakan:

$$\begin{aligned}N_{QR} &= \frac{0,93 ID}{Di} \\ &= \frac{0,93 \times 309,1608 \text{ in}}{92,7481 \text{ in}} \\ &= 3,1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_R &= N_{QR} \times N \times D_i^3 \\ &= [3,1 \times 1 \text{ rps} \times (2,3558 \text{ m})^3] \times 3600 \text{ s/1 jam} \\ &= 145.909,3909 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Dengan mengetahui  $F_v = 122,7709 \text{ m}^3/\text{jam}$ , maka :

$$\begin{aligned}\frac{Q_R}{F_v} &= \frac{145.909,3909 \text{ m}^3/\text{jam}}{122,7709 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 1188,4690\end{aligned}$$

$Q_R/F_v$  lebih dari 10, sehingga dapat dinyatakan bahwa pengadukan sempurna sekali. Secara sederhana :

$$T_{\min} = \frac{V}{Q_R}$$

$$T_{\min} = \frac{316,7308 \text{ m}^3}{145.909,3909 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$T_{\min} = 0,0022 \text{ jam} = 7,8146 \text{ detik}$$

Waktu tinggal dalam reaktor:

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

$$\theta = \frac{316,7308 \text{ m}^3}{122,7709 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$\theta = 2,5799$$

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

## 5. Menentukan Panjang Batang Sumbu Pengaduk

Axis length (L) = tinggi total tangki + jarak motor ke bagian atas bearing – jarak pengaduk dari dasar tangki

$$\text{Tinggi total tangki} = 35,1620 \text{ ft}$$

Jarak dari motor ke bagian atas bearing = 2 ft

Jarak pengaduk dari dasar tangki (C) = 8,5869 ft

$$\begin{aligned}\text{Axis length (L)} &= 35,1620 \text{ ft} + 2 \text{ ft} - 8,5869 \text{ ft} \\ &= 28,5751 \text{ ft} = 8,7097 \text{ m}\end{aligned}$$

## 6. 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

$$T_c = \frac{600 \times 75 \times 60}{2 \times 3,14 \times 60} = 7165,6051 \text{ kg.m}$$

$$T_m = 1,5 \times 7165,6051 \text{ kg.m}$$

$$T_m = 10.748,4076 \text{ kg.m}$$

### 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 diizinkan,  $f_s = 550 \text{ kg/cm}^2$

Batasan elastis pada tegangan =  $2.460 \text{ kg/cm}^2$

$$Z_p = \frac{10.748,4076 \text{ kg.m} \times 100 \text{ cm/1 m}}{550 \text{ kg/cm}^2} = 1954,2559 \text{ cm}$$

### Menghitung diameter sumbu (d)

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

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

$$d = 21,5141 \text{ cm}$$

### Cek tegangan yang disebabkan oleh *bending moment*

Tegangan yang disebabkan oleh *bending moment equivalent* adalah

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

### Menghitung *Bending Moment*

$Me = \text{bending moment equivalent}$

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

$$M = F_m \times L$$

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

Keterangan :

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

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

$$= \frac{1}{2} \times 2,3558 \text{ m} = 1,1779 \text{ m}$$

$$F_m = \frac{10.748,4076 \text{ kg.m}}{0,75 \times 1,1779 \text{ m}} = 12.166,7187 \text{ kg}$$

$L = \text{panjang axis} = 8,7097 \text{ m}$

$$M = 1396,9181 \text{ kg} \times 8,7097 \text{ m}$$

$$= 12.166,7187 \text{ kg.m}$$

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

$$= 14.200,5835 \text{ kg.m}$$

### Tegangan yang disebabkan oleh *bending moment equivalent*

$$f = \frac{Me}{\pi \left(\frac{d^3}{32}\right)} = 14,5331 \text{ kg/cm}^2$$



### Diameter sumbu

Karena  $f <$  batasan elastis dalam tegangan ( $14,5331 < 2460$ ), maka diameter sumbu yang direncanakan memenuhi.

## 7. 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, agar suhu didalam reaktor dijaga tetap  $55^{\circ}\text{C}$ . Untuk menjaga agar suhu didalam reaktor tetap pada  $55^{\circ}\text{C}$ , maka digunakan air pendingin.

