

**PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM
HIDROKSIDA DARI MAGNESIUM KLORIDA DAN
NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN KAPASITAS
25.000 TON/TAHUN**

**PRA RANCANGAN PABRIK
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia**



Oleh :

Nama : Dinda Aura Khairunnisa

Nama : Ella Safitri

NIM : 20521191

NIM : 20521221

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

2024

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM HIDROKSIDA DARI
MAGNESIUM KLORIDA DAN NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Dinda Aura Khairunnisa	Nama	: Ella Safitri
NIM	: 20521191	NIM	: 20521221

Yogyakarta, 30 Oktober 2024

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 risiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Td. Tangan



Dinda Aura Khairunnisa

Td. Tangan



Ella Safitri

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM HIDROKSIDA DARI
MAGNESIUM KLORIDA DAN NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Oleh :

Nama	: Dinda Aura Khairunnisa	Nama	: Ella Safitri
NIM	: 20521191	NIM	: 20521221

Yogyakarta, Kamis 7 November 2024

Pembimbing



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



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM HIDROKSIDA DARI
MAGNESIUM KLORIDA DAN NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN**

Oleh :

Nama : Dinda Aura Khairunnisa Nama : Ella Safitri
NIM 20521191 NIM 20521221

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas
Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 11 Desember 2024

Tim Penguji,
Venalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng.
Ketua Penguji



Dr. Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.
Penguji 1



Dr. Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng.
Penguji 2



Mengetahui :

**Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



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

NIP. 995200445

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Taklupa sholawat beserta salam selalu tercurah kepada junjungan besar kita Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya,

Tugas Akhir Perancangan Pabrik yang berjudul **“Prarancangan Pabrik Magnesium Hidroksida dari Magnesium Klorida dan Natrium Hidroksida dengan Kapasitas 25.000 ton/tahun”**, disusun sebagai bentuk penerapan ilmu keteknikan selama masa studi, yang juga merupakan salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia.

Penulisan Tugas Akhir ini tentunya dapat berjalan dengan lancar atas bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini kami menyampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Allah SWT atas Rahmat serta karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penyesunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak dan Ibu kedua orang tua kami, yang telah banyak memberikan doa, dukungan dan motivasi tiada henti.
3. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

4. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Univ
5. Ibu Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, terima kasih banyak telah memberikan pengarahan, bimbingan, serta dukungan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Teman-teman Teknik Kimia 2020 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini Universitas Islam Indonesia.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, oleh sebab itu kami mengharapkan kritik dan saran atau masukan untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan pembaca pada umumnya. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Aamiin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 7 November 2024

Penulis

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah *rabbilalamin* dengan ucapan syukur yang tiada henti saya panjatkan atas kemudahan yang telah Allah SWT yang senantiasa menolong dan memberikan solusi terbaik selama perjalanan kehidupan saya, sehingga saya bisa sampai dititik sekarang. Atas karunia-Nya saya bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tepat waktu. Sholawat serta salam senantiasa kita panjatkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW.

Segala perjuangan dan pencapaian yang saya capai sampai dititik ini saya persembahkan kepada orang-orang terhebat di hidup saya yaitu:

1. Teristimewa kedua orang tua saya bapak Subuh Sukmono Putro dan ibu Diana Larasati, yang telah menjadi sumber kekuatan, doa, dan inspirasi di setiap langkah kehidupan saya. Terima kasih atas segala jerih payah yang telah dilakukan, bekerja pagi, siang, malam tanpa lelah dan doa yang terus menerus diberikan sehingga saya senantiasa dimudahkan dalam segala kesulitan yang ada. Tanpa kasih sayang, pengorbanan, dan dukungan tanpa henti dari kalian, pencapaian ini tidak akan mungkin terwujud.
2. Terima kasih yang tulus saya persembahkan kepada kakak saya tercinta, Aqshal Raffa Sandito. Kehadiran mas Aqshal menjadi semangat yang tak pernah padam dalam perjalanan saya meraih gelar ini, terima kasih atas semua dukungan dan nasihatnya.
3. Ibu Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir saya, terimakasih banyak atas dukungan dan motivasi dari ibu.

Terima kasih atas segala kemudahan, dan bimbingannya selama penyusunan Tugas Akhir ini.

4. Ella Safitri, sebagai patner terbaik yang kebersamai langkah untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih atas segala kesabaran, pengertian, kerja sama dan semangat yang tiada henti untuk memberikan yang terbaik untuk menyelesaikan apa yang telah kita mulai bersama semenjak penelitian hingga tugas akhir. Semoga dengan panjangnya perjalanan yang sudah kita lalui ini, dapat menjadi bekal melanjutkan perjalanan yang lebih panjang di kehidupan yang sebenarnya kelak untuk mendapatkan hasil yang terbaik disetiap langkah kita.
5. Kepada teman-teman srikandew(Aisy, Aida, Wiranda, Kalila, Tiara, Puteri Aulia, Salwa, Fathia, Tsabita dan Wafda). Teman-teman Kinanti (Resi, Linda, Rahmiqurt, Luthfi dan Rahmilia) dan teman-teman empatan aja (Handika, Hanifah). Terima kasih atas bentuk cinta dan kasih kalian yang sangat tulus, terima kasih selalu ada dan mau berjuang hingga saat ini. Terimakasih telah berperan menjadi teman, saudara, bahkan terkadang orangtua, selama proses pembuatan tugas akhir ini berlangsung. Doa senantiasa saya curahkan agar kalian sehat dan sukses di mana pun berada.
6. Kepada duo putri (Putri Dwi dan Putri Dewita) yang telah kebersamai saya selama pertengahan masa kuliah hingga akhir. Terimakasih atas segala bentuk bantuan berupa ilmu, dorongan emosional beserta segala pengalaman seru yang telah kita lalui bersama. Kepada Abida, terimakasih sudah kembali untuk

mendengarkan keluh kesah dan memberikan dukungan serta semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

7. Dan yang terakhir, adalah untuk diri saya sendiri. Terima kasih sudah bertahan dan berjuang sekuat tenaga melalui berbagai hal hingga menjadi seperti hari ini. Gelar ini merupakan salah satu bentuk apresiasi atas kerja keras, ketekunan, dan semangat yang terus saya jaga di tengah berbagai tantangan. Masih banyak hal indah yang akan terjadi di masa depan, ayo kita lanjutkan perjalanan panjang ini!

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN.....	xix
ABSTRAK	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	2
1.3 Tinjauan Pustaka.....	9
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	12
BAB II PERANCANGAN PRODUK	15
2.1 Spesifikasi Produk.....	15
2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....	16
2.3 Pengendalian Kualitas	18

BAB III PERANCANGAN PROSES.....	22
3.1 Diagram Alir Proses dan Material	22
3.2 Uraian Proses	24
3.3 Spesifikasi Alat.....	26
3.4 Neraca Massa	60
3.5 Neraca Panas	67
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....	73
4.1 Lokasi Pabrik.....	73
4.2 Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>)	76
4.3 Tata Letak Mesin/ Alat Proses (<i>Machines Layout</i>).....	82
4.4 Organisasi Perusahaan.....	87
BAB V UTILITAS	112
5.1 Unit Penyedia dan Pengolahan Air.....	113
5.1. Unit Pembangkit <i>Steam</i>	124
5.2 Unit Pembangkit Listrik	125
5.3 Unit Penyedia Udara Tekan.....	130
5.4 Unit Penyedia Bahan Bakar	130
5.5 Unit Pengolahan Limbah.....	131
5.6 Spesifikasi Alat Utilitas	132
BAB VI EVALUASI EKONOMI.....	161

6.1	Penaksiran Harga Alat	164
6.2	Dasar Perhitungan	182
6.3	Perhitungan Biaya	182
6.4	Analisis Risiko Pabrik	188
6.5	Analisa Kelayakan.....	189
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN		198
7.1.	Kesimpulan.....	198
7.2.	Saran	199
DAFTAR PUSTAKA		201

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Nilai Produksi Pabrik Magnesium Hidroksida di dunia.....	3
Tabel 1.2 Data Impor Magnesium Hidroksida di Indonesia	3
Tabel 1.3 Prediksi Nilai Impor Magnesium Hidroksida	4
Tabel 1.4 Data Konsumsi Magnesium Hidroksida di Indonesia.....	5
Tabel 1.5 Prediksi data konsumsi hingga tahun 2030	5
Tabel 1.6 Data ekspor Magnesium Hidroksida di Indonesia	6
Tabel 1.7 Prediksi nilai ekspor hingga tahun 2030	7
Tabel 1.8 Perbandingan Proses	11
Tabel 2.1 Spesifikasi Magnesium Hidroksida.....	15
Tabel 2.2 Spesifikasi Produk Samping Natrium Klorida	16
Tabel 2.3 Spesifikasi Magnesium Klorida	17
Tabel 2.4 Spesifikasi Natrium Hidroksida	18
Tabel 3.1 Spesifikasi Alat RDVF-01.....	26
Tabel 3.2 Spesifikasi Alat MX-01	27
Tabel 3.3 Spesifikasi Alat MX-02	29
Tabel 3.4 Spesifikasi Alat EV-01	32
Tabel 3.5 Spesifikasi Alat RD-01	33
Tabel 3.6 Spesifikasi Alat CC-01	35
Tabel 3.7 Spesifikasi Alat BM-01	36
Tabel 3.8 Spesifikasi Alat CC-01	37
Tabel 3.9 Spesifikasi Alat BL.....	39

Tabel 3.10 Spesifikasi Alat R-01	39
Tabel 3.11 Spesifikasi Alat Penyimpan Bahan.....	43
Tabel 3.12 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair.....	46
Tabel 3.13 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Padat (Belt Conveyor).....	50
Tabel 3.14 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Padat (Bucket Elevator)	54
Tabel 3.15 Spesifikasi Alat Tranfer Panas.....	56
Tabel 3.16 Neraca Massa Mixer (MX-01)	60
Tabel 3.17 Neraca Massa Mixer (MX-02)	60
Tabel 3.18 Neraca Massa Reaktor (R-01)	61
Tabel 3.19 Neraca Massa Reaktor (R-02).....	62
Tabel 3.20 Neraca Massa Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF-01).....	62
Tabel 3.21 Neraca Massa Rotary Dryer (RD-01).....	63
Tabel 3.22 Neraca Massa Cooling Conveyor (CC-01)	64
Tabel 3.23 Neraca Massa Ball Mill (BM-01).....	64
Tabel 3.24 Neraca Massa Screen (SCR-01).....	65
Tabel 3.25 Neraca Massa Evaporator (EV-01).....	66
Tabel 3.26 Neraca Panas Mixer (MX-01)	67
Tabel 3.27Neraca Panas Mixer (MX-01)	68
Tabel 3.28 Neraca Panas Reaktor (R-01)	68
Tabel 3.29 Neraca Panas Rotary Drum Vacuum Filter (RVF-01).....	69
Tabel 3.30 Neraca Panas Rotary Dryer (RD-01)	69
Tabel 3.31 Neraca Panas Cooling Conveyor (CC-01)	70
Tabel 3.32 Neraca Panas Evaporator (EV-01).....	70

Tabel 3.33 Neraca Panas Heat Exchanger (E-01)	71
Tabel 3.34 Neraca Panas Heat Exchanger (E-02)	71
Tabel 3.35 Neraca Panas Heat Exchanger (E-03)	72
Tabel 4.1 Rincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik.....	79
Tabel 4.2 Pembagian Shift Karyawan	104
Tabel 4.3 Penggolongan Jabatan	105
Tabel 4.4 Harga Gaji Karyawan	107
Tabel 5.1 Kebutuhan air domestik	115
Tabel 5.2 Kebutuhan Air Proses	116
Tabel 5.3 Kebutuhan Air Pendingin	117
Tabel 5.4 Kebutuhan Air Proses	117
Tabel 5.5 Kebutuhan Air Umpan Boiler	118
Tabel 5.6 Total Kebutuhan Air	119
Tabel 5.7 Kebutuhan Listrik Alat Proses.....	126
Tabel 5.8 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas	128
Tabel 5.9 Spesifikasi Pompa Utilitas	152
Tabel 6.1 Indeks Harga Alat.....	165
Tabel 6.2 Daftar Harga Alat Proses	169
Tabel 6.3 Daftar Harga Alat Utilitas.....	175
Tabel 6.4 Physical Plant Cost (DPC)	183
Tabel 6.5 <i>Direct Plant Cost</i> (DC).....	183
Tabel 6.6 Fixed Capital Investment	184
Tabel 6.7 <i>Working Capital Investment</i> (WCI).....	184

Tabel 6.8 Direct Manufacturing Cost (DMC)	185
Tabel 6.9 Indirect Manufacturing Cost (IMC)	186
Tabel 6.10 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC)	186
Tabel 6.11 General Expense	187
Tabel 6.12 Total Production Cost	187
Tabel 6.13 Analisis Risiko Pabrik Magneisum Hidroksida	188
Tabel 6.14 Annual Fixed Cost (Fa)	193
Tabel 6.15 Annual Variable Cost (Va)	194
Tabel 6.16 Annual Regulated Expense (Ra)	194

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif	22
Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif	23
Gambar 4.1 Peta Rencana Lokasi Pabrik.....	73
Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik Magnesium Hidroksida.....	78
Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses.....	83
Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan	89
Gambar 5.1 Diagram Unit Pengolahan Air	156
Gambar 6.1 Grafik Regresi Linear.....	167

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	203
LAMPIRAN B	224
LAMPIRAN C	226

DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

T	: <i>Temperature</i> , °C
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
μ	: Viskositas, cP
η	: Efisiensi, %
ρ	: Densitas, Kg/m ³
Q	: Kebutuhan Kalor, Kj/Jam
A	: Luas Penampang, m ²
x	: Konversi, %
V	: Volume, m ³
t	: Waktu, Jam
m	: Massa, Kg
Fv	: Laju Alir Volumetrik, m ³
r	: Jari-jari, in
P	: Power Motor, Hp
ts	: Tebal <i>Shell</i> , in
ID	: <i>Inside</i> diameter, in
OD	: <i>Outside</i> diameter, in
th	: Tebal <i>head</i> , in
Re	: Bilangan Reynold
f	: <i>Allowable Stress</i> , psia

E : Efisiensi Pengelasan
C : *Corrosion allowance*
icr : Jari-jari sudut dalam, in
Dt : Diameter dalam reaktor, m
Zi : Jarak pengaduk dari dasar reaktor, m
ZL : Tinggi cairan dalam reaktor, m
Di : Diameter pengaduk, m
N : Kecepatan pengadukan, rpm
Cp : Kapasitas Panas, Btu/lb °F
LMTD : *Long mean Temperature different, °F*
ROI : *Return On Investment*
POT : *Pay Out Time*
DCFRR : *Discounted Cash Flow Rate of Return*
BEP : *Break Event Point*
SDP : *Shut Down Point (SDP)*
Fa : *Annual Fixed Cost*
Va : *Annual Variable Cost*
Ra : *Annual Regulated Expense*
CEPCI : *Chemical Engineering Plant Cost*

ABSTRAK

Magnesium hidroksida merupakan senyawa kimia yang banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan obat maag, pasta gigi, dan sebagai *flame reterdant*. Saat ini Indonesia masih mengandalkan impor dari Amerika Serikat dan China untuk memenuhi kebutuhan magnesium hidroksida dalam negeri. Oleh karena itu, maka dirancanglah pabrik Magnesium Hidroksida berkapasitas 25.000 ton/tahun dan berencana didirikan tahun 2030 di Cilegon, Jawa Barat yang akan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun kerja. Proses yang digunakan dalam produksi magnesium hidroksida merupakan proses presipitasi natrium hidroksida dan magnesium klorida. Proses presipitasi berlangsung di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi suhu 60°C dan tekanan 1 atm. Bahan baku yang dibutuhkan untuk memproduksi magnesium hidroksida 25.000 ton/tahun yaitu natrium hidroksida sebanyak 5.714,34 kg/jam dan magnesium klorida sebanyak 7.926,93 kg/jam. Unit utilitas pada pabrik magnesium hidroksida diperlukan untuk menyediakan air pendingin, air proses, air *steam*, listrik, bahan bakar, udara tekan, dan lain-lain. Ditinjau dari analisis kelayakan, pabrik ini termasuk ke dalam *low risk* atau pabrik dengan resiko rendah dimana hasil *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 21,03% dan setelah pajak sebesar 13,67%. Nilai *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 3,2 tahun dan setelah pajak 4,2 tahun. Persen *Break Even Point* (BEP) sebesar 55,2 %, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 27,5% , kapasitas produksi dan *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) sebesar 8%. Dengan berdasarkan data analisis teknis dan ekonomi tersebut, maka pabrik Magnesium Hidroksida dengan kapasitas 25.000 ton/tahun ini layak untuk dikaji lebih lanjut.

Kata Kunci : Magnesium Hidroksida, Presipitasi, Natrium Hidroksida, Magnesium Klorida, Natrium Klorida.

ABSTRACT

Magnesium hydroxide is a chemical compound that is widely used as a raw material for making ulcer drugs, toothpaste, and as a flame reterdant. Currently Indonesia still relies on imports from the United States and China to meet domestic magnesium hydroxide needs. Therefore, a Magnesium Hydroxide plant with a capacity of 25,000 tons / year is designed and plans to be established in 2030 in Cilegon, West Java which will operate for 330 days in one working year. The process used in the production of magnesium hydroxide is a precipitation process of sodium hydroxide and magnesium chloride. The precipitation process takes place in a stirred tank flow reactor (RATB) with operating conditions of 60°C and 1 atm pressure. The raw materials required to produce 25,000 tons/year of magnesium hydroxide are 5,714.34 kg/hour of sodium hydroxide and 7,926.93 kg/hour of magnesium chloride. The utility unit at the magnesium hydroxide plant is needed to provide cooling water, process water, steam water, electricity, fuel, compressed air, and others. In terms of feasibility analysis, this plant is included in a low risk or low risk plant where the pre-tax Return of Investment (ROI) is 21.03% and after tax is 13.67%. Pay Out Time (POT) value before tax for 3.2 years and after tax 4.2 years. Percent Break Even Point (BEP) of 55.2%, Shut Down Point (SDP) of 27.5%, production capacity and Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) of 8%. Based on the technical and economic analysis data, the Magnesium Hydroxide plant with a capacity of 25,000 tons/year is worthy of further study.

Keywords : Magnesium Hydroxide, Precipitation, Natrium Hydroxide, Magnesium Chloride, Natrium Chloride.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk dalam negara berkembang yang aktif dalam pembangunan industri, khususnya pada industri kimia. Dengan adanya perkembangan industri kimia, dapat meningkatkan laju pertumbuhan ekonomi dan mampu mengurangi biaya impor bahan kimia dari industri luar negeri. Indonesia dikenal sebagai 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, misalnya saja produksi garam.

Magnesium hidroksida merupakan senyawa kimia dengan rumus $Mg(OH)_2$, Magnesium hidroksida merupakan senyawa yang berperan penting dalam kehidupan manusia karena dimanfaatkan untuk berbagai tujuan dalam kegiatan bebarapa industri seperti bahan pengisi kertas, bahan refraktori, proses pemurnian gula, pengeringan produk makanan dan proses pemurnian unsur radioaktif uranium (Dong et al., 2010). Air laut merupakan salah satu sumber yang berpotensi untuk memproduksi senyawa $Mg(OH)_2$ karena terdapat kandungan Mg^{2+} yang relatif tinggi. Mg^{2+} merupakan kation yang konsentrasi terbesar kedua setelah Na^+ , yakni 312,35 ppm. Mg^{2+} dapat diubah menjadi $Mg(OH)_2$ yang tidak larut dalam air dengan mengubah pH air laut hingga bersifat basa (Holisaturrahmah dan Suprpto, 2013).

Selama ini kebutuhan magnesium hidroksida di Indonesia dipenuhi dengan mengimpornya dari Amerika Serikat dan China karena di Indonesia hingga saat ini belum didirikan pabrik magnesium hidroksida. Pendirian pabrik magnesium hidroksida dari magnesium klorida dan natrium hidroksida ini dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap impor magnesium hidroksida.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Magnesium hidroksida memiliki banyak aplikasi diantaranya yaitu netralisasi limbah asam, penghilangan logam berat dari limbah industri, dan untuk pembuangan gas. Magnesium hidroksida dapat digunakan sebagai pengisi asap dan *flame retardant* dalam polimer, serta prekursor untuk produksi lain bahan kimia magnesium. Di Indonesia sendiri pabrik magnesium hidroksida belum ditemukan keberadaannya, sehingga pendirian pabrik di Indonesia memiliki peluang yang besar dan dapat berkembang.

1.2.1 Supply

Supply merupakan jumlah produk yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan pasar, untuk mengetahui *supply* magnesium hidroksida dibutuhkan data produksi dan impor produksi magnesium hidroksida.

a. Produksi

Indonesia belum memiliki pabrik yang memproduksi magnesium hidroksida, sehingga nilai produksi didapatkan dari beberapa pabrik magnesium hidroksida di luar negeri. Berikut merupakan nilai produksi beberapa pabrik di dunia:

Tabel 1.1 Nilai Produksi Pabrik Magnesium Hidroksida di dunia

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
NIKOMAG	Belanda	25.000
Western Mining Co., Ltd.	China	20.000
Shandong Chenxu New Material Co., Ltd.	China	26.448

([nikomag,2024](#))

([made-in-china,2024](#))

b. Impor

Data impor magnesium hidroksida di Indonesia yang di peroleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada 5 tahun terakhir dapat dilihat pada tabel 1.2 berikut:

Tabel 1.2 Data Impor Magnesium Hidroksida di Indonesia

No.	Tahun	Jumlah (ton)	% Pertumbuhan
1	2019	1.254	0
2	2020	1.648	31,45%
3	2021	1.940	17,70%
4	2022	1.666	-14,14%
5	2023	3.257	95,52%
Rata-rata persen pertumbuhan			32,63%
Kenaikan rata-rata setiap tahun (i)			0,3263

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Nilai persen pertumbuhan didapatkan dengan rumus:

$$\% \text{ Pertumbuhan} = \frac{\text{nilai akhir} - \text{nilai awal}}{\text{nilai awal}} \times 100\% \quad (1.1)$$

Dengan persamaan 1.1 tersebut didapatkan persen rata-rata pertumbuhan sebesar 26,11%. Sehingga prediksi nilai impor di tahun 2030 dapat ditunjukkan pada tabel 1.3 berikut:

Tabel 1.3 Prediksi Nilai Impor Magnesium Hidroksida

Tahun	Jumlah (ton)
2023	3.257
2024	4.320
2025	5.729
2026	7.599
2027	10.079
2028	13.367
2029	17.730
2030	23.515

Nilai *supply* merupakan penjumlahan dari prediksi nilai produksi dan impor, sehingga:

$$Supply = \text{Produksi} + \text{Impor}$$

$$Supply = 71.448 + 23.515,05$$

$$Supply = 94.963,05 \text{ ton/tahun}$$

1.2.2 Demand

Demand merupakan jumlah produk yang diminta pasar, sehingga nilai *demand* dipengaruhi oleh data konsumsi dan data ekspor.

a. Konsumsi

Data konsumsi magnesium hidroksida diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) dapat dilihat pada tabel 1.4 berikut:

Tabel 1.4 Data Konsumsi Magnesium Hidroksida di Indonesia

No.	Tahun	Jumlah (ton)	% Pertumbuhan
1	2015	16.84	-%
2	2017	2.8	-0,83 %
3	2019	4	0,43%
4	2020	6	0,47%
5	2021	51	7,75%
Rata-rata persen pertumbuhan			195,17%
Kenaikan rata-rata setiap tahun (i)			1,95

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Nilai rata-rata persen pertumbuhan pada data konsumsi sebesar 195,17% didapatkan dengan persamaan 1.1, sehingga nilai prediksi konsumsi tahun 2030 dapat dilihat melalui tabel 1.5 berikut:

Tabel 1.5 Prediksi data konsumsi hingga tahun 2030

Tahun	Jumlah(ton)
2021	51
2022	151,42
2023	446,9
2024	1.319,2
2025	3.893,9
2026	11.493,5
2027	33.924,9
2028	100.134,9
2029	295.564,4
2030	872.406,8

b. Ekspor

Data ekspor magnesium hidroksida di Indonesia yang di peroleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada 5 tahun terakhir terdapat pada tabel 1.6 berikut :

Tabel 1.6 Data ekspor Magnesium Hidroksida di Indonesia

No.	Tahun	Jumlah (ton)	% Pertumbuhan
1	2019	2.72632	0
2	2020	0.13051	-95,21%
3	2021	2.4062	1.743,69%
4	2022	0.311	-87,08%
5	2023	0.0115	-96,30%
Rata-rata persen pertumbuhan			293,02%
Kenaikan rata-rata setiap tahun (i)			2,93

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Dengan persamaan 1.1 rata-rata persen pertumbuhan ekspor magnesium hidroksida sebesar 293,02%, sehingga nilai prediksi ekspor hingga tahun 2030 seperti pada tabel 1.7 berikut:

Tabel 1.7 Prediksi nilai ekspor hingga tahun 2030

Tahun	Jumlah(ton)
2023	0,011
2024	0,045
2025	0,18
2026	0,69
2027	2,7
2028	10,8
2029	42,4
2030	166,6

Dengan menghitung perkiraan nilai konsumsi dan ekspor magnesium hidroksida di tahun 2030, maka didapatkan nilai *demand* dengan menjumlahkan kedua nilai tersebut.

$$Demand = \text{Konsumsi} + \text{Ekspor}$$

$$Demand = 872.406,77 + 166,57$$

$$Demand = 872.573,34 \text{ ton/tahun}$$

Penentuan kapasitas pabrik magnesium hidroksida di Indonesia pada tahun 2030 dapat ditentukan dengan pendekatan persamaan peluang magnesium hidroksida di Indonesia :

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

$$\text{Peluang} = (872.406,77 + 166,57) - (71.448 + 23.515,05)$$

$$\text{Peluang} = 872.573,34 \text{ ton/tahun} - 94.963,05 \text{ ton/tahun}$$

Peluang = 777.610,296 ton/tahun

Kapasitas pabrik magnesium hidroksida yang akan didirikan diambil 3% dari peluang dengan mempertimbangkan kapasitas produksi pabrik magnesium hidroksida yang sudah ada, sehingga nilai kapasitas adalah sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas Pabrik} = 777.610,296 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times 3\%$$

$$\text{Kapasitas Pabrik} = 23.328 \text{ ton/tahun}$$

Dengan mempertimbangkan peluang yang ada, jumlah kebutuhan magnesium hidroksida di dalam negeri dan kapasitas pabrik yang telah didirikan di luar negeri, maka diperoleh nilai kapasitas pabrik magnesium hidroksida pada tahun 2030 sebesar 23.328 ton/tahun atau 25.000 ton/tahun.