### Menentukan $\Delta T_{LMTD}$

Suhu didalam reaktor dijaga konstan pada  $55^{\circ}\text{C}$  dan suhu air pendingin masuk pada  $30^{\circ}\text{C}$  ( $86^{\circ}\text{F}$ ) dan keluar pada  $50^{\circ}\text{C}$  ( $122^{\circ}\text{F}$ ) seperti yang tertera dalam tabel berikut

Tabel A.11 Temperatur fluida di reaktor

Fluida Panas ( $^{\circ}\text{F}$ )		Fluida Dingin ( $^{\circ}\text{F}$ )	$\Delta t$ ( $^{\circ}\text{F}$ )
131	Temperatur tinggi	86	45
131	Temperatur rendah	122	9
0	Difference	-36	36

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

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{45 - 9}{\ln \left( \frac{45}{9} \right)}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 22,3581^{\circ}\text{F}$$

### Menghitung Kebutuhan Air Pendingin

$$Q_{cw} = 178.818,4826 \text{ kJ/jam} = 169.487,2192 \text{ btu/jam}$$

$$m = 2.139,1018 \text{ kg/jam}$$

Jenis pendingin = Jacket Pendingin

$$V_{air} = \frac{m}{1000} = 2,1391 \text{ m}^3/\text{jam}$$

## Perancangan Jacket Pendingin

### Menghitung Diameter Jacket

Dinding dalam jacket, ID = 310,4018 in

$$H_{\text{jaket}} = H_L$$

$$H_{\text{jaket}} = 25,7605 \text{ ft} = 7,8518 \text{ m}$$

Asumsi jarak jacket = 10 in

Diameter luar jacket, OD = Diameter dalam jacket + (2 x jarak jacket)

$$OD = 310,4018 \text{ in} + (2 \times 10 \text{ in}) = 330,4108 \text{ in}$$

### **Luas yang dilalui steam (A) :**

$$A = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

Dimana :

D = diameter dalam jacket (in)

d = diameter luar jacket (in)

$$A = \frac{\pi}{4} ((330,4108 \text{ in})^2 - (310,4108 \text{ in})^2)$$

$$A = 10.060,8991 \text{ in}^2 = 6,4909 \text{ m}^2$$

### **Menghitung Kecepatan Air Pendingin**

$$v = \frac{V_{\text{air}}}{A}$$

$$v = \frac{2,1391 \text{ m}^3/\text{jam}}{6,4909 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,3296 \text{ m/jam}$$

### **Menghitung Tekanan Desain**

Tekanan operasi = 1 atm = 14,696 psi

$$\begin{aligned} P_{\text{hidrostatik}} &= \frac{H-1}{144} \rho_{\text{air}} \\ &= \frac{7,8518 \text{ m}-1}{144} \times 997 \text{ kg/m}^3 \\ &= 47,4393 \text{ psi} \end{aligned}$$

Tekanan desain diambil 10%

$$\begin{aligned} P_{\text{desain}} &= 1,1 (P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}}) \\ &= 1,1 (14,696 \text{ psi} + 47,4393 \text{ psi}) \\ &= 68,3488 \text{ psi} \end{aligned}$$

### Menghitung Tebal Dinding Jacket :

Bahan = stainless steel SA-167 Grade 11 type 316

- Tekanan desain (P) = 68,3488 psi
- Jari - jari shell (r) =  $D/2 = \frac{310,4108 \text{ in}}{2}$
- Allowable working stress (f) = 18.750 lb/in<sup>2</sup> (Brownell, 1959)
- Efisiensi sambungan (E) = 0,80
- Faktor korosi (C) = 0,25

$$\text{Tebal shell (ts)} = \frac{p \cdot r_i}{f E - 0,6 p} + c$$

$$ts = \frac{68,3488 \text{ psi} \cdot 155,2054 \text{ in}}{18.750 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \cdot 0,80 - 0,6 \cdot 68,3488 \text{ psi}} + 0,25$$

$$= 0,9591 \text{ in}$$

Digunakan tebal standar 1 in (tabel 5.7 Brownell, 1959)