1.2.3 Ketersediaan *Bahan Baku*

Ketersediaan bahan baku merupakan aspek paling penting dalam pendirian dan keberlangsungan produksi suatu pabrik. Adapun bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan magnesium hidroksida, yaitu :

1. Magnesium Klorida

Magnesium Klorida diperoleh dari perusahaan Shandong Yuyuan Group Co.,Ltd. dengan kapasitas 30.000 ton/tahun, mampu memenuhi kebutuhan magnesium klorida sebanyak 64,5 ton/tahun. (yuyuangroup,2024)

2. Natrium Hidroksida

Natrium hidroksida didapatkan dari PT. Asahimas Chemical, Cilegon dengan kapasitas 700.000 ton/tahun, mampu memenuhi kebutuhan natrium hidroksida sebanyak 44,5 ton/tahun. (asc, 2024)

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Pemilihan Proses

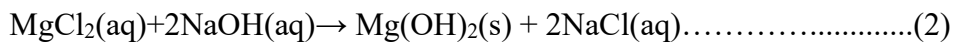
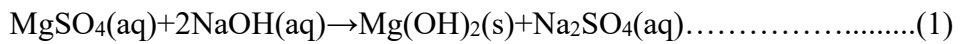
Magnesium hidroksida dapat di produksi dengan berbagai proses, antara lain :

1. Proses Presipitasi (Ditinjau dari Bahan baku)

Metode ini memanfaatkan reaksi kimia antara magnesium klorida ($MgCl_2$) dan natrium hidroksida ($NaOH$), yang menghasilkan endapan $Mg(OH)_2$ dan larutan natrium klorida ($NaCl$). Tahapan pertama dalam proses ini adalah persiapan bahan baku, di mana $MgCl_2$ biasanya diekstraksi dari air laut atau *bittern*, dan $NaOH$ disimpan dalam kondisi yang tepat untuk menjaga kemurniannya. Pengolahan air laut tersebut terbagi menjadi dua macam bahan baku yaitu dolomite ($CaCO_3$, $MgCO_3$), dan *Bittern*. Dolomite merupakan batuan sedimen yang terdiri dari magnesium karbonat dan kalsium karbonat, sedangkan *bittern* merupakan sebuah cairan induk yang yang dikeluarkan dari proses terakhir pembuatan garam di berbagai Industri (Briggs, 1969).

Mula – mula $MgCl_2$ dilakukan *pretreatment* untuk menghilangkan zat – zat pengotor, agar proses yang dilakukan menghasilkan produk yang lebih optimal. Pencampuran $MgCl_2$ dipompakan dimasukkan dalam reaktor dan ditambahkan $NaOH$ dengan tujuan untuk membentuk $Mg(OH)_2$, kemudian dimasukkan ke dalam *rotary vacuum filter* sehingga cake yang diperoleh lebih bersih. Cake yang terbentuk dimasukkan ke dalam *rotary dryer* untuk dikeringkan. Kemudian dilakukan *size reduciton* dengan menggunakan *ball mill* agar didapatkan produk dengan ukuran yang

diinginkan, kemudian baru dimasukkan ke dalam silo yang selanjutnya dilakukan pengepakan. Reaksi yang terjadi :

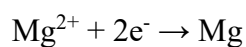


2. Proses Elektrolisis

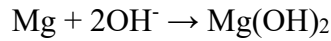
Elektrolisis merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam pembentukan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dari magnesium klorida (MgCl_2) dan natrium hidroksida (NaOH). Elektrolisis adalah reaksi penguraian zat dalam larutan dengan menggunakan arus listrik. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dapat dihasilkan dengan elektrolisis air laut dan *bittern*. Pada proses pembentukan $\text{Mg}(\text{OH})_2$, NaOH dilarutkan dalam air untuk membentuk larutan elektrolit yang mengandung ion Mg^{2+} , Cl^- , Na^+ dan OH^- . Kemudian sel elektrolisis yang terdiri dari dua elektroda berupa katoda dan anoda diisi larutan elektrolit. Arus listrik yang diterapkan ke elektroda akan memicu reaksi reduksi dan oksidasi. Ion Mg^{2+} bergerak menuju katoda dan ion Cl^- bergerak menuju anoda. Di katoda ion Mg^{2+} direduksi menjadi magnesium atau magnesium hidroksida. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ yang terbentuk di katoda dipisahkan dengan cara diendapkan. Berikut merupakan reaksi-reaksi yang terjadi pada proses elektrolisis :

- Reaksi Reduksi di katoda

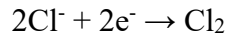
Ion Mg^{2+} menerima elektron untuk membentuk magnesium atau magnesium hidroksida



Dengan adanya ion OH⁻, magnesium yang terbentuk dapat bereaksi dengan air untuk membentuk magnesium hidroksida



- Reaksi Oksidasi di anoda



Metode ini jarang digunakan pada industri skala besar dikarenakan penggunaan alat yang sedikit rumit, akan tetapi hasil produk yang diinginkan bisa sangat murni. Umumnya metode ini dapat digunakan di industri berskala kecil seperti industri rumahan.

Dari kedua proses tersebut dapat disimpulkan perbandingan kelebihan dan kekurangan masing-masing metode. Dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1.8 Perbandingan Proses

Aspek	Proses Presipitasi	Proses Elektrolisis
Bahan baku	Magnesium klorida (MgCl ₂) dan natrium hidroksida (NaOH)	Air laut atau larutan magnesium klorida
Prinsip proses	$\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$	Elektrolisis air laut menghasilkan klorin
Kemurnian produk	Tinggi, dapat mencapai 97-98%	Variatif, tergantung pada kondisi elektrolisis
Biaya Operasional	Lebih rendah, karena proses lebih sederhana dan bahan baku yang mudah didapatkan	Lebih tinggi, karena konsumsi energi listrik yang besar
Dampak Lingkungan	Minimal, karena menghasilkan produk samping yang tidak berbahaya, Produksi NaCl sebagai limbah dapat diolah kembali	Lebih signifikan, karena produksi gas hidrogen dan kemungkinan polusi elektrolit, Emisi gas klorin (Cl ₂) memerlukan penanganan khusus
Keunggulan Utama	Kesederhanaan proses, biaya lebih rendah, kemurnian produk tinggi	Potensi penghasilan produk tambahan (mis. hidrogen) dan kemurnian kontrol yang baik

Berdasarkan uraian di atas, maka dipilih proses pembuatan Magnesium Hidroksida dengan proses Presipitasi dengan beberapa pertimbangan :

1. Konversi bahan baku menjadi produk lebih besar.
2. Proses presipitasi membutuhkan lebih sedikit energi dibandingkan dengan proses elektrolisis yang memerlukan konsumsi energi listrik yang tinggi.
3. Magnesium klorida dan natrium hidroksida mudah didapatkan dan biasanya tersedia dalam jumlah besar dan harga yang terjangkau.
4. Proses ini menghasilkan produk sampingan berupa natrium klorida (garam dapur), yang tidak berbahaya dan bahkan bisa dimanfaatkan lebih lanjut.

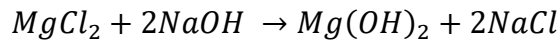
Presipitasi adalah Metode pengendapan masing-masing material dengan suatu reaktan. Penambahan NaOH akan menyebabkan proses pengendapan Magnesium Hidroksida dari magnesium. Dengan pengaturan suhu dan pengadukan akan mengarahkan kepada terbentuknya $(Mg(OH)_2)$. Konversi reaksi mencapai 99 %.

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika dimaksudkan untuk mengetahui perubahan energi yang terjadi selama reaksi antara $MgCl_2$ dan NaOH dalam membentuk magnesium hidroksida. Tinjauan termodinamika dapat dianalisa melalui perubahan entalpi (ΔH). Perubahan entalpi menggambarkan perubahan energi panas selama reaksi, sehingga nilai (ΔH) didapatkan dari $\Sigma\Delta H^\circ_{\text{reaktan}} - \Sigma\Delta H^\circ_{\text{produk}}$. Berikut perhitungan nilai ΔH_{R° dari reaksi pembentukan magnesium hidroksida.

Reaksi :



Komponen	Mol	ΔH_f° (kJ/kmol)	ΔH_f° (kJ)
MgCl ₂	1	-641,616	-641,616
NaOH	2	-426,736	-853,472
Mg(OH) ₂	1	-923,664	-923,664
NaCl	2	-410,994	-821,989

$$\Delta HR^\circ = \sum \Delta H_f^\circ (\text{produk}) - \sum \Delta H_f^\circ (\text{reaktan})$$

$$\Delta HR^\circ = \sum (\Delta H_f^\circ MgCl_2 + \Delta H_f^\circ NaOH) - \sum (\Delta H_f^\circ Mg(OH)_2 + \Delta H_f^\circ NaCl)$$

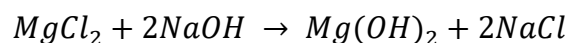
$$\Delta HR^\circ = -1.495,089 \text{ kJ} - (-1745.653 \text{ kJ})$$

$$\Delta HR^\circ = -250,564 \text{ kJ}$$

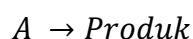
Nilai ΔHR° yang didapatkan sebesar -250.56392 kJ sehingga dapat disimpulkan bahwa reaksi tersebut bersifat *eksotermis* atau melepaskan panas.

1.4.2 Kinetika Reaksi

Reaksi yang terjadi pada pembentukan magnesium hidroksida dari magnesium klorida dan natrium hidroksida yaitu :



Reaksi tersebut mengikuti reaksi orde satu, dimana reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



(Hau Radja B dkk., 2021)

Reaksi tersebut merupakan reaksi orde satu semu, disebabkan dalam reaksi pembentukan magnesium hidroksida, NaOH sebagai salah satu reagen dibuat berlebih, ketika MgCl₂ dan NaOH bereaksi NaOH tidak habis bereaksi (Hau Radja, B dkk., 2021). Pada reaksi orde satu, hubungan laju reaksinya terdapat pada persamaan berikut :

$$-\ln(1 - X_A) = kt$$

Berdasarkan hukum *arrhenius* terdapat energi aktivasi yang dibutuhkan untuk mengaktifkan reaktan agar dapat bereaksi. Persamaan laju konstanta reaksi ditentukan dengan persamaan *arrhenius* sebagai berikut :

$$k = k_0 e^{-E_a/RT} \text{ atau } \ln k = \ln k_0 - \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T}$$

Sehingga persamaan konstanta laju reaksi pada reaksi presipitasi magnesium hidroksida dengan bahan baku magnesium klorida dan natrium hidroksida didapatkan :

$$k = 9,34 e^{-\frac{2129,8}{T}} / \text{menit}$$

(Hau Radja, B dkk., 2021)

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Produk yang akan dihasilkan berupa magnesium hidroksida dan produk samping berupa natrium klorida dengan spesifikasi yang akan dijelaskan pada tabel

2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Spesifikasi Magnesium Hidroksida

Komponen	Keterangan
Rumus molekul	Mg(OH) ₂
Massa molekul	58,3197 g/mol
Densitas	2,3446 g/cm ³
Warna	Padatan putih
Titik lebur	350°C
Enthalpy (ΔH_f (298))	-924,7 kJ/mol
Energi Bebas Gibbs (ΔG)	-833,7 kJ/mol
Kemurnian	98,95% Impuritas : <ul style="list-style-type: none">- MgCl₂ : 0,06%- NaCl : 0,20%- NaOH : 0,59%- Na₂CO₃ : 0,0029%- Na₂SO₄ : 0,0003%- Fe : 0,00007%- H₂O : 0,21%
Sifat kimia	Mudah larut dalam HCl

(Othmer,1981)

Tabel 2.2 Spesifikasi Produk Samping Natrium Klorida

Komponen	Keterangan
Rumus molekul	NaCl
Massa molekul	58,44 g/mol
Fase	Cair
Densitas	1,08 g/cm ³
Warna	Tidak berwarna
Kelarutan dalam air	20°C
Kemurnian	23,1% Impuritas : - MgCl ₂ : 6,4% - NaOH : 2,1% - Na ₂ CO ₃ : 0,07% - Na ₂ SO ₄ : 0,007% - Fe : 0,002% - H ₂ O : 68,2%

(merckgroup, 2017)

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada produksi magnesium hidroksida berupa magnesium klorida dan natrium hidroksida. Berikut merupakan tabel spesifikasi magnesium klorida dan natrium hidroksida.

Tabel 2.3 Spesifikasi Magnesium Klorida

Komponen	Keterangan
Rumus molekul	MgCl ₂
Massa molekul	95,211 g/mol (<i>anhidrat</i>)
	203,31 g/mol (<i>hexahidrat</i>)
Warna	Putih
Wujud	Padat
Densitas	2,32 g/ml
Titik Didih	1412 °C
<i>Enthalpy</i> (ΔH_f (298))	-641,1 kJ/mol
Energi Bebas Gibbs (ΔG)	-591,6 kJ/mol
Kemurnian	99,5% Impuritas : - NaCl : 0,003%
Kelarutan dalam 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)
Sifat kimia	Larut dalam air dan alkohol
	Mudah Terbakar

(Kirk-Othmer,1981)

Tabel 2.4 Spesifikasi Natrium Hidroksida

Komponen	Keterangan
Rumus molekul	NaOH
Massa molekul	40 g/mol
Warna	Bening
Wujud	Padat
Densitas	1,8832 g/cm ³
Titik Didih	13,19 °C
Titik lebur	318,4 °C
Kelarutan	174 g/L
Viskositas cP	78,00
Kemurnian	98% Impuritas : - Na ₂ CO ₃ : 0,4% - NaCl : 0,03% - Na ₂ SO ₄ : 0,04% - Fe : 0,01%
Sifat kimia	<ul style="list-style-type: none"> • Korosif • Hidroskopis • Bereaksi dengan asam

(Perry,1999,"*Sodium Hydroxide*".)

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah kegiatan-kegiatan untuk memastikan apakah kebijaksanaan dalam hal mutu atau standar dapat tercermin dalam hasil akhir. Pengendalian kualitas pada pabrik magnesium hidroksida ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk. Dengan kata lain pengendalian mutu adalah usaha

mempertahankan mutu/kualitas dan barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan. tujuan pengendalian kualitas adalah sebagai berikut:

1. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang ditetapkan.
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
3. Mengusahakan agar biaya disains produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku merupakan salah satu faktor penting yang dapat menentukan kualitas produk akhir. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan untuk proses produksi, serta untuk mencegah terjadinya penyimpangan kualitas yang dapat disebabkan oleh bahan baku yang tidak sesuai, kesalahan operasi, atau kerusakan alat. Oleh karena itu, perlu pengujian kualitas terhadap bahan baku berupa magnesium klorida dan natrium hidroksida sebelum dilakukannya proses produksi. Jika bahan baku yang diuji tidak memenuhi standar yang diinginkan, kemungkinan besar bahan tersebut akan dikembalikan kepada *supplier*.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi

Pengendalian kualitas proses produksi merupakan faktor krusial yang mempengaruhi kualitas produk akhir. Jika terdapat kekurangan kualitas dalam proses produksi yang tidak sesuai dengan standar, produk yang dihasilkan akan

dikategorikan sebagai cacat dan 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/transducer* berfungsi menghasilkan informasi tentang besaran yang diukur.
- b. *Transmitter* memproses informasi atau sinyal yang dihasilkan oleh *sensor/transducer* agar sinyal tersebut dapat ditransmisikan.
- c. *Controller* berfungsi membandingkan sinyal pengukuran dengan nilai besaran yang diinginkan (*set point*) dan menghasilkan sinyal komando berdasarkan strategi *control* tertentu.
- d. *Actuator* berfungsi mengubah masukan proses sesuai dengan sinyal komando dari pengontrol.

Pengendalian dan pengawasan berlangsungnya suatu proses dilakukan menggunakan alat kontrol yang berpusat di ruang kontrol dengan metode kontrol otomatis. Jika terjadi penyimpangan pada indikator yang telah di *setting*, hal ini dapat terdeteksi melalui sinyal atau tanda seperti lampu yang menyala dan bunyi alarm. Ketika penyimpangan terjadi, proses harus dikembalikan pada kondisi semula, baik secara manual atau otomatis.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

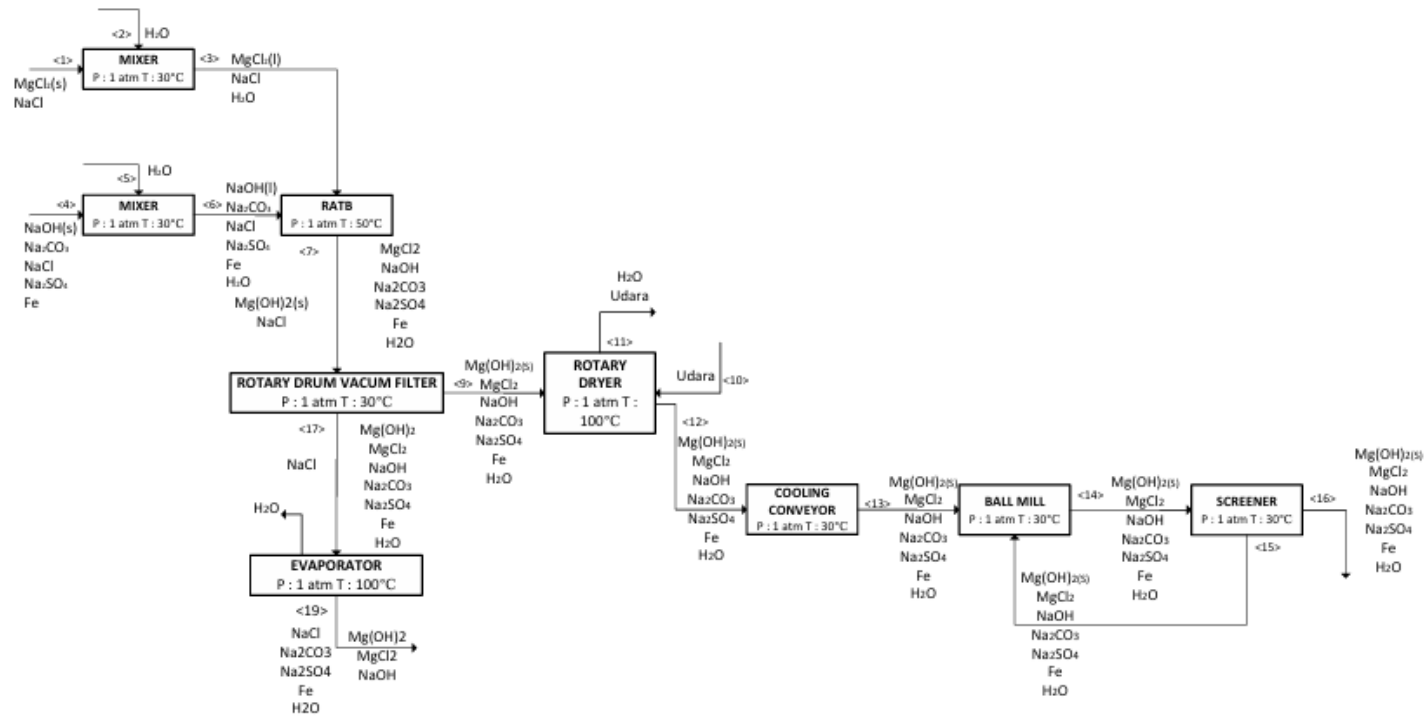
pengendalian kualitas adalah aktivitas untuk menjaga dan mengarahkan agar kualitas produk perusahaan dipertahankan sebagaimana yang telah direncanakan. Beberapa alasan mengapa pengendalian mutu harus dilakukan:

- a. Agar produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya, sehingga dapat memuaskan konsumen didalam memenuhi kebutuhan dan keinginannya.
- b. Kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi dapat dihindarkan sehingga akan menghemat pemakaian bahan baku, dan sumber daya lainnya, serta produk-produk yang cacat atau rusak dapat dikurangi.

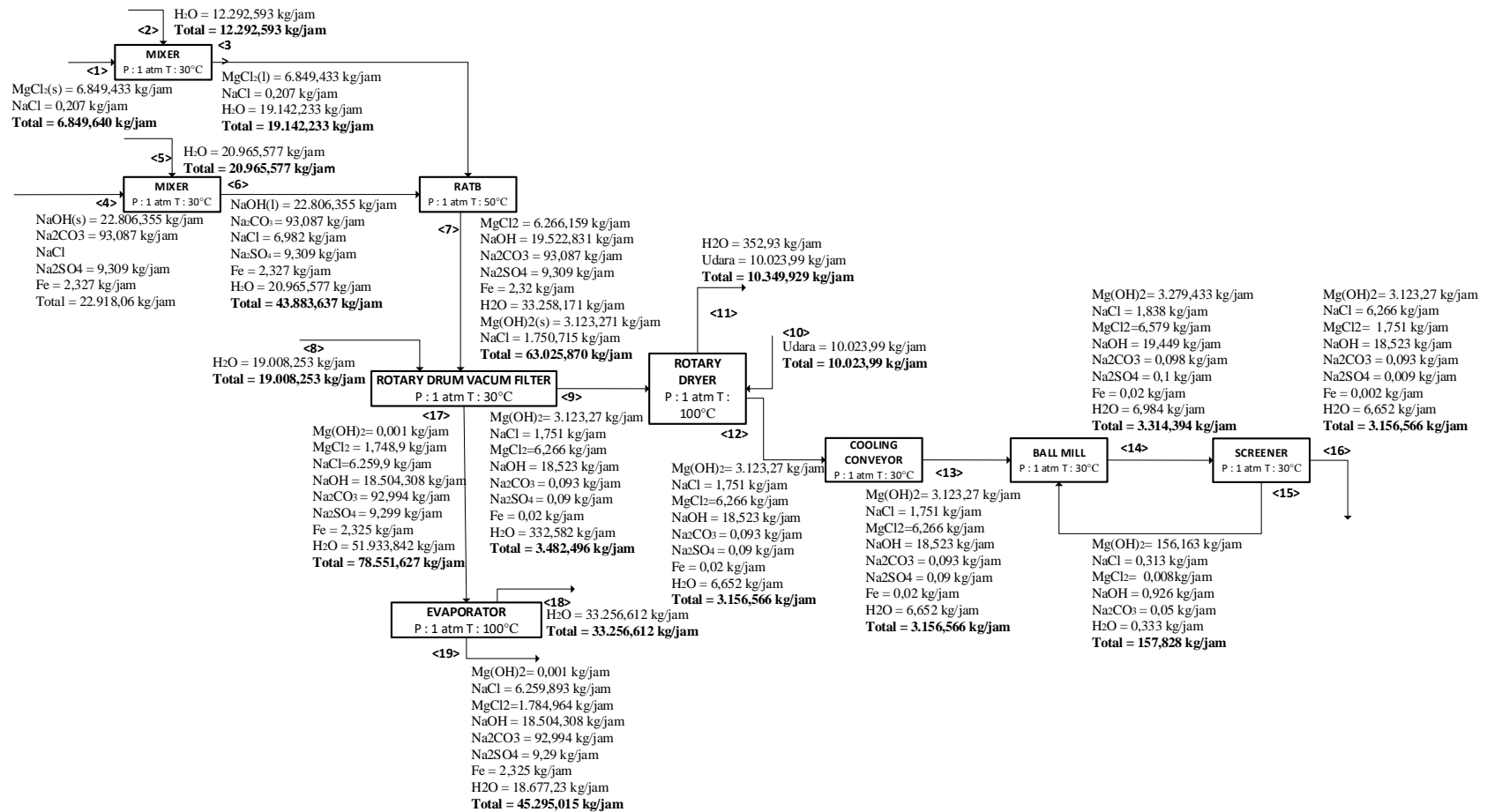
Dengan adanya pengendalian kualitas, produk-produk yang dihasilkan perusahaan akan memenuhi standar yang ditetapkan oleh perusahaan. Dengan begitu jumlah penyimpangan yang terjadi pada produk akan berkurang sehingga akan memberikan keuntungan bagi perusahaan.

BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1 Diagram Alir Proses dan Material



Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif

3.2 Uraian Proses

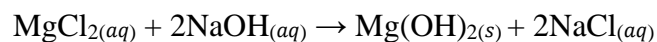
Proses pembuatan magnesium hidroksida diproduksi dari magnesium klorida dan natrium hidroksida dengan kapasitas 25.000 ton/tahun terdiri dari beberapa tahap, yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap reaksi, dan tahap pemurnian produk. Berikut uraian proses pembuatan magnesium hidroksida :

3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku Magnesium Klorida ($MgCl_2$) berwujud padatan disimpan di dalam *Silo Storage* (ST-01) pada suhu $30^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm. Dari *silo storage*, selanjutnya dilewatkan dalam *belt conveyor* (BC-01) kemudian dimasukkan ke *hopper* dan ditambah air untuk dimasukkan bersama-sama menjadi larutan jenuh magnesium klorida dalam *mixer* (M-01) pada kondisi tekanan 1 atm dengan *temperature* $30^{\circ}C$. Natrium Hidroksida (NaOH) dalam bentuk padatan dan mengandung *impuritas* seperti Na_2CO_3 , NaCl, Na_2SO_4 , dan Fe disimpan di dalam *Silo Storage* (ST-02) pada suhu $30^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm. Dari *silo storage*, dilewatkan dalam *belt conveyor* (BC-02) kemudian dimasukkan ke *hopper* selanjutnya ditambah air untuk dimasukkan ke *mixer* (M-02) pada kondisi tekanan 1 atm dengan *temperature* $30^{\circ}C$ sehingga dicapai larutan jenuh natrium hidroksida. Larutan $MgCl_2$ dari Mixer 1 dan larutan NaOH dari *Mixer* 2 kemudian diumpankan secara bersamaan ke dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) (R-01). Di dalam reaktor ini, reaksi presipitasi terjadi pada suhu $60^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm, menghasilkan *slurry* $Mg(OH)_2$ dan larutan NaCl.

3.2.2 Tahap Reaksi

Tahap reaksi utama berlangsung di Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) (RE-01) yang beroperasi pada suhu 50°C dan tekanan 1 atm. Reaktor CSTR (R-01) dilengkapi dengan jaket pendingin yang berfungsi agar suhu reaktor tetap pada 50°C. Di dalam reaktor ini, larutan MgCl₂ dari *Mixer* 1 dan larutan NaOH dari *Mixer* 2 bercampur dan bereaksi untuk menghasilkan magnesium hidroksida (Mg(OH)₂) dalam bentuk *slurry* serta natrium klorida (NaCl) dalam larutan. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Impuritas seperti Na₂CO₃, NaCl, Na₂SO₄, Fe, MgCl₂, dan H₂O akan terlarut dalam reaksi ini. Hasil keluaran dari reaktor berupa *slurry* Mg(OH)₂ dan larutan NaCl. Dengan konversi reaksi Mg(OH)₂ sekitar 74,44%.

3.2.3 Tahap Pemurnian Produk

Untuk memisahkan padatan magnesium hidroksida dan larutan natrium klorida digunakan *Rotary Vacuum Filter* (RVF-01) dengan tekanan 1 atm dan suhu 50°C. Kemudian mengeringkan kristal basah magnesium hidroksida menjadi kristal kering dengan menghilangkan sebagian air digunakan *Rotary Dryer* (RD-01) dengan udara bersuhu 100°C. Proses pengeringan ini bertujuan untuk menghilangkan kelebihan air dari Mg(OH)₂ hingga mencapai kadar air yang diinginkan. Hasilnya adalah Mg(OH)₂ kering dengan kadar air yang rendah. Setelah dikeringkan, Mg(OH)₂ kemudian didinginkan menggunakan *Cooling Conveyor* (CL-01) hingga suhu 30°C, untuk stabilisasi sebelum proses selanjutnya. *Cooler* berperan dalam menurunkan suhu produk sebelum dilakukan proses penggilingan

lebih lanjut. $Mg(OH)_2$ yang telah didinginkan masuk ke dalam *Ball Mill* (BM-01), yang berfungsi untuk menghaluskan partikel $Mg(OH)_2$ menjadi ukuran yang lebih kecil dan homogen. Proses penggilingan ini meningkatkan luas permukaan dan kehalusan partikel, yang penting untuk meningkatkan kualitas dan aplikasi produk akhir. Untuk memekatkan narium klorida digunakan *evaporator* (EV-01) pada kondisi operasi tekanan 1 atm dan suhu $148^\circ C$. Larutan jenuh dari *evaporator* dialirkan ke tangki penyimpanan (F-01).

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Spesifikasi Alat Pemisah

1. *Rotary Drum Vacuum Filter* (RDVF-01)

Tabel 3.1 Spesifikasi Alat RDVF-01

Spesifikasi Umum <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (RDVF-01)		
Kode alat	:	RDVF-01
Fungsi	:	Memisahkan produk berupa $Mg(OH)_2$ padat dari larutan NaCl
Tipe	:	Tangki silinder <i>horizontal</i>
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless Steel</i>
Jumlah	:	1
Kondisi Operasi		
Tekanan, atm	:	1
<i>Temperature, °C</i>	:	30

Tabel 3.1 Lanjutan

SKondisi Operasi	
Fase	: Padat-cair
Spesifikasi	
Diameter Drum, m	: 17,00
Panjang Drum, m	: 8,50
Luas Drum, ft ²	: 4884,97
Daya Motor, Hp	: 9
Harga	: Rp. 6.717.222.704,11

3.3.2 Spesifikasi Alat Pendukung

1. *Mixer* (MX-01)

Tabel 3.2 Spesifikasi Alat MX-01

Spesifikasi Umum <i>Mixer</i> (MX-01)	
Kode alat	: MX-01
Fungsi	: Tempat melarutkan Magnesium Klorida padat dengan penambahan air proses
Tipe	: Silinder <i>vertical</i> dengan <i>head</i> dan <i>bottom</i> berbentuk <i>torispherical</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-240 Type 304 grade S</i>

Tabel 3.2 Lanjutan

Spesifikasi Umum Mixer (MX-01)		
Jumlah	:	1
Kondisi Operasi		
Tekanan, atm	:	1
<i>Temperature, °C</i>	:	30
Fase	:	Padat-cair
Spesifikasi		
Volume, m ³	:	22,67
Tinggi cairan, m	:	2,54
Tinggi total, m	:	4,29
Shell		
Diameter (ID), m	:	3,05
Tinggi, m	:	3,05
Tebal, in	:	1/4
Head		
Bentuk	:	<i>torispherical</i>
Tinggi, m	:	0,62

Tabel 3.2 Lanjutan

<i>Head</i>	
Tebal, in	: 5/16
Pengaduk	
Jenis	: <i>Flat Six Blade Turbin with Disk</i>
Jumlah	: 1
Diameter, m	: 1,02
Kecepatan, rpm	: 47,51
Daya, Hp	: 3
Jumlah <i>baffle</i>	: 4
Lebar <i>baffle</i> , m	: 0,52
Jumlah	: 1
Harga	: Rp. 4.356.640.165,31

2. *Mixer (MX-02)*

Tabel 3.3 Spesifikasi Alat MX-02

Spesifikasi Umum <i>Mixer (MX-02)</i>	
Kode alat	: MX-02
Fungsi	: Tempat melarutkan Natrium Hidroksida padat dengan penambahan air proses

Tabel 3.3 Lanjutan

Spesifikasi Umum Mixer (MX-02)		
Tipe	:	Silinder vertical dengan <i>head</i> dan <i>bottom</i> berbentuk <i>torispherical</i>
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA-240 Type 304 grade S</i>
Jumlah	:	1
Kondisi Operasi		
Tekanan, atm	:	1
<i>Temperature</i> , °C	:	30
Fase	:	Padat-cair
Spesifikasi		
Volume, m ³	:	70,42
Tinggi cairan, m	:	3,81
Tinggi total, m	:	6,46
Shell		
Diameter (ID), m	:	4,48
Tinggi, m	:	4,48
Tebal, in	:	1/4

Tabel 3.3 Lanjutan

<i>Head</i>	
Bentuk	: <i>torispherical</i>
Tinggi, m	: 0,94
Tebal, in	: 3/8
Pengaduk	
Jenis	: <i>Flat Six Blade Turbin with Disk</i>
Jumlah	: 1
Diameter, m	: 1,52
Kecepatan, rpm	: 27,21
Daya, Hp	: 3
Jumlah baffle	: 4
Lebar baffle, m	: 0,78
Jumlah	: 1
Harga	: Rp. 4.958.200.438,72

3. *Evaporator* (EV-01)

Tabel 3.4 Spesifikasi Alat EV-01

Spesifikasi Umum <i>Evaporator</i> (EV-01)		
Kode alat	:	EV-01
Fungsi	:	Memekatkan larutan natrium klorida
Tipe	:	<i>Standart Vertical Tube Evaporator</i>
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>
Jumlah	:	1
Kondisi Operasi		
Tekanan, atm	:	1
<i>Temperature, °C</i>	:	30
Fase	:	Padat
Spesifikasi		
Kapasitas, kg/jam	:	78.551,63
Diameter, m	:	3,31
Tinggi <i>Shell</i> , m	:	6,63
Tebal <i>shell</i> , in	:	3/8
Tebal tutup, m	:	3/8

Tabel 3.4 Lanjutan

<i>Tube calandria</i>		
Ukuran	:	4 in IPS <i>schedule</i> 40
OD, m	:	0,1143
ID, m	:	0,1023
Panjang <i>Tube</i> , m	:	1,524
Jumlah <i>tube</i>	:	1052
Harga	:	Rp. 1.951.231.014,51

4. Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 3.5 Spesifikasi Alat RD-01

Spesifikasi Umum <i>Rotary Dryer</i> (RD-01)		
Kode alat	:	RD-01
Fungsi	:	Mengeringkan $Mg(OH)_2$ dengan udara panas
Tipe	:	<i>Single Shell Direct Heat</i>
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>
Jumlah	:	1

Tabel 3.5 Lanjutan

Kondisi Operasi		
Tekanan, atm	:	1
<i>Temperature</i> , °C	:	100
Fase	:	Padat
Spesifikasi		
Diameter, m	:	1,01
Panjang, m	:	4,06
Tebal <i>Shell</i> , in	:	3/16
<i>Time of passes</i> , menit	:	7,51
Kecepatan, rpm	:	5,27
Jumlah <i>Flight</i>	:	4
Tinggi <i>Flight</i> , m	:	0,14
Power, Hp	:	2
Jenis isolator	:	Batu Isolator
Tebal isolator, in	:	4
Kemiringan	:	10 °
Harga	:	Rp. 1.618.441.949,31

5. Cooling Conveyor (CC-01)

Tabel 3.6 Spesifikasi Alat CC-01

Spesifikasi Umum <i>Cooling Conveyor</i> (CC-01)		
Kode alat	:	CC-01
Fungsi	:	Mendinginkan Magnesium Hidroksida sampai dengan 30°C
Tipe	:	<i>Plain Spouts or Chutes</i>
Jumlah	:	1
Kondisi Operasi		
Tekanan, atm	:	1
<i>Temperature, °C</i>	:	30
Fase	:	Padat
Spesifikasi		
Kapasitas, cuft/jam	:	56,95
Diameter, m	:	0,152
Panjang, m	:	0,914
Power, Hp	:	3
Kecepatan, rpm	:	30
Harga	:	Rp. 282.021.465,27

6. Ball Mill (BM-01)

Tabel 3.7 Spesifikasi Alat BM-01

Spesifikasi Umum Ball Mill (BM-01)		
Kode alat	:	BM-01
Fungsi	:	Menghaluskan Magnesium Hidroksida menjadi 100 <i>mesh</i>
Tipe	:	<i>Marcy Ball Mill</i>
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon Steel</i>
Jumlah	:	1
Kondisi Operasi		
Tekanan, atm	:	1
<i>Temperature, °C</i>	:	30
Fase	:	Padat
Spesifikasi		
Ukuran <i>Ball Mill</i> , ft	:	6 x 4(1/2)
Kecepatan <i>Mill</i> , rpm	:	24
Power, Hp	:	85
Bola Baja		
Ukuran	:	5 in; 3,5 in; 2,5 in

Tabel 3.7 Lanjutan

Bola Baja		
Jumlah Bola 5 in	:	576,551 buah
Jumlah Bola 3,5 in	:	1.680 buah
Jumlah Bola 2,5 in	:	4.612 buah
Harga	:	Rp. 6.227.363.976,13

7. Screen (SCR-01)

Tabel 3.8 Spesifikasi Alat CC-01

Spesifikasi Umum Screen (SCR-01)		
Kode alat	:	SCR-01
Fungsi	:	Memisahkan Magnesium Hidroksida ukuran 100 <i>mesh</i>
Tipe	:	<i>Vibrating Screen</i>
Jumlah	:	1
Kondisi Operasi		
Tekanan, atm	:	1
<i>Temperature, °C</i>	:	100
Fase	:	Padat

Tabel 3.8 Lanjutan

Spesifikasi		
Kapasitas maksimum,ton/jam	:	7,5 – 80
<i>Speed</i> , vibrating/dt	:	50
Power, Hp	:	5,5
<i>Ty Equivalent Design</i> , mesh	:	100
Ukuran partikel	:	1 – 0,0164
Sesifikasi <i>Screen</i> , mm	:	1.200 × 3.700
Lubang saringan, mm	:	3 – 50
Ukuran <i>max feed</i> , mm	:	200
<i>Layers</i>	:	2
Frekuensi vibrasi, menit	:	1.200 – 1.800
Efisiensi	:	99,72 %
Harga	:	Rp. 440.247.464,81

8. *Blower* (BL)

Tabel 3.9 Spesifikasi Alat BL

Spesifikasi Umum <i>Blower</i> (BL)		
Kode alat	:	BL
Fungsi	:	Memindahkan udara dari udara bebas ke <i>Rotary Dryer</i>
Tipe	:	<i>Centrifugal Blower</i>
Jumlah	:	1
Bahan Konstruksi	:	<i>Commercial Steel</i>
Rate Volumetrik, ft ³ /jam	:	303.728,93
Efisiensi Motor	:	80%
Power, Hp	:	2
Harga	:	Rp. 175.890.838,89

3.3.3 Spesifikasi Reaktor

1. Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Tabel 3.10 Spesifikasi Alat R-01

Spesifikasi Umum <i>Reaktor</i> (R-01)		
Kode alat	:	R-01
Fungsi	:	Mereaksikan $\text{MgCl}_2 + \text{NaOH}$ menjadi $\text{Mg(OH)}_2 + \text{NaCl}$

Tabel 3.10 Lanjutan

Spesifikasi Umum Reaktor (R-01)		
Tipe	:	Reaktor Alir Tangki berpengaduk (RATB/CSTR) dengan jaket pendingin
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316</i>
Jumlah	:	2
Kapasitas, m ³	:	78,838
Kondisi Operasi		
Tekanan, atm	:	1
<i>Temperature, °C</i>	:	60
Fase	:	Cair
Waktu tinggal, jam	:	0,833
Konstruksi dan Material		
Diameter <i>shell</i> , m	:	6,09
Tebal <i>shell</i> , in	:	5/16
Tebal <i>head</i> , in	:	3/8
Tinggi <i>shell</i> , m	:	6,09
Tinggi total, m	:	8,93

Volume <i>shell</i> , m ³	:	78,46
--------------------------------------	---	-------

Tabel 3.10 Lanjutan

Konstruksi dan Material		
Volume <i>head</i> , m ³	:	2,23
Volume reaktor, m ³	:	76,23
Jenis <i>head</i>	:	<i>Torispherical Head</i>
Spesifikasi Pengaduk		
Jenis impeller	:	<i>Six Blade Turbin with Disk</i>
Diameter pengaduk, m	:	2,032
Jarak pengaduk dari dasar reaktor, m	:	1,524
Tinggi cairan dalam reaktor, m	:	5,49
Lebar <i>baffle</i> , m	:	1,04
Kecepatan pengaduk, rpm	:	21,10
Power, Hp	:	5
Spesifikasi Jaket pendingin		
Massa air, m ³ /jam	:	71.391,137
Tekanan desain, psia	:	28,045
Tebal dinding jaket, in	:	0,574
Diameter dalam, in	:	250,625

Tabel 3.10 Lanjutan

Spesifikasi Jaket pendingin		
Tinggi, ft	:	19,879
Harga	:	Rp. 10.837.500.000,00

3.3.4 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan

Tabel 3.11 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan

Tangki	SS-01	SS-02	SS-03	F-01
Fungsi Peruntukan alat	Sebagai tempat penyimpanan bahan baku Magnesium Klorida	Sebagai tempat penyimpanan bahan baku Natrium Hidroksida	Sebagai tempat penyimpanan produk Magnesium Hidroksida	Sebagai tempat penyimpanan produk Natrium Klorida
Lama penyimpanan	7 hari	7 hari	7 hari	7 hari
Fasa	Padat	Padat	Padat	Cair
Jumlah tangki	1	1	1	2
Kondisi Operasi	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm

Tabel 3.11 Lanjutan

Tangki	SS-01	SS-02	SS-03	F-01
Spesifikasi	Bahan Konstruksi : <i>Stainless Steel SA-240</i> <i>Type 316</i> Volume Tangki : 742,22 m ³ Diameter : 12,19 m Tinggi : 2,1336 m Tebal <i>Shell</i> : 0,5000 in	Bahan Konstruksi : <i>Stainless Steel SA-240</i> <i>Type 316</i> Volume Tangki : 2.426,04 m ³ Diameter : 18,29 m Tinggi : 2,1336 m Tebal <i>Shell</i> : 0,6250 in	Bahan Konstruksi : <i>Stainless Steel SA-240</i> <i>Type 316</i> Volume Tangki : 270,93 m ³ Diameter : 9,144 m Tinggi : 1,524 m Tebal <i>Shell</i> : 0,4375 in	Bahan Konstruksi : <i>Stainless Steel SA-240</i> <i>Type 316</i> Volume Tangki : 6.524,42 m ³ Diameter : 21,34 m Tinggi : 9,144 m Tebal <i>Shell</i> : 0,7500 in

Tabel 3.11 Lanjutan

Tangki	SS-01	SS-02	SS-03	F-01
Head & Bottom	Jenis : Silinder <i>vertikal</i> dengan tutup bawah konikal Tebal head: 0,5000 in	Jenis head: Silinder <i>vertikal</i> dengan tutup bawah konikal Tebal head: 0,7500 in	Jenis head: Silinder <i>vertikal</i> dengan tutup bawah konikal Tebal head: 0,4375 in	Jenis head: <i>Conical roof</i> Tebal head: 1,75 in Jenis bottom: <i>flat bottom</i> (alas datar) Tebal bottom: 1,25 in
Harga	Rp. 867.107.025,00	Rp. 706.184.460,00	Rp. 485.892.405,00	Rp. 1.568.604.420,00

3.3.5 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

a. Alat Transport Bahan Cair

Tabel 3.12 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair

Spesifikasi	Pompa		
	P-01	P-02	P-03
Kode Alat			
Fungsi	Memompa larutan Magnesium Klorida dari <i>Mixer-01</i> ke Reaktor	Memompa larutan Natrium Hidroksida dari <i>Mixer-02</i> ke Reaktor	Memompa larutan keluar Reaktor menuju RVF
Bahan yang dipompa	Magnesium Klorida	Natrium Hidroksida	Larutan keluar Reaktor
Viskositas (cP)	703,76	2.061,79	360,14
Densitas (Kg/m³)	1.219,30	1.348,99	1.291,46

Tabel 3.12 Lanjutan

Kode Alat	P-01	P-02	P-03
Tekanan (atm)	1	1	1
Kapasitas (m³/jam)	17,27	35,78	53,70
<i>Pump Head</i> (m)	6,933	3,659	2,554
Suhu Fluida (°C)	30	30	60
Jenis Aliran	<i>Laminar Flow</i>	<i>Laminar Flow</i>	<i>Laminar Flow</i>
Daya Pompa (HP)	15	20	40
Jumlah	1	1	1
Material	<i>Stainless Steel SA-240 Grade 316</i>	<i>Stainless Steel SA-240 Grade 316</i>	<i>Stainless Steel SA-240 Grade 316</i>
Harga	Rp. 120.032.124,95	Rp. 120.032.124,95	Rp. 120.032.124,95

Tabel 3.12 Lanjutan

Spesifikasi	Pompa	
	P-04	P-06
Kode Alat		
Fungsi	Memompa larutan filtrat dari <i>Rotary Vacuum Filter</i> ke <i>Evaporator-01</i>	Memompa larutan Natrium Klorida dari <i>Evaporator-01</i> ke tangki penyimpanan (F-01)
Bahan yang dipompa	Natrium Klorida	Natrium Klorida
Viskositas (cP)	288,78	1.910,97
Densitas (Kg/m ³)	1.185,59	1.406,08
Tekanan (atm)	1	1
Kapasitas (m ³ /jam)	72,88	35,43
<i>Pump Head</i> (m)	5,042	9,152

Tabel 3.12 Lanjutan

Kode Alat	P-04	P-05
Suhu Fluida (°C)	42	100
Jenis Aliran	<i>Laminar Flow</i>	<i>Laminar Flow</i>
Daya Pompa (HP)	30	75
Jumlah	1	1
Material	<i>Stainless Steel SA-240 Grade 316</i>	<i>Stainless Steel SA-240 Grade 316</i>
Harga	Rp. 160.553.382,53	Rp. 120.032.124,95

b. Alat Transportasi Bahan Padat

1. Belt Conveyor

Tabel 3.13 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Padat (*Belt Conveyor*)

Spesifikas	<i>Belt Conveyor</i>		
Kode Alat	BC-01	BC-02	BC-03
Fungsi	Mengangkut Magnesium Klorida dari Silo-01 ke <i>Bucket Elevator-01</i>	Mengangkut Natrium Hidroksida dari Silo-02 ke <i>Bucket Elevator-02</i>	Mengangkut Magnesium Hidroksida dari <i>Rotary Vacuum Filter</i> ke <i>Rotary Dryer-01</i>
Bahan yang diangkut	Padatan Mgnesium Klorida	Padatan Natrium Hidroksida	Padatan Magneisum Hidroksida
Suhu (°C)	30	30	30
Tekanan (atm)	1	1	1
Kapasitas (Kg/jam)	6.849,64	22.918,06	3.482,49

Tabel 3.13 Lanjutan

Kode Alat	BC-01	BC-02	BC-03
<i>Speed (m/min)</i>	60,96	60,96	60,96
Panjang (m)	5	5	5
Daya Motor (HP)	3	3	3
Material	<i>Rubber</i>	<i>Rubber</i>	<i>Rubber</i>
Harga	Rp. 82.599.722,58	Rp. 82.599.722,58	Rp. 82.599.722,58

Tabel 3.13 Lanjutan

Spesifikasi	<i>Belt Conveyor</i>		
Kode Alat	BC-04	BC-05	BC-06
Fungsi	Mengangkut Magnesium Hidroksida dari <i>Ball Mill-01</i> ke <i>Screen-01</i>	Mengangkut <i>recycle</i> Magnesium Hidroksida dari <i>Screen-01</i> ke <i>Ball Mill-01</i>	Mengangkut Magnesium Hidroksida dari <i>Screen-01</i> ke <i>Belt Elevator-04</i>
Bahan yang diangkat	Padatan Magnesium Hidroksida	Padatan <i>recycle</i> Magnesium Hidroksida	Padatan Magneisum Hidroksida
Suhu (°C)	30	30	30
Tekanan (atm)	1	1	1
Kapasitas (Kg/jam)	3.314,39	157,82	3.156,56
<i>Speed</i> (m/min)	60,96	60,96	60,96
Panjang (m)	5	5	5
Daya Motor (HP)	3	3	3

Tabel 3.13 Lanjutan

Kode Alat	BC-04	BC-05	BC-06
Material	<i>Rubber</i>	<i>Rubber</i>	<i>Rubber</i>
Harga	Rp. 82.599.722,58	Rp. 82.599.722,58	Rp. 82.599.722,58

2. *Bucket Elevator*

Tabel 3.14 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Padat (*Bucket Elevator*)