$$\text{OD} = \text{ID} + 2 t_j$$

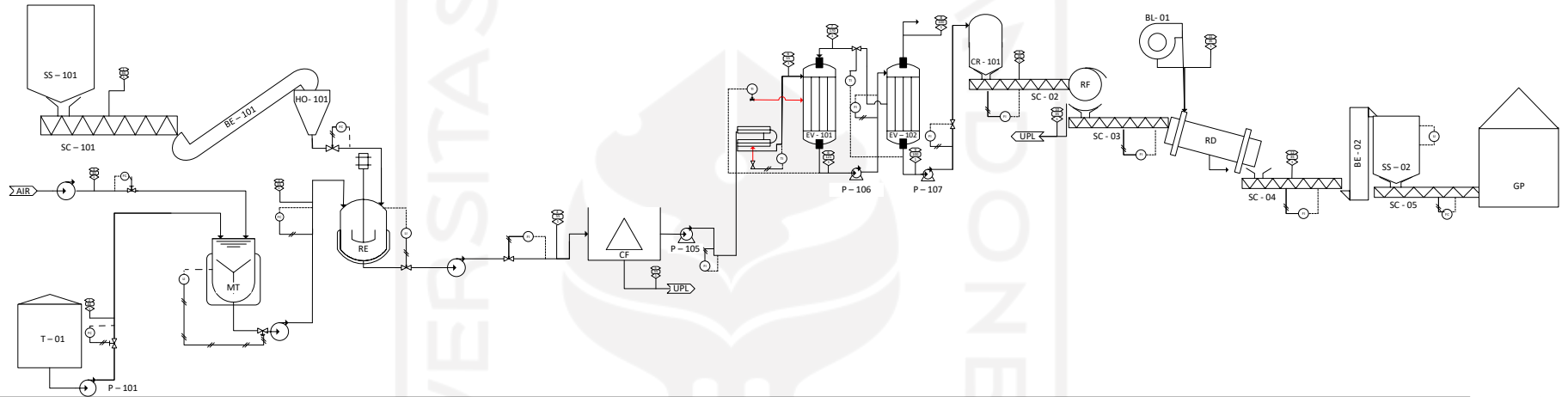
$$\text{OD} = 310,4018 \text{ in} + (2 \times 1)$$

$$\text{OD} = 312,4018 \text{ in}$$



LAMPIRAN B

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA MAGNESIUM KLO RIDA DARI MAGNESIUM HIDROKSIDA DAN ASAM KLO RIDA DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**



Flow Rate

Komponen	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13	Arus 14	Arus 15	Arus 16
HCl	11.878,63		11.878,63		653,32	13,07	640,26	640,26								
Mg(OH)2				9.500,00	522,50	512,05	10,45		10,45		10,45		2,09	8,36		8,36
SiO2				300,00	300,00	294,00	6,00		6,00		6,00	6,00	1,20	4,80		4,80
Fe2O3				40,00	40,00	39,20	0,80		0,80		0,80	0,80	0,16	0,64		0,64
CaO				160,00	160,00	156,80	3,20		3,20		3,20	3,20	0,64	2,56		2,56
MgCl2					14.656,39	293,13	14.363,26		14.363,26		14.363,26	287,27	229,81	57,45		57,45
MgCl2.6H2O												30.631,03	6.126,21	24.504,82		12.503,69
H2O	25.242,08	81.665,56	106.907,64		112.454,06	2.249,08	110.204,97	44.081,99	66.122,98	44.661,08	21.461,91	4.906,87	3.925,50	981,37	12.933,75	48,76
Total	37.120,71	81.665,56	118.786,27	10.000,00	128.786,27	3.557,33	125.228,94	44.722,25	80.506,70	44.661,08	35.845,62	35.845,62	10.285,61	25.560,01	12.933,75	12.626,26

Keterangan	Simbol	Keterangan	
Tangki	LC	Level Controller	<p align="center">JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA</p>
Silo	LI	Level Indicator	
Hopper	TC	Temperature Controller	
Mixer	FC	Flow Controller	
Reaktor		Nomor arus	
Centrifuge		Suhu ( C )	
Pompa		Valve	
Heater		Tekanan (atm)	
Evaporator	-----	Electric Connection	
Crystallizer	=====	Piping	
Rotary Dryer	~ ~ ~ ~ ~	Venturi	Dikerjakan oleh : Luthfiah Alia Arifin (17521068) Irenne Arlyasa (17521080)
Rotary Filter	~ ~ ~ ~ ~	Udara Tekan	Dosen Pembimbing : Bachrun Sutrisno, Ir., M.Sc. Tintin Mutiara, S. T., M.Eng.
Bucket Elevator			
Screw Conveyor			
Gudang penyimpanan			