Spesifikasi	<i>Bucket Elevator</i>	
Kode Alat	BE-01	BE-02
Fungsi	Mengangkut Magnesium Klorida dari <i>Belt Conveyor-01</i> ke <i>Hopper-01</i>	Mengangkut Natrium Hidroksida dari <i>Belt Conveyor-02</i> ke <i>Hopper-02</i>
Jenis	<i>Centrifugal Discharge Bucket Elevator</i>	<i>Centrifugal Discharge Bucket Elevator</i>
Kapasitas (Kg/jam)	6.849,64	22.918,06
<i>Speed</i> (m/min)	40,26	134,72
Lebar <i>Belt</i> (m)	0,1778	0,1778
Tinggi <i>Belt</i> (m)	9,10	11,28
Daya Motor (HP)	2	3
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>
Harga	Rp. 180.816.383,80	Rp. 204.227.732,96

Tabel 3.14 Lanjutan

Spesifikasi	<i>Bucket Elevator</i>	
Kode Alat	BE-03	BE-04
Fungsi	Mengangkut bahan dari <i>Cooling conveyor-01</i> ke <i>Ball Mill-01</i>	Mengangkut produk Magnesium Hidroksida dari <i>Belt Conveyor-06</i> ke <i>Silo-03</i>
Jenis	<i>Centrifugal Discharge Bucket Elevator</i>	<i>Centrifugal Discharge Bucket Elevator</i>
Kapasitas (Kg/jam)	3.156,56	3.156,56
Speed (m/min)	18,55	18,55
Lebar Belt (m)	0,1778	0,1778
Tinggi Belt (m)	2,52	4,11
Daya Motor (HP)	2	2
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>
Harga	Rp. 112.231.662,73	Rp. 137.182.370,75

3.3.6 Spesifikasi Alat Transfer Panas

a. Heater

Tabel 3.15 Spesifikasi Alat Tranfer Panas

Spesifikasi	<i>Heater</i>		
	E-01	E-02	E-03
Fungsi	Memanaskan fluida keluaran <i>Mixer-01</i> ke dalam Reaktor (R-01) dari suhu 30°C menjadi suhu 50°C	Memanaskan fluida keluaran <i>Mixer-02</i> ke dalam Reaktor (R-01) dari suhu 30°C menjadi suhu 50°C	Memanaskan suhu udara yang akan masuk ke dalam <i>Rotary Dryer</i> (RD-01) dari suhu 30°C menjadi suhu 100°C
Jenis	<i>Shell and Tube</i>	<i>Shell and Tube</i>	<i>Shell and Tube</i>
Luas Transfer Panas (m²)	29,29	34,51	25,56

Tabel 3.15 Lanjutan

Kondisi Operasi				
Shell	Fluida	Umpan Reaktor (fluida keluar <i>Mixer-01</i> ke Reaktor)	Umpan Reaktor (fluida keluar <i>Mixer-02</i> ke Reaktor)	Udara
	Kapasitas (Kg/jam)	19.142,23	43.883,64	10.023,99
	Pressure Drop (Psi)	16,4	20,1	3,0
Tube	Fluida	<i>Steam</i>	<i>Steam</i>	<i>Steam</i>
	Kapasitas (Kg/jam)	545,82	1.286,19	616,83
	Pressure Drop (Psi)	1,68	2,56	1,68

Tabel 3.15 Lanjutan

Konstruksi dan Material				
Shell	Passes	1	1	1
	Baffle space (in)	4,31	4,31	4,81
	ID (in)	17,25	21,25	21,25
Tube	Passes	2	2	2
	BWG	16	16	16
	ID (in)	0,87	0,87	0,87
	OD (in)	1	1	1
Material	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>	
UD Btu/jam. ft².°F	107,52	170,96	25,32	

Tabel 3.15 Lanjutan

Konstruksi dan Material			
UC, Btu/jam. ft².°F	359,19	272,20	36,35
Rd required, Btu/jam. ft². °F	0,0020	0,0020	0,0020
Rd, Btu/jam. ft².°F	0,0065	0,0022	0,0120
Harga	Rp. 555.808.558,80	Rp. 582.336.860,57	Rp. 507.647.022,18

3.4 Neraca Massa

3.4.1 Neraca Massa Alat

1. Mixer (MX-01)

Tabel 3.16 Neraca Massa *Mixer* (MX-01)

Komponen	Input		Output
	Kg/jam		
	1	2	3
MgCl ₂	6.849,433		6.849,433
NaCl	0,207		0,207
H ₂ O		12.292,593	12.292,593
Sub total	6.849,640	12.292,593	19.142,233
Total		19.142,233	19.142,233

2. Mixer (MX-02)

Tabel 3.17 Neraca Massa *Mixer* (MX-02)

Komponen	Input		Output
	Kg/jam		
	4	5	6
NaOH	22.806,355		22.806,355
Na ₂ CO ₃	93,087		93,087
NaCl	6,982		6,982
Na ₂ SO ₄	9,309		9,309
Fe	2,327		2,327
H ₂ O		20.965,577	20.965,577
Sub total	22.918,060	20.965,577	43.883,637
Total		43.883,637	43.883,637

3. Reaktor (R-01)

Tabel 3.18 Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	<i>Input</i>		<i>Output</i>
	Kg/jam		
	7	9	11
Mg(OH) ₂			1.561,635
NaCl	3.424,716		875,357
MgCl ₂	0,103	3,491	3.133,079
NaOH		11.403,177	9.261,416
Na ₂ CO ₃		46,544	46,544
Na ₂ SO ₄		4,6544	4,654
Fe		1,163	1,164
H ₂ O	6.146,296	10.482,789	16.629,085
Sub total	95.71,116	21.941,818	31.512,935
Total		31.512,935	31.512,935

4. Reaktor (R-02)

Tabel 3.19 Neraca Massa Reaktor (R-02)

Komponen	Input		Output
	Kg/jam		
	8	10	12
Mg(OH) ₂			1.561,635
NaCl	3.424,716		875,357
MgCl ₂	0,103	3,491	3.133,079
NaOH		11.403,177	9.261,416
Na ₂ CO ₃		46,544	46,544
Na ₂ SO ₄		4,6544	4,654
Fe		1,163	1,164
H ₂ O	6.146,296	10.482,789	16.629,085
Sub total	95.71,116	21.941,818	31.512,935
Total		31.512,935	31.512,935

5. Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF-01)

Tabel 3.20 Neraca Massa Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF-01)

Komponen	Input		Output	
	Kg/jam			
	13	14	15	23
Mg(OH) ₂	3.123,271		3.123,270	0,0012
NaCl	1.750,715		1,751	1.748,964
MgCl ₂	6.266,159		6,266	6.259,893
NaOH	18.522,831		18,523	18.504,308
Na ₂ CO ₃	93,087		0,093	92,994
Na ₂ SO ₄	9,309		0,009	9,299
Fe	2,327		0,002	2,325
H ₂ O	33.258,171	19.008,253	332,582	51.933,842
Sub total	63.025,870	19.008,253	3.482,496	78.551,627
Total		82.034,123		82.034,123

6. Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 3.21 Neraca Massa Rotary Dryer (RD-01)

Komponen	<i>Input</i>		<i>Output</i>	
	Kg/jam			
	15	16	17	18
Mg(OH) ₂	3.123,270			3.123,270
MgCl ₂	1,751			1,751
NaCl	6,266			6,266
NaOH	18,523			18,523
Na ₂ CO ₃	0,093			0,093
Na ₂ SO ₄	0,009			0,009
Fe	0,002			0,002
H ₂ O	332,582		325,930	6,652
Udara		10.023,999	10.023,999	
Sub total	3.482,496	10.023,999	10.349,929	3.156,566
Total		13.506,494		13.506,494

7. Cooling Conveyor (CC-01)

Tabel 3.22 Neraca Massa Cooling Conveyor (CC-01)

Komponen	Input		Output
	Kg/jam		
	18		18
Mg(OH) ₂	3.123,270		3.123,270
MgCl ₂	1,751		1,751
NaCl	6,266		6,266
NaOH	18,523		18,523
Na ₂ CO ₃	0,093		0,093
Na ₂ SO ₄	0,009		0,009
Fe	0,002		0,002
H ₂ O	6,652		6,652
Sub total	3.156,566		3.156,566
Total	3.156,566		3.156,566

8. Ball Mill (BM-01)

Tabel 3.23 Neraca Massa Ball Mill (BM-01)

Komponen	Input		Output
	Kg/jam		
	19	21	20
Mg(OH) ₂	3.123,270	156,163	3.279,433
NaCl	1,751	0,088	1,838
NaOH	6,266	0,313	6,579
Na ₂ CO ₃	18,523	0,926	19,449
Na ₂ SO ₄	0,093	0,005	0,098
NaCl	0,009	0,000	0,010
Fe	0,002	0,000	0,002
H ₂ O	6,652	0,333	6,984
Sub total	3.156,566	157,828	3.314,394
Total		3.314,394	3.314,394

9. Screen (SCR-01)

Tabel 3.24 Neraca Massa Screen (SCR-01)

Komponen	<i>Input</i>	<i>Output</i>	
	Kg/jam		
	20	21	22
Mg(OH) ₂	3.279,433	156,163	3.123,270
MgCl ₂	1,838	0,088	1,751
NaCl	6,579	0,313	6,266
NaOH	19,449	0,926	18,523
Na ₂ CO ₃	0,098	0,005	0,093
Na ₂ SO ₄	0,010	0,000	0,009
Fe	0,002	0,000	0,002
H ₂ O	6,984	0,333	6,652
Sub total	3.314,394	157,828	3.156,566
Total	3.314,394	3.314,394	

10. Evaporator (EV-01)

Tabel 3.25 Neraca Massa Evaporator (EV-01)

Komponen	<i>Input</i>	<i>Output</i>	
	Kg/jam		
	23	24	25
Mg(OH)2	0,001		0,001
MgCl2	1.748,964		1.748,964
NaCl	6.259,893		6.259,893
NaOH	18.504,308		18.504,308
Na2CO3	92,994		92,994
Na2SO4	9,299		9,299
Fe	2,325		2,325
H2O	51.933,842	33.256,612	18.677,230
Sub total	78.551,627	33.256,612	45.295,015
Total	78.551,627		785.51,627

3.5 Neraca Panas

1. Mixer (MX-01)

Tabel 3.26 Neraca Panas Mixer (MX-01)

Komponen	<i>Input</i>	<i>Output</i>
	Kj/jam	
Q1	9456,6244	
Q2	257574,1905	
Q3		293364,6700
Panas Pelarutan		11.194,65
Beban Pemanas	37.528,50	
Total	304.559,32	304.559,32

3. Mixer (MX-02)

Tabel 3.27 Neraca Panas Mixer (MX-01)

Komponen	Input	Output
	Kj/jam	
Q4	163.841,31	
Q5	439.304,50	
Q6		690.603,89
Panas Pelarutan		25.503,88
Beban Pemanas	112.961,96	
Total	716.107,77	716.107,77

4. Reaktor (R-01)

Tabel 3.28 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Komponen	Input	Output
	Kj/jam	
Q3	1.463.626,472	
Q6	3.448.262,008	
Q13		4.859.214,012
Panas Reaksi	7.859.026,927	
Beban Pendingin		7.911.701,396
Total	12.770.915,407	12.770.915,407

5. Rotary Drum Vacuum Filter (RVF-01)

Tabel 3.29 Neraca Panas Rotary Drum Vacuum Filter (RVF-01)

Komponen	Input	Output
	Kj/jam	
Q13	4.859.214,012	
Q14	398.291,482	
Q15		94.127,061
Q23		5.163.378,432
Total	5.257.505,493	5.257.505,493

6. Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 3.30 Neraca Panas Rotary Dryer (RD-01)

Komponen	Input	Output
	Kj/jam	
Q15	94.127,061	
Q16	1.253.849,739	
Q17		1.084.941,930
Q18		263.034,870
Total	1.347.976,800	1.347.976,800

7. Cooling Conveyor (CC-01)

Tabel 3.31 Neraca Panas Cooling Conveyor (CC-01)

Komponen	<i>Input</i>	<i>Output</i>
	Kj/jam	
Q18	263.034,870	
Q18		17.528,666
Beban Pendingin		245.506,204
Total	263.034,870	263.034,870

8. Evaporator (EV-01)

Tabel 3.32 Neraca Panas Evaporator (EV-01)

Komponen	<i>Input</i>	<i>Output</i>
	Kj/jam	
Q23	5.163.378,432	
Q24		4.762.619,060
Q25		9.732.149,624
Beban pemanas	9.822.516,055	
Panas Penguapan		491.125,803
Total	14.985.894,487	14.985.894,487

9. Heat Exchanger (E-01)

Tabel 3.30

Tabel 3.33 Neraca Panas Heat Exchanger (E-01)

Komponen	Input	Output
	Kj/jam	
Q_{in}	293.364,670	
Q_{out}		1.463.626,472
Q_{supply}	1.231.854,529	
Q_{loss}		61.592,726
Total	1.525.219,199	1.525.219,199

10. Heat Exchanger (E-02)

Tabel 3.34 Neraca Panas Heat Exchanger (E-02)

Komponen	Input	Output
	Kj/jam	
Q_{in}	690.603,890	
Q_{out}		3.448.262,008
Q_{supply}	2.902.798,019	
Q_{loss}		145.139,901
Total	3.593.401,909	3.593.401,909

11. Heat Exchanger (E-03)

Tabel 3.35 Neraca Panas Heat Exchanger (E-03)

Komponen	<i>Input</i>	<i>Output</i>
	Kj/jam	
Qudara	10.074,119	1.219.779,106
Quap air	1.778,796	34.070,633
Qsteam	1.307.365,078	
Qpenguapan		65.368,254
Total	1.319.217,993	1.319.217,993

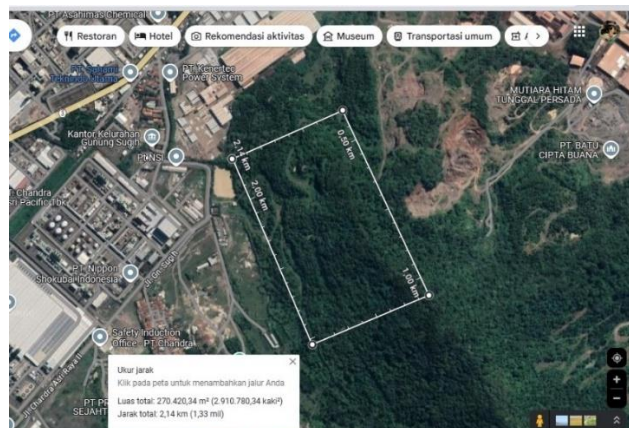
BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Salah satu faktor terpenting dalam merencanakan suatu pabrik adalah lokasi pendirian pabrik tersebut. Lokasi pabrik yang strategis dan tepat dapat mendukung kelancaran produksi. Beberapa aspek yang berpengaruh pada lokasi pabrik seperti akses terhadap bahan baku dan tenaga kerja, pasar dan berbagai infrastruktur lain. Selain itu penentuan lokasi pabrik juga memperhitungkan faktor eksternal seperti kebijakan pemerintah daerah pendirian pabrik, tarif pajak serta regulasi yang berlaku di lingkungan tersebut. Pendirian pabrik magnesium Hidroksida ini mempertimbangkan lokasi bahan baku sebagai pemilihan lokasi pabrik.

Pabrik Magnesium Hidroksida berkapasitas 25.000 ton/tahun berencana didirikan di daerah Cilegon, Banten, Jawa Barat.



Gambar 4.1 Peta Rencana Lokasi Pabrik

Pendirian Pabrik Magnesium Hidroksida berdasarkan beberapa pertimbangan :

1. Faktor Primer

a. Sumber bahan baku (*Raw Material*)

Dalam perencanaan pendirian Pabrik Magnesium Hidroksida bahan baku merupakan faktor utama penentuan lokasi. Bahan baku berupa natrium hidroksida didapatkan dari PT. Asahimas *Chemical* yang berlokasi di Cilegon, Banten. Kapasitas produksi natrium hidroksida padatan PT. Asahimas *Chemical* sebesar 70.000 ton/tahun, kapasitas tersebut dapat memenuhi kebutuhan natrium hidroksida yang dibutuhkan untuk pabrik magnesium hidroksida.

b. Letak dan sarana transportasi

Letak pabrik dalam penentuan lokasi selain dekat dengan bahan baku, kemudahan sarana transportasinya juga diperhitungkan. Adapun transportasi yang digunakan melalui jalur darat dan laut. Sehingga pabrik dirancang dekat dengan laut dan jalan utama di wilayah Cilegon, sehingga memudahkan pemasokan bahan baku maupun pemasaran baik dalam maupun luar negeri.

c. Pemasaran

Salah satu aspek yang perlu dipertimbangkan saat akan mendirikan pabrik yaitu daerah pemasaran. Hal-hal yang perlu diperhatikan diantaranya seperti :

- Jarak pemasaran dengan Lokasi pabrik
- Sistem pemasaran yang digunakan
- Prospek pemasaran di masa depan

d. Utilitas

Utilitas merupakan penunjang pada pendirian pabrik, sebagai kebutuhan dasar pendirian pabrik. Dimana hal-hal yang termasuk dalam utilitas berupa, ketersediaan listrik, air, dan udara. Pemilihan Cilegon sebagai tempat pendirian pabrik, sengan mempertimbangkan ketersediaan air yang didapatkan dari mengolah air laut dan ketersediaan listrik didapatkan dari PLTU Surlaya, Cilegon yang keduanya berlokasi tidak jauh dari pabrik.

e. Tenaga Kerja

Penduduk Kota Cilegon pada tahun 2024 berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), sebanyak 450,51 ribu. Sementara tingkat pengangguran yang tercatat pada tahun 2023 sebesar 7,25%, serta tingkat partisipasi pekerja sebesar 62,7%. Pendirian pabrik ini dapat memberi peluang tenaga kerja daerah Cilegon dan sekitarnya untuk memenuhi kebutuhan pekerja yang terdapat dalam pabrik. Untuk kelancaran proses produksi pabrik dibutuhkan tenaga kerja ahli dan professional yang berasal dari berbagai wilayah di Indonesia.

2. Faktor Sekunder

a. Perizinan

Lokasi Pabrik terletak di Kawasan industri, pemerintah setempat memberikan kemudahan dalam proses perkembangan industri.

b. Masyarakat

Masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik magnesium hidroksida karena mendukung tersedianya lapangan kerja bagi mereka, dan diperkirakan tidak mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat sekitarnya.

c. Prasarana

Prasarana yang mendukung dibutuhkan berupa jalan raya dan kendaraan harus tersedia. Selain itu, untuk meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup fasilitas social seperti fasilitas pendidikan, tempat ibadah, perbankan dan perumahan juga dipertimbangkan keberadaannya.

d. Kondisi Iklim dan Cuaca

Pendirian pabrik magnesium hidroksida perlu ditinjau hal-hal yang mempengaruhi kondisi operasi yaitu iklim berupa kelembapan udara, panas matahari dan lain sebagainya. Berdasarkan kondisi iklim, Cilegon beriklim tropis dengan suhu rata-rata 24°C hingga 30°C.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Untuk mendirikan suatu pabrik perlu pertimbangan dalam menentukan tata letak unit dan departemen dalam area pabrik yang luas. Tata letak pabrik meliputi tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat bekerjanya karyawan

maupun tempat peralatan. Perancangan tata letak pabrik yang tepat dapat meningkatkan efisiensi produksi, keselamatan dan kenyamanan karyawan serta kelancaran proses yang berlangsung.

Faktor-faktor yang dipertimbangkan untuk desain tata letak adalah sebagai berikut :

- a. Letak peralatan produksi, pengelompokan peralatan unit proses produksi dapat meminimalisir bahaya seperti kebakaran yang sewaktu-waktu dapat terjadi untuk memudahkan evakuasi.
- b. Pengembangan lokasi atau perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
- c. Penyediaan *service area* seperti masjid, rumah dinas, kantin tempat parkir, poliklinik dan tempat yang lain sebagai fasilitas untuk pekerja pabrik.
- d. Penyediaan jalan yang cukup lebar dan memperhatikan faktor keamanan dan keselamatan manusia.
- e. Instalasi dan utilitas, seperti pemasangan dan distribusi gas, udara, steam dan listrik untuk membantu mempermudah proses kerja dan perawatan.
- f. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak dengan pertimbangan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang besar.

Tata letak pabrik dapat dibagi menjadi beberapa area utama seperti :

a. Area administrasi

Area administrasi atau kantor berupa pusat kegiatan administrasi pabrik, selain itu juga laboratorium termasuk dalam area administrasi yang berfungsi sebagai pengawas mutu bahan baku dan produk serta sebagai pusat pengembangan.

b. Area proses dan ruang *control*

Kegiatan produksi berlangsung di area ini, dimana peralatan, mesin produksi, bahan baku dan produk ditempatkan. Sementara ruang *control* merupakan pusat pengendalian dan pemantauan jalannya produksi.

c. Area penyimpanan, bengkel dan garasi.

Area penyimpanan merupakan tempat menyimpan bahan, barang produksi dan material yang akan digunakan.

d. Area utilitas dan *Power Station*

Area utilitas dan *power station* merupakan area penyedia kebutuhan energi listrik, air, dan kebutuhan pendukung lain untuk pabrik.

e. Area pengolahan limbah

Area pengolahan limbah merupakan area yang digunakan untuk memproses dan memastikan limbah yang ditimbulkan selama proses masih berada dalam batas aman dan standar yang telah ditetapkan.

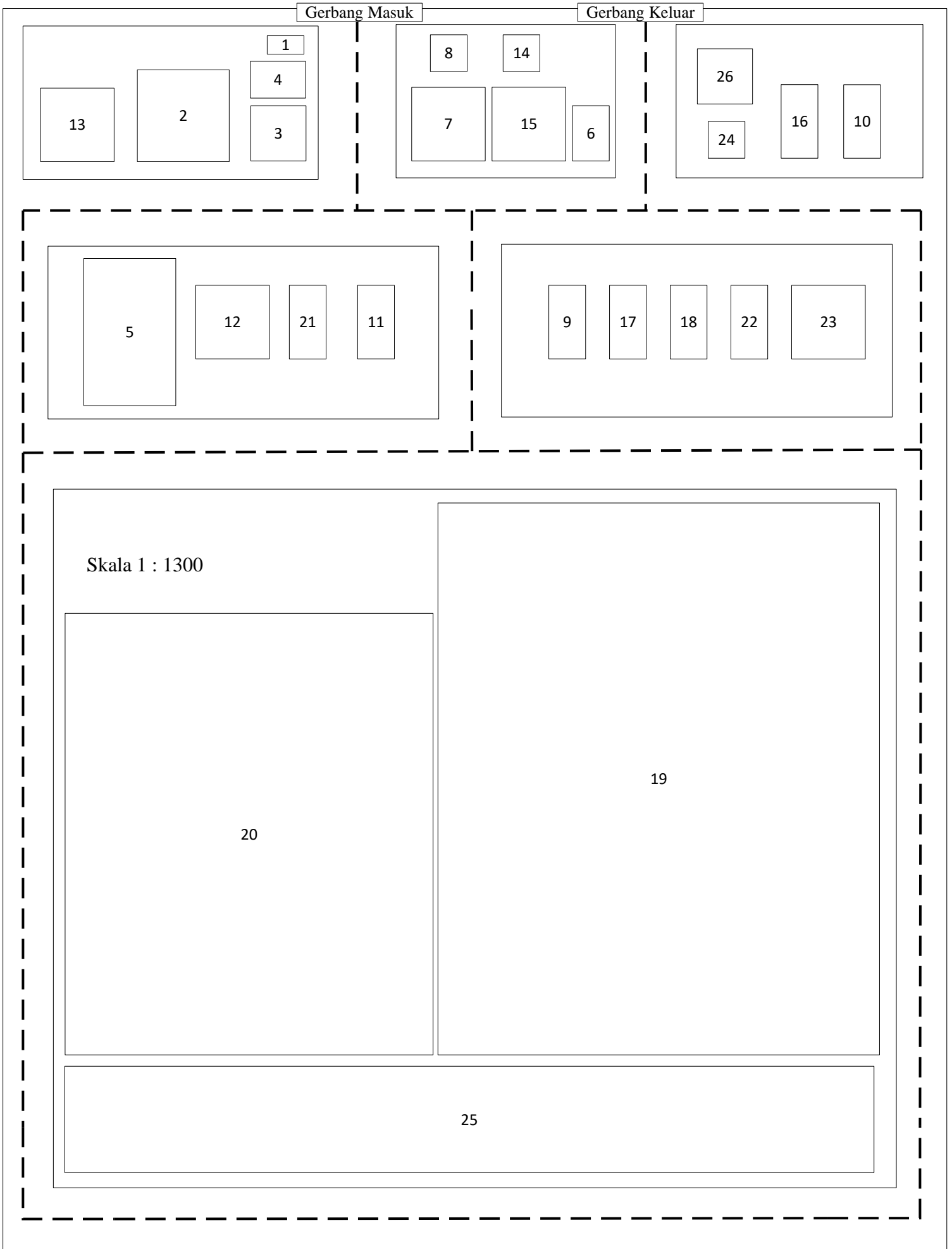
Tabel 4.1 Rincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik

No.	Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m ²)
1.	Pos Keamanan	10 x 5	50
2.	Kantor Utama	20 x 10	200
3.	Parkir Karyawan	15x 15	225
4.	Parkir Tamu	15 x 10	150
5.	<i>Power Plant</i>	40 x 25	1.000
6.	Masjid	15 x 10	150
7.	Area Mess	20 x 20	400
8.	Kantin	10 x 10	100
9.	Kantor Teknik dan Produksi	20 x 10	200
10.	Gedung Serba Guna	20 x 10	200
11.	Laboratorium	20 x 10	200
12.	Area Timbang Truk	20 x 20	400
13.	Area Parkir Truk	20 x 20	400

Tabel 4.1 Lanjutan

No.	Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m²)
14.	Poliklinik	10 x 10	100
15.	Perpustakaan	15 x 10	150
16.	Unit Pemadam Kebakaran	15 x 10	150
18.	Ruang Kendali Proses	15 x 10	150
19.	Ruang Kendali Utilitas	15 x 10	150
20.	Area Proses	150 x 120	18.000
21.	Area Utilitas	150 x 100	15.000
22.	Bengkel	15 x 10	150
23.	Unit Pengolahan Limbah	15 x 10	150
24.	Gudang Peralatan	20 x 15	300
25.	Taman	10 x 10	100
26.	Daerah Perluasan	90 x 20	1.800
27.	Jalan	50 x 50	2.500
28.	Luas Bangunan		42.375
29.	Luas Tanah		1.375

TATA LETAK PABRIK MAGNESIUM HIDROKSIDA KAPASITAS 25000 TON/TAHUN



Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik Magnesium Hidroksida

1. Pos Keamanan	15. Perpustakaan
2. Kantor Utama	16. Unit Pemadam Kebakaran
3. Parkir Karyawan	17. Ruang Kendali Proses
4. Parkir Tamu	18. Ruang Kendali Utilitas
5. Power Plant	19. Area Proses
6. Masjid	20. Area Utilitas
7. Area Mess	21. Bengkel
8. Kantin	22. Unit Pengolahan Limbah
9. Kantor Teknik dan Produksi	23. Gudang Peralatan
10. Gedung Serba Guna	24. Taman
11. Laboratorium	25. Daerah Perluasan
12. Area Timbang Truk	26. Lapangan
13. Area Parkir Truk	27. Jalan
14. Poliklinik	28. Luas Bangunan
	29. Luas Tanah

4.3 Tata Letak Mesin/ Alat Proses (*Machines Layout*)

Tata letak alat proses atau *Machines Layout* merupakan pengaturan yang optimum terhadap alat-alat proses pabrik. Perancangan tata letak alat proses yang optimum dapat menguntungkan secara ekonomi karena dapat meminimalisir biaya konstruksi dan kegiatan operasional produksi dapat berjalan secara efisien. Selain itu, hal ini menjadi penting karena berkaitan dengan keamanan, keselamatan dan kenyamanan karyawan selama berkerja. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam mengatur tata letak alat proses sebagai berikut :

a. Aliran Bahan Baku dan Produk

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan proses produksi.

b. Aliran Udara

Sirkulasi udara di dalam dan sekitar area proses harus dipastikan kelancarannya. Sirkulasi udara yang lancar diperlukan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia

berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. Selain itu, arah hembusan angin juga perlu menjadi perhatian.

c. Pencahayaan

penerangan di seluruh area pabrik harus memadai terutama pada malam hari, karena pabrik bekerja selama 24 jam dalam sehari. Selain itu, pada area tertentu dimana terdapat yang memiliki peralatan proses dengan risiko bahaya tinggi memerlukan pencahayaan tambahan.

d. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Lalu lintas manusia dan kendaraan di area proses perlu diperhatikan, termasuk jarak antar alat, lebar jalan dan kemudahan akses bagi karyawan untuk mencapai alat-alat proses. Hal ini bertujuan agar jika terjadi gangguan pada alat, karyawan dapat dengan cepat untuk memperbaiki untuk mengurangi potensi bahaya. Selain itu, jika terjadi ledakan atau kebakaran pada alat, kendaraan dan alat pemadam kebakaran dapat dengan mudah menjangkau alat tersebut.

e. Jarak antar Alat Proses

Dalam perancangan tata letak alat proses, jarak antar alat proses perlu diperhitungkan secara cermat, terutama untuk alat-alat yang beroperasi pada suhu dan tekanan yang tinggi. Alat-alat tersebut harus ditempatkan di lokasi khusus yang terpisah dari alat-alat proses yang lain. Hal ini bertujuan agar, jika terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, risiko bahaya terhadap alat proses lain dapat diminimalkan.

f. Pertimbangan Ekonomi

Penyusunan tata letak alat proses yang tepat dan optimum diharapkan dapat meminimalisir biaya operasi sehingga dapat menguntungkan secara ekonomi, namun tetap harus mengedepankan aspek keamanan dan keselamatan.

g. Perluasan dan Pengembangan Pabrik

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

Ada tiga macam penyusunan tata letak alat proses, yaitu:

1. Tata Letak Produk atau Garis (*Products Layout/Line Layout*)

Susunan mesin atau peralatan berdasarkan urutan proses produksi. Biasanya digunakan pada pabrik yang memproduksi suatu jenis produk dalam jumlah besar dan mempunyai tipe proses kontinyu. Pabrik Magnesium Hidroksida ini akan didirikan dalam penyusunan tata letak alat prosesnya menggunakan Tata Letak Produk atau Garis (*Products Layout/Line Layout*).

2. Tata Letak Proses atau Fungsional (*Process/Fungsional Layout*)

Penyusunan mesin atau peralatan berdasarkan fungsi yang sama pada ruang tertentu. Biasanya digunakan pada pabrik yang memproduksi lebih dari satu jenis produk.

3. Tata letak Kelompok (*Group Layout*)

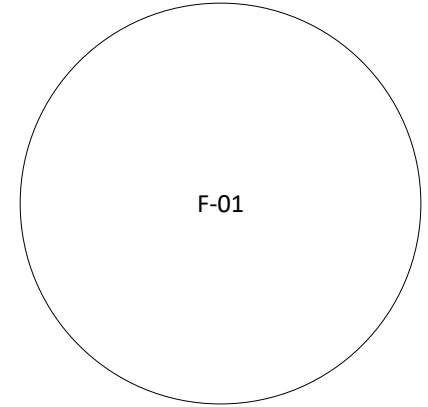
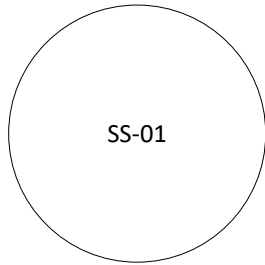
Kombinasi dari *Line Layout* dan *Process Layout*. Biasanya dipakai oleh perusahaan besar yang memproduksi lebih dari satu jenis produk.

h. Kemudahan Pemeliharaan

Kemudahan pemeliharaan juga perlu diperhatikan dalam penempatan peralatan proses. Hal ini penting karena pemeliharaan yang rutin diperlukan untuk menjaga agar peralatan beroperasi sesuai fungsinya dan memiliki umur yang

panjang. Penempatan alat yang baik akan memberikan ruang gerak yang cukup untuk memperbaiki maupun untuk membersihkan peralatan.

SKALA 1:400



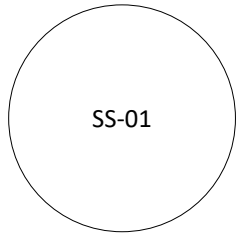
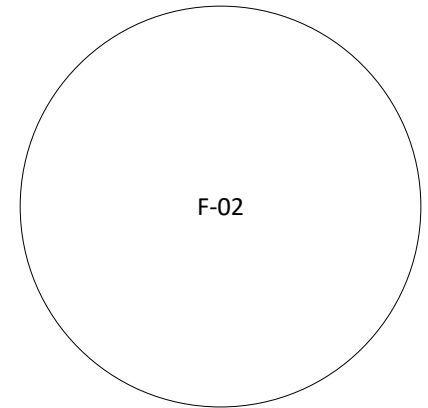
MX-01



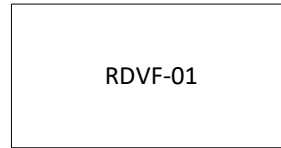
R-01



R-02



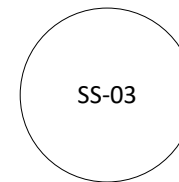
MX-02



RD-01



BM-01



Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses Magnesium Hidroksida

Keterangan:

SS-01	: Silo $MgCl_2$
SS-02	: Silo NaOH
MX-01	: <i>Mixer</i> $MgCl_2$
MX-02	: <i>Mixer</i> NaOH
R-01	: Reaktor
R-02	: Reaktor
RVF-01	: <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>
RD-01	: <i>Rotary Dryer</i>
BM-01	: <i>Ball Mil</i>
SS-03	: Silo $MgOH_2$
EV-01	: Evaporator
F-01	: Tangki Penyimpanan NaCl
F-02	: Tangki Penyimpanan NaCl

4.4 Organisasi Perusahaan

Organisasi perusahaan dibuat untuk membagi tugas dan wewenang masing masing karyawan agar dapat berjalan dengan baik.

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik Magnesium Hidroksida dengan kapasitas 25.000 ton/tahun akan dibangun dalam bentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan (PT) adalah bentuk perusahaan yang modalnya berasal penjualan saham dimana tiap pihak turut mengambil bagian sebanyak satu satuan atau lebih. Pemegang

saham bertanggung jawab melakukan penyetoran penuh terhadap jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Adapun pemilihan bentuk Perseroan Terbatas pada pendirian perusahaan ini dilatar belakangi oleh beberapa pertimbangan, antara lain:

1. Kemudahan dalam Mendapatkan Modal

PT memiliki akses yang lebih luas untuk mendapatkan modal dengan cara menjual saham perusahaan kepada investor atau publik. Hal ini memberikan kesempatan yang lebih besar untuk mengembangkan perusahaan.

2. Tanggung Jawab Terbatas bagi Pemegang Saham

Pemegang saham hanya bertanggung jawab atas kewajiban perusahaan sebesar proporsi kepemilikan saham mereka. Artinya, risiko kerugian pemegang saham terbatas pada modal yang mereka tanamkan, tanpa melibatkan aset pribadi.

3. Pemisahan antara Pemilik dan Pengurus

Struktur PT memungkinkan pemisahan yang jelas antara pemilik (pemegang saham) dan pengurus (direksi). Ini memungkinkan profesionalisme dalam pengelolaan perusahaan dan menjaga jalannya operasional sesuai dengan peraturan yang berlaku.

4. Keberlanjutan Perusahaan yang Lebih Terjamin

Bentuk PT menjamin kelangsungan usaha yang lebih kuat karena tidak bergantung pada keberadaan satu orang pemilik. Perusahaan tetap dapat berjalan meski terjadi perubahan pemegang saham, direksi, atau karyawan, sehingga memastikan stabilitas dan kesinambungan operasional.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas yaitu antara lain:

1. Pendirian Berdasarkan Akta Notaris dan Hukum Dagang

PT harus didirikan dengan akta notaris dan disahkan oleh Kementerian Hukum dan HAM sesuai dengan Undang-Undang yang berlaku di Indonesia.

2. Badan Hukum Terpisah dari Pemilik

PT memiliki status badan hukum yang terpisah dari pemegang saham dan pengurusnya, sehingga aset perusahaan dan pemilik tidak tercampur.

3. Kemampuan untuk Meraih Keuntungan dari Kegiatan Skala Besar

PT memiliki potensi keuntungan yang besar karena dapat menjalankan kegiatan usaha berskala besar, didukung oleh struktur modal yang kuat dan akses yang lebih mudah ke berbagai sumber pendanaan.

4. Setiap pemegang saham memiliki tanggung jawab atas perusahaan sebanyak modal saham yang tertanam

4.4.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi adalah elemen fundamental yang membantu perusahaan berjalan secara efektif dan efisien. Struktur organisasi didefinisikan sebagai salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Struktur ini menggambarkan bagaimana berbagai bagian perusahaan diatur, termasuk posisi, tugas, kedudukan, wewenang, dan tanggung jawab setiap anggota dalam perusahaan.

Untuk mendapatkan sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

1. Perumusan Tujuan Perusahaan dengan Jelas
2. Membagi Tugas yang jelas
3. Pendelegasian Wewenang yang Tepat
4. Kesatuan perintah dan tanggung jawab

Pada pabrik magneisum hidroksida ini, bentuk organisasinya adalah lini dan *staff*. Terdapat pengelompokan wewenang yaitu lini dan *staff*. Kelompok lini merupakan orang-orang yang mengerjakan tugas pokok diantaranya memberi keputusan dan kebijaksanaan dalam mencapai tujuan perusahaan, sedangkan kelompok *staff* merupakan orang-orang yang membantu untuk merealisasikan tujuan tersebut. Dalam hal ini kelompok lini akan melakukan tugas pokok organisasi, sedangkan kelompok staf mengerjakan kegiatan penunjang. Metode ini memberikan penugasan yang jelas antara pimpinan hingga *staff* sehingga meningkatkan koordinasi. Pada pabrik magnesium hidroksida terdapat 3 posisi pegawai dalam setiap departemen, antara lain:

1. *Supervisi* / Kepala Bagian

Supervisi bertugas untuk mengawasi serta mengendalikan proses di pabrik, mengawasi kerja dan mengevaluasi kinerja karyawan sudah sesuai standar yang telah ditetapkan dan memberikan arahan pada bawahannya.

2. Junior *Supervisi* / Kepala Seksi

Junior *Supervisi* bertugas sebagai asisten dari *Supervisi* serta bertanggung jawab untuk mengawasi kinerja karyawan.

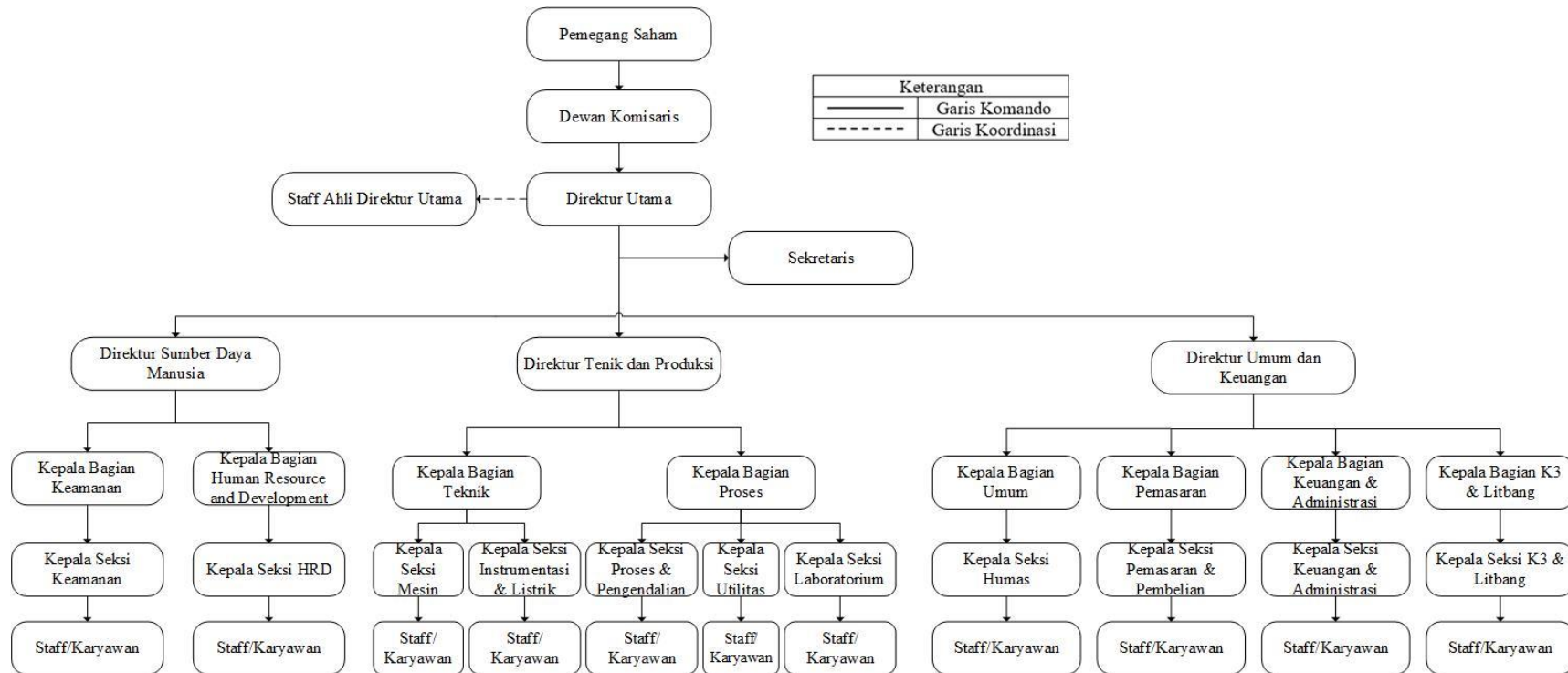
3. Karyawan

Karyawan bertugas sebagai pelaksana yang berada di bawah arahan *Supervisi* dan *Junior Supervisi*. Karyawan akan melakukan tugas-tugas yang diberikan sesuai dengan departemen.

Berdasarkan hal-hal tersebut maka dibentuklah suatu struktur organisasi dengan jenjang kepemimpinan sebagai berikut :

- a. Pemegang saham
- b. Dewan komisaris
- c. Direktur Utama
- d. Direktur
- e. Kepala Bagian / *Supervisi*
- f. Kepala Seksi / *Junior Supervisi*
- g. Karyawan dan Operator

Dari organisasi diatas memiliki tanggung jawab dan wewenang dari masing-masing jenjang kepemimpinan yang berbeda-beda. Tanggung jawab dan wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu dewan komisaris, sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada pemegang saham.



Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan

4.4.3 Tugas dan Wewenang

a. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah pihak yang mengumpulkan dana untuk mendirikan dan menjalankan operasi perusahaan. Oleh karena itu, dalam Perseroan Terbatas (PT), badan tertinggi adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Melalui RUPS, pemegang saham berperan dalam beberapa keputusan strategis yang penting bagi perusahaan. Pertama, mereka berwenang mengangkat dan memberhentikan anggota komite, yang biasanya bertanggung jawab atas pengawasan dan audit kinerja perusahaan. Kedua, pemegang saham memilih serta memberhentikan anggota direksi yang menjalankan operasional sehari-hari dan bertanggung jawab langsung atas keberhasilan perusahaan. Terakhir, dalam RUPS tahunan, pemegang saham meninjau dan menyetujui laporan laba rugi perusahaan, yang mencerminkan kinerja finansial tahunan serta menjadi dasar keputusan untuk pembagian *dividen* atau rencana investasi lebih lanjut.

b. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris memiliki tugas dan wewenang yang berfokus pada pengawasan, pemantauan, dan pengarahan strategis, memastikan bahwa proyek berjalan sesuai dengan kepentingan pemegang saham serta standar yang ditetapkan. sehingga Dewan Komisaris bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Berikut adalah beberapa tugas dan wewenang Dewan Komisaris dalam perancangan pabrik:

1. Mengawasi tugas Direksi dalam menjalankan manajemen perusahaan.

2. Memberikan saran dan nasihat kepada Direksi mengenai kebijakan manajemen dan operasional perusahaan.
 3. Mengawasi pelaksanaan rencana jangka panjang perusahaan serta rencana kerja dan anggaran perusahaan.
 4. Mengadakan rapat secara berkala untuk membahas isu-isu penting.
 5. Menilai dan menyetujui rancangan yang dibuat oleh Direksi terkait kebijakan, target keuntungan, alokasi sumber dana, serta strategi pemasaran.
- c. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan, yang bertanggung jawab penuh terhadap arah dan kemajuan perusahaan. Direktur Utama memiliki tugas dan wewenang yang signifikan dalam memastikan bahwa proyek berjalan sesuai dengan visi strategis, efisiensi anggaran, dan standar keselamatan. Beberapa tugas dan wewenang Direktur Utama, antar lain:

1. Direktur Utama bertanggung jawab untuk memimpin, mengelola, dan mengarahkan seluruh jalannya perusahaan.
2. Mengawasi dan mengevaluasi manajemen risiko perusahaan serta sistem pengendalian internal.
3. Menyusun rencana kerja tahunan dalam bentuk anggaran dasar tahunan yang mencakup proyeksi keuangan dan rencana strategis. Rencana ini kemudian diajukan kepada Dewan Komisaris untuk disetujui, sebagai langkah awal dalam pelaksanaan aktivitas perusahaan.

4. Direktur Utama memiliki wewenang untuk mengangkat dan memberhentikan karyawan dalam perusahaan.
5. Bertanggung jawab penuh terhadap hasil keuangan perusahaan, termasuk keuntungan maupun kerugian.
6. Mengkoordinasi berbagai kegiatan mulai dari administrasi, kepegawaian, hingga pengadaan barang.

Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur utama dibantu oleh Direktur Operasi dan Produksi serta Direktur Administrasi dan Umum. Direktur Operasi bertugas memimpin kegiatan pabrik yang berkaitan dengan semua aspek produksi, operasi pabrik, pengembangan, pemeliharaan, peralatan, pengadaan, serta laboratorium. Sementara itu, Direktur Administrasi dan Umum bertanggung jawab atas hal-hal yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran hubungan masyarakat dan keselamatan kerja.

d. Direktur

Tugas direktur secara umum adalah melakukan koordinasi dan pengawasan terhadap pekerjaan di lingkungan atau bagiannya yang sesuai dengan pemberian pimpinan perusahaan. Pada perusahaan yang dibangun ini, terdiri atas direktur teknik dan produksi, serta direktur umum dan keuangan. Direktur teknik dan produksi memiliki tugas dan wewenang kepada direktur utama dalam bidang teknik, *Research and development* (R&D) dan bidang produksi agar dapat dikoordinasikan, diatur dan diawasi pelaksanaan pekerjaan kepala bagian yang menjadi bawahannya. Beda halnya dengan direktur utama dan keuangan yang bertanggung jawab terhadap direktur utama dalam bidang

keuangan, bidang umum, bidang *health safety environment* (HSE) dan pemasaran serta mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala bagian yang menjadi bawahannya.

e. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri atas:

1. Kepala Bagian Keamanan

Bertanggung jawab memastikan keamanan perusahaan melalui pengawasan lingkungan kerja, serta menyusun dan mengimplementasikan kebijakan keamanan. Kepala Bagian Keamanan juga melakukan penilaian risiko dan merancang langkah mitigasi untuk menjaga ketertiban dan keselamatan.

2. Kepala Bagian *Human Resource and Development* (HRD)

Mengelola seluruh aktivitas terkait sumber daya manusia, termasuk rekrutmen, pelatihan, dan pengembangan karyawan. Selain itu, bertugas menjaga administrasi kepegawaian dan merancang kebijakan kesejahteraan karyawan agar selaras dengan tujuan perusahaan.

3. Kepala Bagian Teknik

Mengawasi seluruh aktivitas pemeliharaan dan perbaikan peralatan serta memastikan peralatan berjalan optimal. Bertanggung jawab mengatur jadwal perawatan rutin dan berkoordinasi dengan bagian lain untuk memenuhi kebutuhan teknis perusahaan.

4. Kepala Bagian Proses

Bertanggung jawab atas keseluruhan proses produksi, memastikan bahwa produksi berjalan sesuai standar kualitas dan efisiensi. Kepala Bagian Proses juga mengawasi parameter proses agar target produksi tercapai.

5. Kepala Bagian Laboratorium

Menyediakan dukungan analisis untuk produksi melalui pengujian bahan baku dan produk akhir. Kepala Bagian Laboratorium memastikan akurasi hasil analisis dan mengelola standar prosedur pengujian.

6. Kepala Bagian Umum

Mengelola fasilitas umum dan logistik perusahaan, memastikan ketersediaan layanan yang mendukung operasional. Kepala Bagian Umum juga bertanggung jawab dalam administrasi umum perusahaan.

7. Kepala Bagian Pemasaran

Bertugas menyusun dan menjalankan strategi pemasaran untuk meningkatkan penjualan. Kepala Bagian Pemasaran juga bertanggung jawab menjaga hubungan dengan pelanggan dan mencari peluang pasar.

8. Kepala Bagian Keuangan & Administrasi

Mengelola keuangan perusahaan, termasuk pengawasan alur kas, pembuatan anggaran, dan penyusunan laporan keuangan. Kepala Bagian ini juga melakukan analisis keuangan untuk mendukung pengambilan keputusan strategis.

9. Kepala Bagian K3 & Lingkungan

Mengawasi penerapan standar keselamatan kerja dan kepatuhan lingkungan. Tugas dari kepala bagian kesehatan kerja dan lingkungan yaitu bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan keselamatan kerja karyawan.

f. Kepala Seksi

Kepala seksi merupakan pelaksana pekerja dalam lingkup bagian sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing. Setiap kepala seksi tentunya bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya. Kepala seksi terdiri atas :

1. Kepala Seksi Keamanan

Bertanggung jawab terhadap masalah keamanan di lingkungan pabrik serta menjaga semua bangunan dan fasilitas perusahaan, mengawasi keluar masuknya orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik serta menjaga rahasia yang berhubungan dengan internal perusahaan.

2. Kepala Seksi HRD

Menyusun program rekrutmen dan orientasi karyawan baru, serta melaksanakan pelatihan dan pengembangan SDM. Kepala Seksi HRD juga bertanggung jawab dalam pengelolaan data administrasi karyawan dan mendukung proses evaluasi kinerja.

3. Kepala Seksi Mesin

Mengawasi pemeliharaan mesin dan memastikan kondisi mesin siap pakai. Kepala Seksi Mesin bertugas melakukan inspeksi berkala dan menjaga kelancaran operasi peralatan mekanik.

4. Kepala Seksi Instrumentasi & Listrik

Kepala seksi instrumentasi dan elektronik memiliki tugas yaitu bertanggung jawab atas penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

5. Kepala Seksi Proses & Pengendalian

Bertugas mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan pengendalian dan pengawasan mutu.

6. Kepala Seksi Utilitas

Tugasnya yaitu bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

7. Kepala Seksi Laboratorium

Kepala seksi laboratorium bertugas mengawasi dan menganalisa mutu terhadap bahan baku dan bahan pembantu, mengawasi serta menganalisa mutu produksi, dan mengawasi hal-hal terkait pembuangan pabrik.

8. Kepala Seksi Humas

Bertanggung jawab dalam mengatur hubungan dengan masyarakat atau hubungan antar perusahaan dengan masyarakat di luar perusahaan.

9. Kepala Seksi Pemasaran & Pembelian

Kepala seksi pemasaran bertugas untuk merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi barang dari gudang. Kepala seksi pembelian Bertugas dalam melakukan pembelian bahan baku dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan, serta mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku dan mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

10. Kepala Seksi Keuangan & Administrasi

Bertugas dalam melakukan penyelenggaraan pencatatan keuangan dalam hal administrasi seperti pencatatan hutang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

11. Kepala Seksi K3 & Lingkungan

Bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Kesehatan Kerja dan Lingkungan dalam hal keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan kerja dan produksi. Tugas dari kepala seksi ini adalah melakukan manajemen dan tata tertib terhadap para pekerja serta melakukan pelatihan mengenai K3 untuk meningkatkan kualitas pekerja dalam memahami konsep *behavior based safety*.

12. Karyawan dan Operator

Operator bertugas dalam menjalankan mesin produksi, memastikan kelancaran proses produksi, memastikan kelancaran proses produksi, dan mengontrol kualitas dari produk.

4.4.4 Status Karyawan dan Sistem Upah

Status perusahaan dapat berkembang dengan baik jika didukung oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang dapat mendukung perkembangan perusahaan adalah pemakaian sumber daya manusia untuk ditempatkan pada bidang-bidang pekerjaan yang sesuai dengan keahlian yang dimiliki. Faktor tenaga kerja merupakan faktor yang sangat menunjang dalam masalah kelangsungan berjalannya proses produksi serta menjamin beroperasinya alam dalam pabrik. Maka dari itu harus dijaga hubungan antara karyawan dengan perusahaan, karena hubungan yang baik akan menimbulkan semangat kerja dan dapat meningkatkan produktivitas kerjanya, tentunya hal ini juga akan meningkatkan produktivitas perusahaan. Hubungan yang baik jika terdapat komunikasi dan fasilitas yang diberikan perusahaan kepada karyawan. Salah satu contoh adalah sistem penggajian atau pengupahan yang sesuai dengan Upah Minimum *Regional* (UMR) sehingga kesejahteraan dapat ditingkatkan.

Sistem upah karyawan pada perusahaan tentunya berbeda-beda tergantung status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian yang dimiliki. Penggolongan karyawan dapat dibagi menjadi tiga bagian atau golongan, yaitu:

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap ini merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) dari direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

b. Karyawan Harian

Karyawan harian merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan (SK) dari direksi dan mendapat gaji harian yang dibayar tiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan

Karyawan Borongan ini merupakan karyawan yang bekerja di pabrik atau perusahaan jika diperlukan saja. Karyawan ini menerima gaji Borongan untuk suatu pekerjaan yang telah disetujui.

4.4.5 Pembagian Jadwal dan Jam Kerja Karyawan

Pabrik Magnesium Hidroksida direncanakan beroperasi selama 24 jam sehari secara kontinyu. Jumlah hari kerja selama setahun yaitu 330 hari. Hari lainnya digunakan untuk proses perawatan dan perbaikan dengan catatan hari kerja:

a. Cuti Tahunan

Karyawan mempunyai hak terhadap cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan, maka hak tersebut akan hilang pada tahun tersebut.

b. Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (*non shift*), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan *shift*, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai hari lembur (*overtime*).

c. Kerja Lembur

Kerja lembur (*overtime*) dapat dilakukan apabila terdapat keperluan yang mendesak dan atas persetujuan dari kepala bagian.

Dalam kerjanya, karyawan dibedakan menjadi dua, yaitu karyawan *non shift* dan karyawan *shift*.

a. Karyawan *Non Shift*

Karyawan *non-shift* merupakan karyawan yang tidak menangani secara langsung proses produksi. Yang termasuk karyawan *non-shift* adalah Direktur, Kepala Bagian, Kepala Seksi, serta bagian administrasi. Karyawan *non-shift* bekerja dengan rincian jam kerja sebagai berikut :

Senin - Kamis	: 07.30-15.30 (Istirahat 12.00-13.00)
Jumat	: 07.30-16.30 (Istirahat 11.00-13.00)
Sabtu-minggu	: Hari libur, termasuk hari libur nasional

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* merupakan karyawan yang menangani langsung proses produksi serta mengatur bagian-bagian tertentu di pabrik yang berhubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi selama 24 jam. Karyawan *shift* mencakup operator produksi, bagian teknik, gudang dan utilitas, bagian pengendalian, laboratorium, serta petugas keamanan. Karyawan bekerja secara bergantian dalam 3 *shift* dengan penjabaran sebagai berikut :

<i>Shift</i> Pagi	: 07.30-15.30
<i>Shift</i> Sore	: 15.30-23.30
<i>Shift</i> Malam	: 23.30-07.30

Karyawan bekerja selama 8 jam per hari. Dengan pola bekerja 3 hari kerja diikuti 1 hari libur.

Tabel 4.2 Pembagian *Shift* Karyawan

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

Keterangan :

I, II, III, IV : Kelompok Kerja

L : Libur

P, S, M : Pagi, Siang, Malam

4.4.6 Penggolongan Jabatan dan Sistem Gaji

a. Penggolongan Jabatan

Masing-masing jabatan dan struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan maupun tanggung jawabnya. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari lulusan SMA hingga S-2. Penggolongan terkait jabatan berdasarkan jenjang pendidikan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Penggolongan Jabatan

No.	Jabatan	Pendidikan
1	Direktur Utama	S-2
2	Sekretaris Direktur Utama	S-1
3	<i>Staff Ahli</i> Direktur Utama	S-1
4	Direktur Sumber Daya Manusia	S-1
5	Direktur Teknik dan Produksi	S-1
6	Direktur Umum dan Keuangan	S-1
7	Kepala Bagian Keamanan	S-1
8	Kepala Bagian <i>Human Resource and Development</i>	S-1
9	Kepala Bagian Teknik	S-1
10	Kepala Bagian Produksi	S-1
11	Kepala Bagian Umum	S-1
12	Kepala Bagian Keuangan & Administrasi	S-1
13	Kepala Bagian K3 & Litbang	S-1
14	Kepala Seksi Keamanan	D-3
15	Kepala Seksi HRD	S-1
16	Kepala Seksi Mesin	S-1
17	Kepala Seksi Instrumentasi & Listrik	S-1
18	Kepala Seksi Proses & Pengendalian	S-1
19	Kepala Seksi Utilitas	S-1
20	Kepala Seksi Laboratorium	S-1

Tabel 4.3 Lanjutan

No.	Jabatan	Pendidikan
21	Kepala Seksi Humas	S-1
22	Kepala Seksi Pemasaran & Pembelian	S-1
23	Kepala Seksi Keuangan & Administrasi	S-1
24	Kepala Seksi K3 & Litbang	S-1
25	Operator	D-3/D-4/S-1
26	<i>Cleaning Service</i>	SLTA/Sederajat
27	<i>Security</i>	SLTA/Sederajat
28	Supir	SLTA/Sederajat
29	Bengkel	SLTA/D-3
30	Dokter	S-1
31	Perawat	D3/D-4/S-1
32	Karyawan	D-3/S-1

b. Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan yang dibutuhkan tentu saja disesuaikan dengan tepat sehingga pelaksanaan proses dapat berjalan dengan baik dan efisien. Rincian jumlah tenaga kerja dan gaji karyawan dapat dilihat pada tabel :

Tabel 4.4 Harga Gaji Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Direktur Utama	1	Rp. 40.000.000	Rp. 40.000.000
2	Sekretaris Direktur Utama	1	Rp. 10.000.000	Rp. 10.000.000
3	Staff Ahli Direktur Utama	1	Rp. 9.000.000	Rp. 9.000.000
4	Direktur Sumber Daya Manusia	1	Rp. 20.000.000	Rp. 20.000.000
5	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp. 20.000.000	Rp. 20.000.000
6	Direktur Umum dan Keuangan	1	Rp. 20.000.000	Rp. 20.000.000
8	Kepala Bagian <i>Human Resource and Development</i>	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
9	Kepala Bagian Teknik	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
11	Kepala Bagian Umum	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
12	Kepala Bagian Keuangan & Administrasi	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
13	Kepala Bagian Pemasaran	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
14	Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
15	Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	1	Rp. 9.000.000	Rp. 9.000.000
16	Kepala Seksi Keamanan	1	Rp. 9.000.000	Rp. 9.000.000
17	Kepala Seksi HRD	1	Rp. 9.000.000	Rp. 9.000.000
18	Kepala Seksi Mesin	1	Rp. 9.000.000	Rp. 9.000.000

Tabel 4.4 Lanjutan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
19	Kepala Seksi Instrumentasi & Listrik	1	Rp. 9.000.000	Rp. 9.000.000
20	Kepala Seksi Proses & Pengendalian	1	Rp. 9.000.000	Rp. 9.000.000
21	Kepala Seksi Utilitas	1	Rp. 9.000.000	Rp. 9.000.000
22	Kepala Seksi Laboratorium	1	Rp. 9.000.000	Rp. 9.000.000
23	Kepala Seksi Humas	1	Rp. 9.000.000	Rp. 9.000.000
24	Kepala Seksi Pemasaran & Pembelian	1	Rp. 9.000.000	Rp. 9.000.000
25	Kepala Seksi Keuangan & Administrasi	1	Rp. 9.000.000	Rp. 9.000.000
26	Kepala Seksi K3 & Litbang	1	Rp. 9.000.000	Rp. 9.000.000
27	Karyawan Produksi	13	Rp. 7.000.000	Rp. 91.000.000
28	Karyawan Control Room	21	Rp. 7.000.000	Rp. 147.000.000
29	Karyawan Utilitas & Pengolahan Limbah	17	Rp. 7.000.000	Rp. 119.000.000
30	Karyawan Perawatan Pabrik	3	Rp. 7.000.000	Rp. 21.000.000
31	Karyawan <i>Quality Control</i>	4	Rp. 7.000.000	Rp. 28.000.000
32	Karyawan Instrumentasi Listrik	6	Rp. 7.000.000	Rp. 42.000.000

Tabel 4.4 Lanjutan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
33	Karyawan Penelitian proses & Teknologi	3	Rp. 7.000.000	Rp. 21.000.000
34	Karyawan Laboratorium	4	Rp. 7.000.000	Rp. 28.000.000
35	Karyawan Keselamatan Kerja dan Proteksi Kebakaran	6	Rp. 7.000.000	Rp. 42.000.000
36	Karyawan Administrasi dan Keuangan	3	Rp. 6.000.000	Rp. 18.000.000
37	Karyawan Penjualan	3	Rp. 6.000.000	Rp. 18.000.000
38	Karyawan Pembelian	3	Rp. 6.000.000	Rp. 18.000.000
39	Karyawan Analisa Pasar	3	Rp. 6.000.000	Rp. 18.000.000
40	Karyawan Pelayanan Umum	3	Rp. 6.000.000	Rp. 18.000.000
41	Karyawan Humas	3	Rp. 6.000.000	Rp. 18.000.000
42	Karyawan Gudang	3	Rp. 6.000.000	Rp. 18.000.000
43	Karyawan Keamanan / Security	6	Rp. 6.000.000	Rp. 36.000.000
44	Supir	3	Rp. 3.800.000	Rp. 11.400.000
45	Dokter	2	Rp. 8.000.000	Rp. 16.000.000
46	Perawat	6	Rp. 4.800.000	Rp. 28.800.000
Total		139		Rp.1.074.200.000

4.4.7 Fasilitas Dan Hak Karyawan

Fasilitas dan Hak yang didapatkan karyawan yang diberikan oleh perusahaan adalah sebagai berikut :

a. Hak Cuti

Hak cuti yang diberikan kepada karyawan antara lain:

- 1) Cuti sakit diberikan kepada karyawan dengan berdasarkan keterangan dari dokter.
- 2) Cuti tahunan yang diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.
- 3) Cuti hamil, karyawan wanita mendapatkan hak cuti selama 3 bulan dan selama cuti tersebut gaji tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan anak kedua minimal 2 tahun.

b. Tunjangan dan Asuransi

Tunjangan yang diberikan oleh perusahaan antara lain:

- 1) Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan masing-masing karyawan yang bersangkutan.
- 2) Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melawati batas jam kerja berdasarkan ketentuan jumlah jam kerja.
- 3) Tunjangan jabatan diberikan kepada karyawan dengan berdasarkan masing-masing jabatan yang dipegang. Sedangkan asuransi yang diberikan perusahaan, diantaranya berupa asuransi kesehatan, jaminan keselamatan dan kesehatan kerja, jaminan kematian, serta jaminan hari tua. Dengan demikian

hal tersebut akan memberikan rasa aman kepada para karyawan ketika menjalankan tugasnya.

4) Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah tiga pasang untuk setiap tahunnya. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari adanya kesenjangan antar karyawan, selain itu disediakan masker dan sarung tangan sebagai alat pengaman dalam bekerja.

5) Bonus

Bonus diberikan oleh perusahaan kepada setiap karyawan berdasarkan hasil keuntungan yang didapat perusahaan, tercapainya hasil kerja yang lebih besar dari target produksi normal atau karena adanya peningkatan produktivitas. Dengan secara umum bonus setiap karyawan diberikan pada akhir tahun. Sehingga akan memotivasi karyawan untuk bisa bekerja dengan lebih baik lagi.

6) Penyedia fasilitas karyawan, terdiri dari :

- a) Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi karyawan.
- b) Penyediaan fasilitas tempat kesehatan yang dilengkapi dengan dokter dan perawat.
- c) Penyediaan tempat ibadah yang dilengkapi dengan sarana listrik dan air.
- d) Penyediaan fasilitas kantin.
- e) Memberikan penghargaan dalam bentuk tanda mata kepada pekerja yang mencapai masa kerja 10 tahun berturut-turut.

BAB V

UTILITAS

Unit utilitas merupakan unit pendukung proses yang menunjang keberlangsungan suatu proses dalam pabrik. Pada perancangan pabrik magnesium hidroksida, unit utilitas yang dibutuhkan antara lain:

1. Unit Penyedia dan Pengolahan Air

Unit penyedia dan pengolahan air berfungsi sebagai penyedia air proses, air pendingin, air umpan dan air sanitasi untuk perkantoran maupun lingkungan.

2. Unit Penyedia *Steam*

Unit penyedia air pemanas (*steam*) digunakan untuk proses pemanasan pada heater.

3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Unit pembangkit listrik berfungsi sebagai tenaga penggerak peralatan proses, penerangan lingkungan pabrik dan transportasi bahan. Listrik yang digunakan bersumber dari PT. PLN dan generator sebagai cadangan.

4. Unit Penyedia Udara Tekan

Unit udara tekan berfungsi sebagai penyedia udara tekan untuk menjalankan system instrumentasi. Alat penyedia udara tekan berupa kompresor dan tangka udara.

5. Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertugas untuk menyediakan bahan bakar boiler dan penggerak generator.

6. Unit Pengolahan Limbah

Unit pengolahan limbah merupakan tempat terjadinya proses penghilangan kontaminan dari air limbah. Proses tersebut melibatkan metode fisika, kimia maupun biologi untuk menghilangkan kontaminan fisik, kimia dan biologis.

5.1 Unit Penyedia dan Pengolahan Air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air bersih yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada pabrik.

5.1.1 Unit Penyediaan Air

Unit ini bertugas menyediakan air bersih yang digunakan untuk kebutuhan air pabrik. Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik, umumnya digunakan air laut, air Sungai maupun air danau sebagai sumber air utilitas. Pada perancangan pabrik magnesium hidroksida yang didirikan di Kawasan industri Cilegon, sumber air yang digunakan berasal dari air laut sekitar area pabrik. Berikut merupakan kegunaan air pada suatu pabrik:

a. Air Domestik

Air domestik adalah air yang digunakan untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, dan tempat ibadah. Berdasarkan standar WHO, kebutuhan air per orang sekitar 100-120 liter per hari dan berdasarkan data BSNI, Kebutuhan air untuk penduduk perkotaan adalah sebesar 120

liter/hari/kapita, sedangkan kebutuhan air untuk penduduk pedesaan adalah sebesar 60 liter/hari/kapita. Sehingga untuk suatu pabrik maupun kantor dapat disimpulkan rerata kebutuhan air sebesar 120 liter per orang dalam sehari. Berikut ini merupakan rincian kebutuhan air domestik pada Pabrik Magnesium Hidroksida :

a. Air Domestik

Air penggunaan kantor

Kebutuhan air dalam sehari	: 120 liter/hari
Jumlah Karyawan Kantor	: 120 orang
<i>Over design</i> 20%	: 144 orang
Total penggunaan air	: 17.280 kg/hari
	: 720 kg/jam

b. Air untuk perumahan karyawan

Jumlah rumah	: 15 unit
Jumlah orang per rumah	: 5 orang
Kebutuhan air per orang	: 120 liter/hari
Total Penggunaan air	: 9.000 kg/hari
	: 375 kg/jam

c. Air penggunaan lingkungan

Hidran	: 40 liter/hari
Taman	: 40 liter/hari

Lain-lain : 40 liter/hari

Total : 120 liter/hari

: 120 kg/hari

: 5 kg/jam

Tabel 5.1 Kebutuhan air domestik

No	Penggunaan Air	Kebutuhan Air (kg/jam)
1	Kantor	720
2	Perumahan	375
2	Lingkungan	5
Total		1.100

b. Air Layanan Umum (*Service Water*)

Air layanan umum digunakan untuk kebutuhan *supply* pada bengkel, klinik, laboratorium, pemadam kebakaran serta fasilitas umum lain seperti kantin dan masjid. Berikut rincian kebutuhan air *service water* :

Bengkel : 150 kg/hari

: 6,25 kg/jam

Klinik : 150 kg/hari

: 6,25 kg/jam

Laboratorium	:	100 kg/hari
	:	4,167 kg/jam
Pemadam Kebakaran	:	7.000 kg/hari
	:	291,67 kg/jam
Kantin & Masjid	:	2.000 kg/hari
	:	83,33 kg/jam

Sehingga total kebutuhan air untuk penggunaan layanan umum dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.2 Kebutuhan Air Proses

No	Penggunaan Air	Kebutuhan Air (kg/jam)
1.	Bengkel	6,25
2.	Klinik	6,25
3.	Laboratorium	4,167
4.	Pemadam Kebakaran	291,667
5.	Kantin dan Masjid	83,333
Total		391,667

c. Air Pendingin

Air pendingin merupakan air yang digunakan sebagai media pendingin pada produksi di pabrik. Kebutuhan air pendingin pada pabrik Magnesium Hidroksida dapat dilihat pada tabel :

Tabel 5.3 Kebutuhan Air Pendingin

No	Nama Alat	Kebutuhan(kg/jam)
1	Jaket Reaktor	144.581,769
2	<i>Cooling Conveyor</i>	2.881,005
<i>Overdesign 20%</i>		176.955,329
<i>Makeup Water</i>		14.156,426

d. Air Proses

Air proses digunakan untuk kebutuhan pada alat-alat proses utama. Berikut merupakan tabel kebutuhan air proses pada Pabrik Magnesium Hidroksida :

Tabel 5.4 Kebutuhan Air Proses

No	Alat	Kebutuhan Air (kg/jam)
1	M-01	9.212,312
2	M-02	6.284,807
3	R-01	15.497,119
4.	RVF-01	37.164,180
Total		68.158,417

e. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler adalah air yang menghasilkan steam untuk menunjang kelangsungan proses produksi. Kebutuhan *steam* pada Pabrik Magnesium Hidroksida terdapat pada tabel berikut:

Tabel 5.5 Kebutuhan Air Umpan Boiler

No	Alat	Kebutuhan Steam (kg/jam)
1	E-01	653,343
2	E-02	539,956
3	E-03	623,193
4	RD-01	10.783,972
<i>Overdesign 20%</i>		15.120,558
<i>Makeup Water</i>		3.629,436

Sehingga total kebutuhan air pada pabrik Magnesium Klorida dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 5.6 Total Kebutuhan Air

No	Kebutuhan Air	Jumlah (kg/jam)
1	Air Domestik	1.100
2	Layanan Umum	391,667
3	Air Proses	68.158,417
4	Air Umpan Boiler	3.629,436
5	Air Pendingin	14.156,426
Total		87.435,947

5.1.2 Unit Pengolahan Air

Dalam perancangan pabrik magnesium hidroksida ini, kebutuhan air diambil dari air laut yang lokasinya berada dekat dari area pabrik. Air laut yang digunakan perlu diolah terlebih dahulu untuk mendapatkan spesifikasi air yang diinginkan. Tahapan proses pengolahan air, antara lain:

1. *Intake water*

Air laut yang diambil dari laut cilegon menggunakan pompa intake yang dialirkan menuju flokulator. Pada pipa *intake* didalamnya terdapat saringan yang berfungsi untuk mencegah kotoran yang berukuran besar masuk ke dalam proses pengolahan seperti ranting kayu, ikan, sampah, daun, dan lainnya. Sedangkan kotoran yang lebih kecil yang masih terikut dengan aliran air akan dipisahkan pada tahap berikutnya.

2. Flokulator

Pada Flokulator terjadi proses yang dinamakan koagulasi. Proses ini merupakan proses penggumpalan yang dapat disebabkan karena adanya zat kimia yang disebut dengan koagulan ke dalam air, sehingga menyebabkan partikel tersebut akan menjadi stabil atau netral dan akan membentuk endapan. pada pabrik magnesium hidroksida ini menggunakan koagulan jenis tawas atau aluminium sulfat $Al_2 (SO_4)_3$. Air yang telah menggumpal dari proses sebelumnya akan mengalami proses flokulasi sehingga akan membentuk flok-flok. Flokulasi merupakan proses penggabungan dari flok yang telah terbentuk pada proses koagulasi menjadi partikel yang lebih besar sehingga akan lebih mudah untuk mengendap. Pada proses flokulasi akan ditambahkan kapur yang memiliki fungsi untuk menghilangkan kesadahan dari karbonat dalam air dan membuat suasana basa yang akan mempermudah penggumpalan.

3. Pengendapan

Setelah melewati proses penyaringan pada pompa, air akan melalui proses sedimentasi, dimana proses ini merupakan proses pemisahan kotoran yang terikut dengan memanfaatkan adanya gaya gravitasi. Pada proses ini, kotoran kecil yang tidak tersaring pada proses sebelumnya seperti pasir dan lumpur akan mengendap pada bagian bawah bak karena adanya gaya gravitasi.

4. *Sand Filter*

Pada sand filter ini, air disaring untuk dipisahkan dari partikel-partikel halus yang kemungkinan masih ada. ir akan mengalir dari bagian atas ke bawah

melalui suatu media filter (*spheres*) yang akan menyaring partikel pengotor seperti *suspended solid*. Hasil keluaran dari *Sand Filter* memiliki kandungan *suspended solid* kurang dari 1 ppm dan memiliki pH sebesar 6,5 - 7,5. Air yang telah mengalami filtrasi akan ditampung di tangki penampung air bersih atau penampung sementara.

5. *Reverse Osmosis*

Reverse Osmosis merupakan proses yang bertujuan untuk memisahkan air dari kandungan garam melalui membrane semi permeable. Proses RO berlangsung apabila umpan diberi tekanan yang lebih besar dari tekanan osmosisnya. Setelah itu air dipompa menuju tangki penampung air bersih.

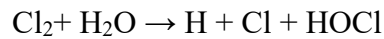
6. Tangki Penampung Air Bersih

Air bersih dari *reverse osmosis* kemudian akan ditampung di dalam tangki penampung sementara. Air bersih ini akan didistribusikan dan diolah lebih lanjut sehingga dapat digunakan sebagai air domestik, air layanan umum, air pendingin, air umpan boiler, dan air proses.

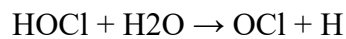
7. Tangki Klorinasi

Di dalam bak air bersih sebagai oksidator dan disinfektan. Sebagai oksidator, klorin digunakan untuk menghilangkan bau dan rasa pada pengolahan air bersih. Agar dapat digunakan sebagai air minum pada perkantoran ataupun perumahan, air bersih harus melalui proses klorinasi. Sedangkan, klorin sebagai desinfektan bertujuan untuk membunuh kuman, bakteri, jamur, serta mikroorganisme lainnya sehingga air layak untuk dikonsumsi dan digunakan.

Dalam reaksinya, klorin di dalam air akan membentuk asam hipoklorit dengan reaksi sebagai berikut:



Selanjutnya, asam hipoklorit pecah sesuai dengan reaksi berikut ini:



8. *Cooling Tower*

Cooling tower adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan air dingin yang dapat dimanfaatkan sebagai pendingin dalam peralatan proses. Proses yang terjadi di dalam *cooling tower* melibatkan pendinginan air panas dengan menggunakan udara sebagai media. Air yang masuk ke *cooling tower* berasal dari tangki penampung air bersih dengan suhu sekitar 45°C dan dialirkan ke bagian atas *cooling tower* melalui distributor. Selama proses ini, air mengalami evaporasi saat mengalir ke bawah melalui saluran, dan pelepasan panas laten menyebabkan sebagian air menguap ke atmosfer. Untuk menggantikan air yang hilang akibat penguapan, diperlukan *make-up water* yang juga berasal dari tangki penampung air bersih. Jumlah *make-up water* yang masuk akan sebanding dengan air yang menguap, sehingga keseimbangan perpindahan panas antara udara dan air tetap terjaga. Setelah proses pendinginan, suhu air turun menjadi 30°C.

9. Demineralisasi

Air bersih pada tangki penampung air digunakan sebagai air proses dan air umpan boiler. Dimana, untuk memproduksi *steam water* tidak cukup hanya air bersih saja, akan tetapi air harus murni terbebas dari kandungan mineral terlarut. Proses untuk menghilangkan mineral yang terlarut pada air berupa demineralisasi. Demineralisasi biasanya digunakan secara khusus untuk proses pertukaran ion dan penghilangan total kontaminan mineral ion sampai mendekati angka nol. Demineralisasi dilakukan dengan menggunakan resin penukar kation dan penukar anion.

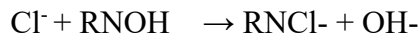
a. *Cation Exchanger*

Unit ini berisi pengganti kation yang terkandung dalam air yang diganti dengan ion H^+ sehingga air keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ . Berikut merupakan reaksi yang terjadi :

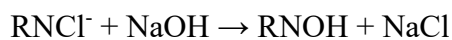


b. *Anion Exchanger*

Air yang keluar dari tangki kation kemudian diumpankan menuju tangki *Anion Exchanger*. Tangki ini berfungsi untuk mengikat ion negatif (*anion*) yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

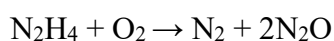


Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



10. Deaerator

Di dalam deaerator terjadi proses pembersihan air dari gas yang dapat menimbulkan korosi pada *boiler* seperti oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2). *Demin water* dipompakan menuju Deaerator kemudian diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N_2H_2) yang berfungsi untuk mengikat oksigen sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada *Tube Boiler*. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



5.1. Unit Pembangkit *Steam*

Unit pembangkit *steam* digunakan untuk mencukupi kebutuhan *steam* yang dibutuhkan dalam proses produksi dengan menggunakan boiler yang dioperasikan pada tekanan 101,3 kPa. Steam atau uap panas yang dihasilkan oleh *boiler* (B-01) merupakan uap jenuh (*saturated steam*). Jenis boiler yang digunakan adalah *Fire Tube Boiler*. Kebutuhan *steam* pada pabrik magnesium hidroksida dengan desain berlebih 20% adalah sebesar 15.120,558 kg/jam. Untuk memenuhi kebutuhan *steam* menggunakan *boiler*, berikut spesifikasi *boiler* yang digunakan:

Kode	: B-01
Fungsi	: Membuat <i>steam</i> jenuh dengan menggunakan air umpan boiler
Tekanan <i>Steam</i>	: 4,5 atm
Suhu	: 148
Tipe	: <i>Fire tube boiler</i>
Heating <i>surface</i>	: 9.953,673 ft ²
Kapasitas Boiler	: 16,657 kBtu/jam
Rate <i>Steam</i>	: 33.340,829 lb/jam
Effisiensi boiler	: 92%
<i>Power</i>	: 995,367 HP
Bahan Bakar	: Diesel Oil 33 API
Rate Bahan Bakar	: 933,687 lb/jam
Kebutuhan Air	: 522,639 m ³ /hari
<i>Make up water</i> (20%)	: 87,106 m ³ /hari

5.2 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik di pabrik magnesium hidroksida ini dipenuhi oleh PLN, tetapi terdapat listrik cadangan yang dihasilkan dari generator pabrik apabila terjadi

gangguan pasokan listrik dari PLN setempat. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung secara kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN. Listrik digunakan untuk penggerak alat-alat proses, utilitas, instrument, bengkel, ruang kontrol, penerangan dan keperluan kantor. Jenis generator yang digunakan yaitu AC generator dengan kapasitas 2.100 kW. Berikut merupakan rincian kebutuhan Listrik pada pabrik magnesium hidroksida :

a. Kebutuhan listrik alat proses

Kebutuhan Listrik alat proses dapat dilihat pada tabel

Tabel 5.7 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
<i>Mixer-01</i>	MX-01	100	74.571,22
<i>Mixer-02</i>	MX-02	75	55.928,41
<i>Reaktor</i>	R-01	147.4	109.918
<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>	RVF-01	20.97	15.637,58
<i>Rotary Dryer</i>	RD-01	2	14.914,24
<i>Cooling Conveyor</i>	CC-01	2.1	1.565,996
<i>Ball Mil</i>	BM-01	85	63,385
<i>Bucket Conveyor</i>	BC-01	3	2,237

Tabel 5.7 Lanjutan

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
<i>Bucket Conveyor</i>	BC-02	3	2,237
<i>Bucket Conveyor</i>	BC-03	3	2,237
<i>Bucket Conveyor</i>	BC-04	3	2,237
<i>Bucket Conveyor</i>	BC-05	3	2,237
<i>Bucket Conveyor</i>	BC-06	3	2,237
<i>Bucket Elevator</i>	BE-01	3	2,237
<i>Bucket Elevator</i>	BE-02	3	2,237
<i>Bucket Elevator</i>	BE-03	2	1,491
<i>Bucket Elevator</i>	BE-04	2	1,491

Total kebutuhan listrik alat proses = 729,444 HP

= 543,955 kW

b. Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Tabel 5.8 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Tangki Flokulasi	FL-01	5	3,729
Tangki Klorinasi	TU-01	0,75	0,559
Tangki CaOH	TU-02	0,5	0,373
Tangki N ₂ H ₄	TU-03	0,5	0,373
Tangki Al ₂ (SO ₃) ₄	TU-04	15	11,186
Tangki H ₂ SO ₄	TU-05	5	3,729
Tangki NaOH	TU-06	3	2,237
Tangki Ca(ClO) ₂	TU-07	0,5	0,373
<i>Cooling Tower</i>	BC-02	7,61	5,672
Pompa Utilitas	PU-01	2	1,491
Pompa Utilitas	PU-02	0,5	0,373
Pompa Utilitas	PU-03	1	0,746
Pompa Utilitas	PU-04	0,75	0,559
Pompa Utilitas	PU-05	0,75	0,559

Tabel 5.8 Lanjutan Tabel Kebutuhan Listrik

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa Utilitas	PU-06	0,75	0,559
Pompa Utilitas	PU-07	2	1,491
Pompa Utilitas	PU-08	5	3,729
Pompa Utilitas	PU-09	1	0,746
Pompa Utilitas	PU-10	1,5	1,119
Pompa Utilitas	PU-11	1,5	1,119
Pompa Utilitas	PU-12	0,5	0,373
Pompa Utilitas	PU-13	0,5	0,373
Pompa Utilitas	PU-14	1	0,746
Pompa Utilitas	PU-15	1	0,746
Pompa Utilitas	PU-16	0,5	0,373

Total kebutuhan listrik alat utilitas= 51,997 HP

= 38,774 kW

Total kebutuhan listrik pabrik magnesium hidroksida secara keseluruhan dengan faktor keamanan sebesar 20% adalah sebesar 1.459,51kW

5.3 Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan digunakan untuk memenuhi kebutuhan instrumentasi alat proses seperti *control valve*. Fungsi dari udara tekan adalah untuk menggerakkan instrumen-instrumen kontrol tersebut. Proses yang terjadi pada unit ini adalah berat jenis udara dikurangi sebelum masuk unit instrumen udara. Diperlukan sebesar 28,56 m³/jam udara tekan yang diperlukan untuk didistribusikan pada tekanan 2 atm dalam kondisi bersih. Mekanisme atau proses untuk membuat udara tekan dapat diuraikan berikut ini: Udara lingkungan diambil dan dilewatkan pada penyaring udara (*Air Filter*) untuk menyaring debu-debu yang terikut. Udara bersih yang didapat dilewatkan ke kompresor untuk mengubah tekanannya menjadi 4 atm. Udara dengan tekanan 4 atm akan dilewatkan pada tangki silika untuk diserap air yang terbawa, sehingga menjadi udara kering. Lalu udara yang telah kering disimpan dalam tangki udara tekan.

5.4 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar diperlukan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada *boiler* dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah *diesel oil* 33°API. Berikut merupakan kebutuhan bahan bakar boiler :

- Jenis Bahan Bakar : *Diesel Oil* 33°API
- Rate bahan bakar : 933.687 lb/jam
- Efisiensi pembakaran : 80%
- Kebutuhan *diesel* : 414.97 kg/jam

5.5 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari proses pabrik magnesium hidroksida dalam bentuk cair dan padat diproses terlebih dahulu di Unit Pengolahan Limbah (UPL) sebelum dibuang.

5.6 Spesifikasi Alat Utilitas

Alat Pengolahan Air

1. Flokulator

Fungsi : Menghomogenkan larutan flokulasi bersama air

Jenis : *Cylindrical vertical vessel*

Bahan : *Stainless steel SA-240 Grade M, type 316*

Jumlah : 1

Waktu Tinggal (Jam) : 2

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C) : 30

Tekanan (atm) : 1

Dimensi

Volume : 335,414 m³

Diameter : 5,978 m

Tinggi : 39,226 ft

Pengaduk

Kecepatan	: 8 rpm
Power Pengadukan	: 5 HP
Harga	: Rp2.890.738.260,00

2. Bak Sedimentasi

Fungsi	: Mengendapkan kotoran kasar
Jenis	: Bak persegi panjang
Bahan	: Beton
Jumlah	: 1
Waktu Tinggal (Jam)	: 2,5 jam

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C)	: 30
Tekanan (atm)	: 1

Dimensi

Volume	: 838,535 m ³
Lebar	: 12,74 m
Tinggi	: 2,548 ft

Panjang	: 25,48 m
Luas	: 524,48 m ²
Harga	: Rp 550.704.336,00

3. *Sand Filter*

Fungsi	: Menyaring partikel halus yang terbawa air
Jenis	: Bak persegi panjang
Bahan	: <i>Stainless steel SA-240 Grade M, type 316</i>
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C)	: 30
Tekanan (atm)	: 1

Dimensi

Volume	: 176,705 m ³
Lebar	: 3,78 m
Tinggi	: 6,182 m

Panjang : 7,56 m
Harga : Rp 4.877.146.320,00

4. *Reverse Osmosis*

Fungsi : Menghilangkan kadar garam air
Jenis : Membran Komposit
Bahan : *Polyamide*
Jumlah : 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C) : 30
Tekanan (atm) : 1

pH : 2-11
Ketahanan terhadap bakteri : Sangat Kuat
Ketahanan terhadap klorin : 0,1 ppm
Harga : Rp 4.877.146.320,00

5. Bak Penampung Sementara

Fungsi	: Menyimpan air untuk kebutuhan air proses, air pendingin dan <i>BFW</i>
Jenis	: Kotak dengan penutup rata
Bahan	: Beton
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C)	: 30
Tekanan (atm)	: 1

Dimensi

Panjang	: 8,378 m
Lebar	: 8,378 m
Tinggi	: 4,119 m
Luas permukaan tangki	: 273,513 m ²
Luas Penutup tangki	: 67,861 m ²
Tekanan desain	: 22,025 psi
	: 1,4 atm
Harga	: Rp. 249.389.103,09

6. Tangki CaOH

Fungsi	: Sebagai tempat persiapan larutan CaOH
Jenis	: <i>Cylinder vertical vessel</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA-167, type 304-3</i>
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C)	: 30
Tekanan (atm)	: 1

Dimensi

Volume	: 2,192 m ³
Diameter	: 1,209 m
Tinggi Tangki	: 2,496 m
Tinggi Pengaduk	: 0,302 m
Putaran pengadukan	: 31,154 rpm
Power pengaduk	: 0,5 Hp
Harga	: Rp. 140.327.100,00

7. Tangki N₂H₄

Fungsi	: Sebagai tempat persiapan larutan N ₂ H ₄
Jenis	: <i>Cylinder vertical vessel</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA-167, type 304-3</i>
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C)	: 30
Tekanan (atm)	: 1

Dimensi

Volume	: 2,524 m ³
Diameter	: 1,209 m
Tinggi Tangki	: 2,517 m
Tinggi Pengaduk	: 0,302 m
Putaran pengadukan	: 31,154 rpm
Power pengaduk	: 0,5 Hp
Harga	: Rp. 143.445.480,00

8. Tangki $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Fungsi : Sebagai tempat persiapan larutan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Jenis : *Cylinder vertical vessel*

Bahan : *Stainless steel SA-167, type 304-3*

Jumlah : 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi ($^{\circ}\text{C}$) : 30

Tekanan (atm) : 1

Dimensi

Volume : 15,596 m^3

Diameter : 2,124 m

Tinggi Tangki : 4,475 m

Tinggi Pengaduk : 0,708 m

Putaran pengadukan : 54,705 rpm

Power pengaduk : 15 Hp

Harga : Rp. 505.177.560,00

9. Tangki H₂SO₄

Fungsi : Sebagai tempat persiapan larutan H₂SO₄ untuk regenerasi resin

Jenis : *Cylinder vertical vessel*

Bahan : *Stainless steel SA-167, type 304-3*

Jumlah : 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C) : 30

Tekanan (atm) : 1

Dimensi

Volume : 19,475 m³

Diameter : 2,426 m

Tinggi Tangki : 5,111 m

Tinggi Pengaduk : 0,606 m

Putaran pengadukan : 62,473 rpm

Power pengaduk : 5 Hp

Harga : Rp. 583.137.060,00

10. Tangki NaOH

Fungsi	: Sebagai tempat persiapan larutan NaOH
Jenis	: <i>Cylinder vertical vessel</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA-167, type 304-3</i>
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C)	: 30
Tekanan (atm)	: 1

Dimensi

Volume	: 19,318 m ³
Diameter	: 2,248 m
Tinggi Tangki	: 5,099 m
Tinggi Pengaduk	: 0,607 m
Putaran pengadukan	: 62,554 rpm
Power pengaduk	: 3 Hp
Harga	: Rp. 580.018.680,00

11. Tangki Ca(ClO)₂

Fungsi	: Sebagai tempat persiapan larutan Ca(ClO) ₂
Jenis	: <i>Cylinder vertical vessel</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA-167, type 304-3</i>
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C)	: 30
Tekanan (atm)	: 1

Dimensi

Volume	: 1,989 m ³
Diameter	: 1,209 m
Tinggi Tangki	: 2,425 m
Tinggi Pengaduk	: 0,302 m
Putaran pengadukan	: 1,805 rpm
Power pengaduk	: 0,5 Hp
Harga	: Rp. 132.531.150,00

12. Tangki air pendingin

Fungsi : Sebagai tempat menampung air pendingin

Jenis : *Cylinder vertical vessel*

Bahan : *Stainless steel SA-167, type 304-3*

Jumlah : 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C) : 30

Tekanan (atm) : 1

Dimensi

Volume : 152,889 m³

Diameter : 4,601 m

Tinggi Tangki : 2,425 m

Tinggi Pengaduk : 9,201 m

Harga : Rp. 601.847.340,00

13. Tangki klorinasi

Fungsi	: Sebagai tempat mereaksikan air sanitasi dengan desinfektan berupa $\text{Ca}(\text{ClO})_2$
Jenis	: <i>Cylinder vertical vessel</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA-167, type 304-3</i>
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi ($^{\circ}\text{C}$)	: 30
Tekanan (atm)	: 1

Dimensi

Volume	: 11,763 m^3
Diameter	: 1,9304 m
Tinggi Tangki	: 4,734 m
Tinggi Pengaduk	: 0,482 m
Putaran pengadukan	: 66,288 rpm
Power pengaduk	: 0,5 Hp
Harga	: Rp. 420.981.300,00

14. Tangki Air Sanitasi

Fungsi	: Sebagai tempat menampung air untuk kebutuhan sanitasi dan <i>service water</i>
Jenis	: <i>Cylinder vertical vessel</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA-167, type 304-3</i>
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C)	: 30
Tekanan (atm)	: 1

Dimensi

Volume	: 300,72 m ³
Diameter	: 5,781 m
Tinggi Tangki	: 12,784 m
Harga	: Rp. 3.455.165.040,00

15. *Cation Exchanger*

Fungsi	: Mengikat ion-ion positif dari air
Jenis	: <i>Down flow cation excanger</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA-167, type 304-3</i>

Jumlah : 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C) : 30

Tekanan (atm) : 1

Dimensi

Volume resin : 0,405 m³

Diameter : 0,528 m

Tinggi : 1,056 m

Harga : Rp. 2.128.294.350,00

16. Cooling Tower

Fungsi : Mendinginkan kembali air pendingin yang sudah terpakai selama proses produksi

Jenis : *Induced Draft Cooling Tower*

Bahan : *Stainless steel SA-167, type 304-3*

Jumlah : 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C) : 30

Tekanan (atm) : 1

Dimensi

Luas transfer : 22,794 ft²

Kapasitas : 191,112 m³/jam

Panjang : 6,56 m

Tinggi : 11 m

Daya : 7,61 Hp

Harga : Rp. 1.064.962.770,00

17. Anion Exchanger

Fungsi : Mengikat ion-ion positif dari air

Jenis : *Down flow cation exchanger*

Bahan : *Stainless steel SA-167, type 304-3*

Jumlah : 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C) : 30

Tekanan (atm)	: 1
Dimensi	
Diameter	: 0,528 m
Tinggi	: 1,056 m
Volume resin	: 0,739 m ³
Harga	: Rp. 2.084.637.030,00

18. Deareator

Fungsi	: Mengurangi kadar gas-gas terlarut (O ₂ dan CO ₂) pada BFW (<i>boiler feed water</i>) untuk mengatasi terjadinya kerusakan <i>compartment internal boiler</i>
Jenis	: Tangki silinder vertical
Bahan	: <i>Stainless steel SA-167, type 304-3</i>
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C)	: 30
Tekanan (atm)	: 1

	Dimensi
Volume	: 22,5 m ³
Diameter	: 2,43 m
Kecepatan superficial	: 8,236 ft/s
Tebal <i>shell</i>	: 0,5 in
Jenis <i>head</i>	: <i>Thorispherical head</i>
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 in
Luas permukaan	: 5,166 m ²
Tinggi total	: 5,876 m
Harga	:

19. Tangki Air Umpan Boiler

Fungsi	: Menampung air untuk kebutuhan sanitasi dan <i>service water</i>
Jenis	: <i>Cylinder vertical vessel</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA-167, type 304-3</i>
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C) : 30

Tekanan (atm) : 1

Dimensi

Volume : 22,499 m³

Diameter : 2,429 m

Tinggi : 4,858 m

Tebal *shell* : 0,1875 in

Jenis *head* : *Thorispherical head*

Tebal *head* : 0,25 in

Luas permukaan : 4,631 m²

Harga : Rp. 640.827.090,00

20. Tangki Air Proses

Fungsi : Menampung air untuk kebutuhan air proses

Jenis : *Cylinder vertical vessel*

Bahan : *Stainless steel SA-167, type 304-3*

Jumlah : 1

Kondisi Operasi

Suhu Operasi (°C) : 30

Tekanan (atm) : 1

Dimensi

Volume : 81,790 m³

Diameter : 3,735 m

Tinggi : 7,469 m

Tebal *shell* : 0,1875 in

Jenis *head* : *Thorispherical head*

Tebal *head* : 0,375 in

Luas permukaan : 19.012,03 m²

Harga : Rp. 1.482.789.690

Tabel 5.9 Spesifikasi Pompa Utilitas

Spesifikasi	Pompa			
	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04
Kode Alat				
Fungsi	Memompa air dari laut ke Tangki Flokulasi	Memompa air dari Tangki Flokulasi ke bak pengendap	Memompa air dari bak pengendap ke <i>sand filter</i>	Memompa air dari <i>sand filter</i> ke bak penampung sementara
Bahan yang dipompa	Air Laut	Air Laut	Air Laut	Air Laut
Viskositas (cP)	0,815	0,815	0,815	0,815
Densitas (kg/m ³)	1.000	1.000	1.000	1.000
Tekanan (atm)	1	1	1	1
Kapasitas (gpm)	1.475,82	1.475,82	1.475,82	1.475,82
Suhu Fluida (°C)	30	30	30	30
<i>Pump Head</i> (m)	11,77	2,53	6,34	4,315
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Pump</i>			

Tabel 5.9 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas

Spesifikasi	Pompa			
	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04
Kode Alat				
Efisiensi Pompa	83%	70%	70 %	70
Daya Motor (HP)	2	0,5	1	0,75
Jumlah	1	1	1	1
Material	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>
Harga	Rp380.442.360,00	Rp380.442.360,00	Rp380.442.360,00	Rp380.442.360,00

Tabel 5.1 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas

Spesifikasi	Pompa				
Kode Alat	PU-05	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09
Fungsi	Memompa air dari <i>sand filter</i> ke bak penampung sementara	Memompa air dari tangki alat proses ke <i>rotary drum vacumm filter</i>	Memompa air dari bak utama ke tangki klorinasi	Memompa air dari tangki klorinasi ke tangki air sanitasi	Memompa air dari bak penampung air sementara ke tangki air pendingin
Bahan yang dipompa	Air	Air	Air	Air	Air
Viskositas (cP)	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815
Densitas (kg/m ³)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Tekanan (atm)	1	1	1	1	1
Kapasitas (gpm)	359,876	359,876	7,876	7,876	359,876
Suhu Fluida (°C)	30	30	30	30	30
<i>Pump Head</i> (m)	8,81	4,14	16,55	5,77	6,12

Tabel 5.9 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas

Spesifikasi	Pompa				
Kode Alat	PU-05	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Pump</i>				
Efisiensi Pompa	70 %	70%	70 %	70%	70%
Daya Motor (HP)	0,75	0,75	2	1	1
Jumlah	1	1	1	1	1
Material	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>
Harga	Rp235.437.690,-	Rp382.001.550,-	Rp57.690.030,-	Rp286.890.960,-	Rp335.225.850,-

Tabel 5.9 Lanjutan Tabel Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Pompa				
	PU-10	PU-11	PU-12	PU-13	PU-14
Kode Alat					
Fungsi	Memompa air dari tangki air pendingin ke <i>cooling tower</i>	Memompa air dari <i>cooling tower</i> ke reaktor	Memompa air dari bak penampung ke kation <i>exchanger</i>	Memompa air dari kation <i>exchanger</i> dan anion <i>exchanger</i>	Memompa air dari anion <i>exchanger</i> dan deaerator
Bahan yang dipompa	Air	Air	Air	Air	Air
Viskositas (cP)	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815
Densitas (kg/m ³)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Tekanan (atm)	1	1	1	1	1
Kapasitas (gpm)	1.009,07	1.009,07	99	99	99
Suhu Fluida (°C)	30	30	30	30	30
<i>Pump Head</i> (m)	10,8	8,432	1,3	1,531	6,26

Tabel 5.9 Lanjutan Tabel Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Pompa				
Kode Alat	PU-10	PU-11	PU-12	PU-13	PU-14
Jenis Pompa	Centrifugal Pump				
Efisiensi Pompa	70 %	70%	50 %	62%	62%
Daya Motor (HP)	1,5	1,5	0,5	0,5	1
Jumlah	1	1	1	1	1
Material	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>
Harga	Rp286,890,960,-	Rp335.225.850,-	Rp177.747.660,-	Rp177.747.660,-	Rp177.747.660,-

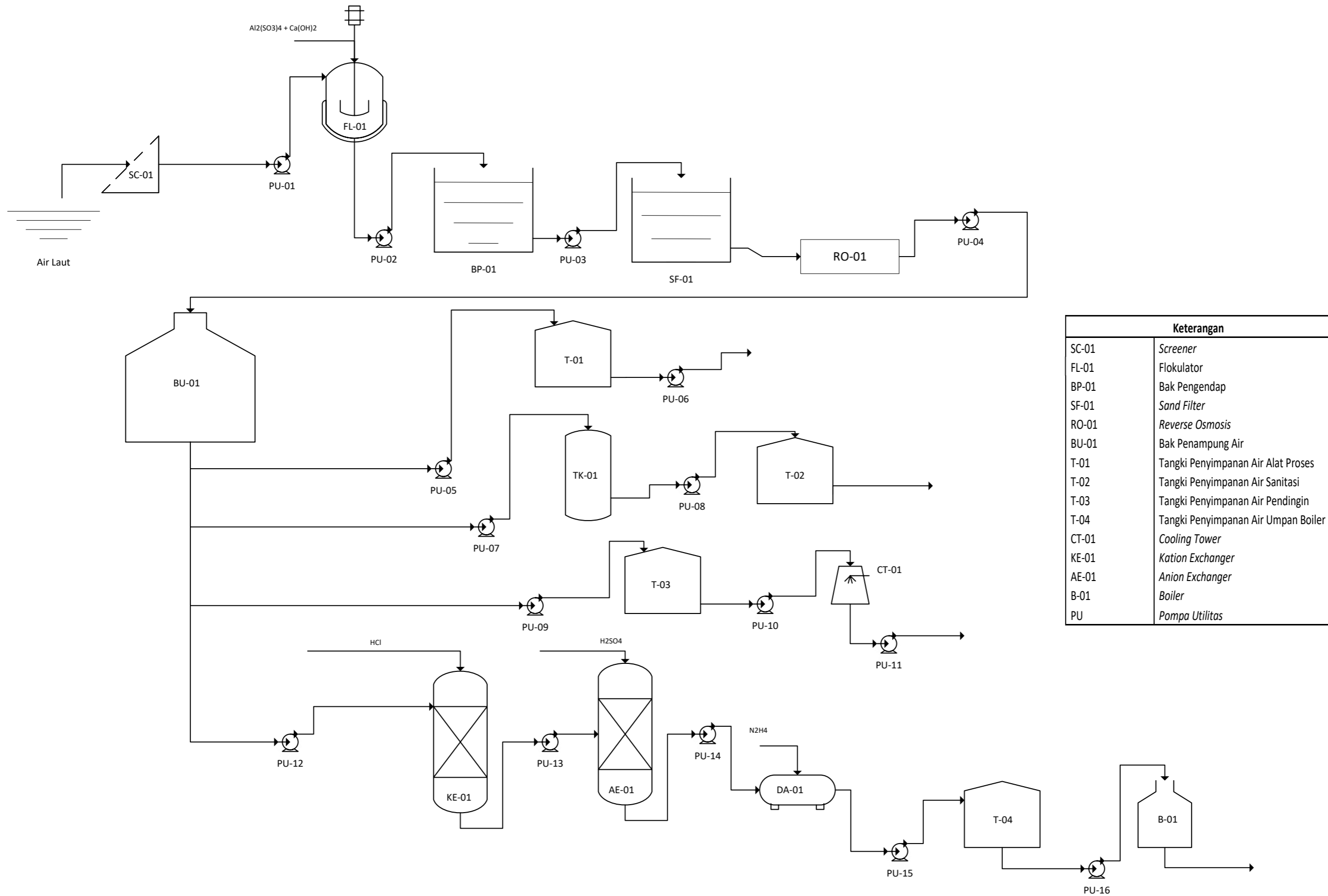
Tabel 5.9 Lanjutan Tabel Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Pompa	
	PU-15	PU-16
Kode Alat		
Fungsi	Memompa air dari anion <i>exchanger</i> dandeaerator	Memompa air dari tangki air umpan boiler ke boiler
Bahan yang dipompa	Air	Air
Viskositas (cP)	0,815	0,815
Densitas (kg/m ³)	1.000	1.000
Tekanan (atm)	1	1
Kapasitas (gpm)	99	99
Suhu Fluida (°C)	30	30
<i>Pump Head</i> (m)	5,741	1,967
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Pump</i>	
Efisiensi Pompa	62%	70%
Daya Motor (HP)	1	1,5

Tabel 5.9 Lanjutan Tabel Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Pompa	
Kode Alat	PU-15	PU-16
Jumlah	1	1
Material	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>	<i>Stainless steel SA-213, type 304</i>
Harga	Rp177.747.660,-	Rp177.747.660,-

DIAGRAM UNIT PENGOLAHAN AIR PABRIK MAGNESIUM HIDROKSIDA DARI MAGNESIUM KLORIDA DAN NATRIUM HIDROKSIDA



Gambar 5.1 Diagram Unit Pengolahan Air

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Evaluasi ekonomi dimaksudkan untuk memperkirakan kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi. Hal yang meliputi analisis ini antara lain seperti peninjauan terhadap kebutuhan modal investasi, perkiraan keuntungan yang akan diperoleh, waktu pengembalian modal dan identifikasi titik impas modal dimana biaya produksi sama dengan pendapatan yang diperoleh. Evaluasi ekonomi juga bertujuan untuk menilai apakah pabrik yang akan didirikan layak atau tidak layak untuk berdiri. Beberapa faktor yang diperhitungkan, diantaranya :

1. *Return of Investment (ROI)*

Merupakan laju perkiraan keuntungan di setiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan. Secara matematis ROI dapat dihitung dengan membandingkan keuntungan tahunan dengan modal investasi dalam satu persen. Nilai ROI didapatkan menggunakan rumus :

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

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

2. *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time adalah jumlah waktu minimum teoritis yang diperlukan untuk pengembalian modal tetap yang diinvestasikan atas dasar keuntungan setiap

tahun setelah ditambah dengan penyusutan dan dihitung dengan menggunakan metode linier (Timmerhaus).

$$POT \text{ sebelum pajak} = \frac{Fixed \ Capital}{Keuntungan \ sebelum \ pajak + Depreciation}$$

$$POT \text{ setelah pajak} = \frac{Fixed \ Capital}{Keuntungan \ setelah \ pajak + Depreciation}$$

3. *Discounted Cash Flow Rate of Return*

Discounted cash flow merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali selama umur ekonomi. Sedangkan, *Rated of return based on discounted cash flow* merupakan laju bunga maksimal dimana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

4. *Break Even Point*

Break Even Point merupakan titik impas, dimana tingkat pendapatan yang diperoleh berada pada posisi yang sama dengan modal yang digunakan untuk mendapatkan keuntungan. Pada titik ini kondisi pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian. Pabrik akan mengalami keuntungan jika beroperasi diatas titik impas, dan akan mengalami kerugian jika berada di bawah titik impas. Semakin kecil nilai BEP maka pabrik akan mengalami keuntungan dengan produksi yang sedikit. Nilai BEP dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Dimana :

- Fa (*Fixed Cost*) : Total biaya depresiasi, pajak dan asuransi
- Ra (*Regulated Cost*) : Total biaya gaji karyawan, *payroll overhead*, Supervisi, *plant overhead*, laboratorium, *general expense*, *maintenance*, dan *plant supplies*.
- Va (*Variable Cost*) : Total biaya bahan baku, *packing*, *shipping*, royalti
- Sa (*Sales*) : Biaya penjualan

5. *Shut Down Point* (SDP)

Suatu titik atau suatu penentuan aktivitas produksi harus dihentikan disebut dengan *Shut Down Point* (SDP). Penyebab aktivitas harus dihentikan antara lain seperti *variabel cost* yang terlalu tinggi atau keputusan manajemen akibat aktivitas produksi yang tidak ekonomis. Untuk menghitung nilai SDP, digunakan rumus :

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

Sebelum menganalisa 5 faktor diatas, perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal berikut :

1. Penentuan Modal Industri (*Total Capital Investment*), meliputi :
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*), meliputi :
 - a. *Total Manufacturing Cost* yang terdiri atas :

- *Direct Manufacturing Cost*
 - *Indirect manufacturing Cost*
 - *Fixed Manufacturing Cost*
- b. *General Expenses* (Pengeluaran Umum)
3. Analisis Kekayaan, meliputi :
- a. Keuntungan (*profit*)
 - b. *Percent Return On Investment* (ROI)
 - c. *Pay Out Time* (POT)
 - d. *Break Even Point* (BEP)
 - e. *Shut Down Point* (SDP)
 - f. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR)

6.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan di setiap tahun akan mengalami oergantian tergantung pada kondisi ekonomi di tahun tersebut. Untuk memperkirakan harga alat di tahun tertentu, perlu mencari tahu indeks harga peralatan pada tahun tersebut. Pabrik Magnesium Hidroksida berencana didirikan pada tahun 2030, sehingga indeks harga pada tahun 2030 dapat diperkirakan melalui data indeks dari tahun-tahun sebelumnya. Indeks harga pada tahun perencanaan ditentukan dengan regresi linear terhadap indeks harga tahun sebelumnya, data indeks harga tersebut didapat dari *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI).

Tabel 6.1 Indeks Harga Alat

Tahun (x)	Indeks (y)
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2000	394,1
2001	394,3
2002	395,6
2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
2008	575,4
2009	521,9
2010	550,8
2011	585,7
2012	584,6
2013	567,3
2014	576,1
2015	556,8

Tabel 6.1 Lanjutan

Tahun (x)	Indeks (y)
2016	541,7
2017	567,5
2018	603,1
2019	607,5
2020	596,2
2021	776,3
2022	671,93
2023	683,93
2024	695,93
2025	707,92
2026	719,92
2027	731,92
2028	743,92
2029	755,91
2030	767,91

Berdasarkan dari indeks harga diatas diperoleh persamaan metode regresi linear sebagai berikut :

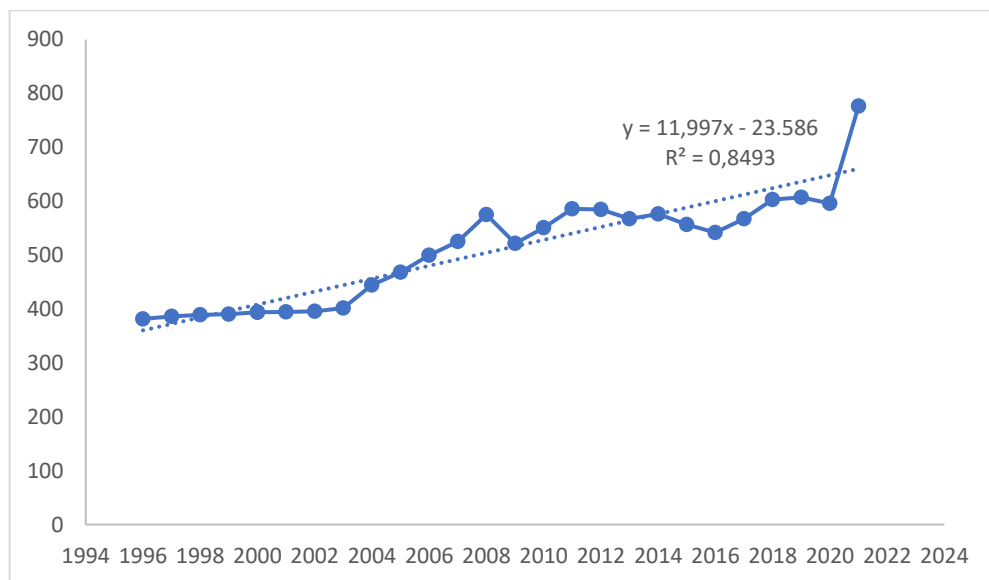
$$y = 11,997x - 23.586 \quad (6.1)$$

Dimana:

y = Indeks Harga

x = Tahun Pembelian

Persamaan tersebut digunakan untuk mencari perkiraan indeks harga pada tahun pabrik didirikan. Direncanakan pabrik akan didirikan pada tahun 2030 dengan harga indeks alat sebesar 767,91. Berikut merupakan grafik hubungan antara tahun dan indeks harga peralatan:



Gambar 6.1 Grafik Regresi Linear

Dari persamaan (6.2) ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga.

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

Dimana:

Ex = Harga alat pada tahun X

E_y = Harga alat pada tahun Y

N_x = Nilai Indeks pada tahun X

N_y = Nilai indeks pada tahun Y

Harga eksponen tergantung dari jenis alat yang akan digunakan dan dicari harganya. Berikut daftar harga alat proses dan alat utilitas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6.2 Daftar Harga Alat Proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumla h	NY	NX	EY	EX
			2014	2030	2014	2030
Mixer	MX- 01	1	576,1	767,91	Rp. 4.356.640.165,31	Rp. 5.807.164.640,42
Mixer	MX-2	1	576,1	767,91	Rp. 4.958.200.438,72	Rp. 6.609.011.801,59
Reaktor	R-01	2	576,1	767,91	Rp.11.294.772.360,13	Rp. 30.110.635.802,7
Rotary Drum Vacuum Filter	RVF- 01	1	576,1	767,91	Rp. 6.717.222.704,11	Rp. 8.953.692.912,19
Rotary Dryer	RD- 01	1	576,1	767,91	Rp. 618.441.949,31	Rp. 2.157.295.187,11

Tabel 6.2 Lanjutan

Nama Alat	Kode Alat	Jumla h	NY	NX	EY	EX
			2014	2030	2014	2030
Cooling Conveyor	CC- 01	1	576,1	767,91	Rp. 282.021.465,27	Rp. 375.919.290,74
Ball Mill	BM- 01	1	576,1	767,91	Rp. 6.227.363.976,13	Rp. 8.300.737.842,23
Evaporator	EV-01	1	576,1	767,91	Rp. 1.951.231.014,51	Rp. 2.600.884.930,31
Screener	SCR- 01	1	576,1	767,91	Rp. 440.247.464,81	Rp. 586.825.951,57
Blower	BL- 01	1	576,1	767,91	Rp. 175.890.838,89	Rp. 234.452.931,94

Tabel 6.2 Lanjutan

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2030	2014	2030
Silo Storage	SS- 01	1	576,1	767,91	Rp. 867.107.025,00	Rp. 1.155.806.553,67
Silo Storage	SS- 02	1	576,1	767,91	Rp. 706.184.460,00	Rp. 941.305.517,58
Silo Storage	SS- 03	1	576,1	767,91	Rp. 85.892.405,00	Rp. 114489.909,26
Tangki Penyimpan an	F-01	2	576,1	767,91	Rp. 1.568.604.420,00	Rp. 4,181.728.936,51
Belt Conveyor	BC- 01	1	576,1	767,91	Rp. 82.599.722,58	Rp. 110.100.942,49

Tabel 6.2 Lanjutan

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2030	2014	2030
Belt Conveyor	BC- 02	1	576,1	767,91	Rp. 82.599.722,58	Rp. 110.100.942,49
Belt Conveyor	BC- 03	1	576,1	767,91	Rp. 82.599.722,58	Rp. 110.100.942,49
Belt Conveyor	BC- 04	1	576,1	767,91	Rp. 82.599.722,58	Rp. 110.100.942,49
Belt Conveyor	BC- 05	1	576,1	767,91	Rp. 82.599.72,58	Rp. 110.100.942,49
Belt Conveyor	BC- 06	1	576,1	767,91	Rp. 82.599.722,58	Rp. 110.100.942,49

Tabel 6.2 Lanjutan

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2030	2014	2030
Belt Elevator	BE- 01	1	576,1	767,91	Rp. 180.816.383,80	Rp. 241.018.415,70
Belt Elevator	BE- 02	1	576,1	767,91	Rp. 204.227.732,00	Rp. 272.224.470,89
Belt Elevator	BE- 03	1	576,1	767,91	Rp. 112.231.662,73	Rp. 149.598.708,78
Belt Elevator	BE- 04	1	576,1	767,91	Rp. 137.182.370,75	Rp. 182.856.646,98
Heat Exchanger	H-01	1	576,1	767,91	Rp. 555.808.558,80	Rp. 740.862.611,33

Tabel 6.2 Lanjutan

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2030	2014	2030
Heat Exchanger	H-02	1	576,1	767,91	Rp. 582.336.860,57	Rp .776.223.396,29
Heat Exchanger	H-03	1	576,1	767,91	Rp. 507.647.022,18	Rp. 676.665.899,67
Pompa	P-01	1	576,1	767,91	Rp. 120.032.124,95	Rp. 159.996.301,11
Pompa	P-02	1	576,1	767,91	Rp. 120.032.124,95	Rp. 159.996.301,11
Pompa	P-03	1	576,1	767,91	Rp. 120.032.124,95	Rp. 159.996.301,11
Pompa	P-04	1	576,1	767,91	Rp. 120.032.124,95	Rp. 159.996.301,11
Pompa	P-05	1	576,1	767,91	Rp. 120.032.124,95	Rp. 159.996.301,11
Pompa	P-06	1	576,1	767,91	Rp. 120.032.124,95	Rp. 159.996.301,11
TOTAL HARGA ALAT PROSES						Rp.76.789.985.819,05

Tabel 6.3 Daftar Harga Alat Utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2030	2014	2030
Screening	SC-01	1	576,1	767,91	Rp. 310.278.810,00	Rp. 413.584.796,02
Flokulator	FL-01	1	576,1	767,91	Rp.2.890.738.260,00	Rp.3.853.197.044,33
Bak Pengendap	BP-01	1	576,1	767,91	Rp. 550.704.336,00	Rp. 734.058.959,66
Sand Filter	SF-01	1	576,1	767,91	Rp.4.877.146.320,00	Rp.6.500.971.065,08
Reverse Osmosis	RO-01	1	576,1	767,91	Rp. 56.130.840,00	Rp. 74.819.360,08
Bak Utama	BU-01	1	576,1	767,91	Rp249.389.103,09	Rp. 332.422.124,90

Tabel 6.3 Lanjutan

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2030	2014	2030
Tangki air proses	T-01	1	576,1	767,91	Rp.1.482.789.690,00	Rp.1.976.478.095,55
Tangki air sanitasi	T-02	1	576,1	767,91	Rp.1.280.094.990,00	Rp.1.706.297.073,03
Tangki air pendingin	T-03	1	576,1	767,91	Rp. 824.811.510,00	Rp.1.099.428.930,12
Tangki Umpan Boiler	T-04	1	576,1	767,91	Rp. 640.827.090,00	Rp. 854.187.694,29
Cooling Tower	CT-01	1	576,1	767,91	Rp.1.064.926.770,00	Rp.1.419.489.526,04

Tabel 6.3 Lanjutan

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2030	2014	2030
Kation Exchanger	KE-01	1	576,1	767,91	Rp.2.128.294.350,00	Rp.2.836.900.736,52
Anion Exchanger	AE-01	1	576,1	767,91	Rp.2.084.637.030,00	Rp.2.778.707.900,90
Boiler	B-01	1	576,1	767,91	Rp.5.570.98.870,00	Rp.7.425.821.488,34
Pompa Utilitas-01	PU-01	1	576,1	767,91	Rp. 380.442.360,00	Rp. 507.108.996,12
Pompa Utilitas-02	PU-02	1	576,1	767,91	Rp. 380.442.360,00	Rp. 507.108.996,12
Pompa Utilitas-03	PU-03	1	576,1	767,91	Rp. 380.442.360,00	Rp. 507.108.996,12

Tabel 6.3 Lanjutan

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2030	2014	2030
Pompa Utilitas-04	PU-04	1	576,1	767,91	Rp. 380.442.360,00	Rp. 507.108.996,12
Pompa Utilitas-05	PU-05	1	576,1	767,91	Rp. 382.001.550,00	Rp. 509.187.311,68
Pompa Utilitas-06	PU-06	1	576,1	767,91	Rp. 235.437.690,00	Rp. 313.825.649,24
Pompa Utilitas-07	PU-07	1	576,1	767,91	Rp. 235.437.690,00	Rp. 313.825.649,24
Pompa Utilitas-08	PU-08	1	576,1	767,91	Rp. 57.690.030,00	Rp. 76.897.675,64

Tabel 6.3 Lanjutan

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2030	2014	2030
Pompa Utilitas-09	PU-09	1	576,1	767,91	Rp. 286.890.960,00	Rp. 382.410.062,65
Pompa Utilitas-10	PU-10	1	576,1	767,91	Rp. 286.890.960,00	Rp. 382.410.062,65
Pompa Utilitas-11	PU-11	1	576,1	767,91	Rp. 286.890.960,00	Rp. 382.410.062,65
Pompa Utilitas-12	PU-12	1	576,1	767,91	Rp. 146.563.860,00	Rp. 195.361.662,44
Pompa Utilitas-13	PU-13	1	576,1	767,91	Rp. 146.563.860,00	Rp. 195.361.662,44

Tabel 6.3 Lanjutan

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2030	2014	2030
Pompa Utilitas-14	PU-14	1	576,1	767,91	Rp. 146.563.860,00	Rp. 195.366.662,44
Pompa Utilitas-15	PU-15	1	576,1	767,91	Rp. 146.563.860,00	Rp. 195.361.662,44
Pompa Utilitas-16	PU-16	1	576,1	767,91	Rp. 146.563.860,00	Rp. 195.361.662,44
Tangki N ₂ H ₄	TU-01	1	576,1	767,91	Rp. 143.445.480,00	Rp. 191.205.031,33
Tangki Al ₂ (SO ₃) ₄	TU-02	1	576,1	767,91	Rp. 505.17.560,00	Rp. 673.374.240,76

Tabel 6.3 Lanjutan

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2030	2014	2030
Tangki Ca(ClO) ₂	TU-03	1	576,1	767,91	Rp. 132.531.150,00	Rp. 176.656.822,42
Tangki NaOH	TU-04	1	576,1	767,91	Rp. 580.018.680,00	Rp. 773.133.387,53
Tangki CaOH	TU-05	1	576,1	767,91	Rp. 140.327.100,00	Rp. 187.048.400,21
TOTAL INDEKS HARGA ALAT UTILITAS						Rp.39.569.355.110,01

Dari hasil penaksiran harga alat proses dan alat utilitas tersebut, maka diketahui bahwa total harga alat adalah sebesar Rp. 116.359.340.929,06

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produk (C ₆ H ₁₂ O ₆)	= 25.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur alat	= 10 tahun
Tahun pabrik didirikan	= 2030
Kurs rupiah 2024	= 1US\$ = Rp 15.591,90

6.3 Perhitungan Biaya

Dalam memperhitungkan biaya yang diperlukan dalam mendirikan suatu pabrik, diperlukan beberapa tahapan perhitungan agar pabrik tersebut dapat dikatakan layak secara ekonomis. Beberapa tahapan tersebut antara lain:

6.3.1 Capital Investment

Capital investment merupakan besaran biaya untuk mendirikan fasilitas dan operasi pabrik. *Fixed Capital Investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

Fixed Capital Investment merupakan modal yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas pabrik. *Fixed Capital Investment* terdiri dari *Purchased Equipment Cost, Delivered Equipment Cost, Installation Cost, Piping Cost, Instrumentation Cost, Electrical Cost, Building Cost, Lanyard*

and Yard Improvement, Engineering and Construction, Contractor's fee, dan Contingency. Berikut merupakan hasil perhitungan masing-masing:

Tabel 6.4 Physical Plant Cost (DPC)

No	Type of Capital Investment	Biaya
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp. 116.359.340.929
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp. 29.852.163.600
3	<i>Installation Cost</i>	Rp. 5.134.572.139
4	Pemipaan	Rp. 42.987.115.584
5	Instrumentasi	Rp. 35.822.596.320
6	Insulasi	Rp. 9.552.692.352
7	Listrik	Rp. 13.134.951.984
8	Bangunan	Rp. 134.625.000.000
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp. 144.000.000.000
Total		Rp. 534.517.746.382

Tabel 6.5 Direct Plant Cost (DC)

No	Type of Capital Investment	Biaya
1	Teknik dan Konstruksi	Rp. 106.903.549.276
Total		Rp. 106.903.549.276

Tabel 6.6 *Fixed Capital Investment*

No	Type of Capital Investment	Biaya
1	Total DPC + PPC	Rp. 641.421.295.659
2	Kontraktor	Rp. 44.899.490.696
3	Biaya tak terduga	Rp. 64.142.129.566
Total		Rp. 750.462.915.920

b. *Working Capital Investment*

Working Capital Investment merupakan biaya yang diperlukan dalam perjalanan usaha agar operasi dapat berjalan sesuai dengan target di waktu tertentu. Biaya ini didapat dari biaya bahan baku untuk kebutuhan produksi dan siklus pribadi, biaya penyimpanan produk sebelum dikirimkan ke konsumen dan biaya pembayaran gaji, jasa, dan material.

Working Capital Investment bernilai 10 – 20% dari total capital investment. Hasil perhitungan *Working Capital Investment* didapatkan sebagai berikut:

Tabel 6.7 *Working Capital Investment (WCI)*

No	Jenis Biaya	Harga
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp. 358.613.877.377
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp. 224.327.657.495
3	<i>Product Inventory</i>	Rp. 448.655.314.991
4	<i>Extended Credit</i>	Rp. 569.778.029.261
5	<i>Available Cash</i>	Rp. 448.655.314.991
Total		Rp. 2.050.030.194.115

6.3.2 Manufacturing Cost

Manufacturing Cost merupakan biaya yang dibuthkan untuk melakukan produksi suatu produk. Manufacturing cost merupakan jumlah dari *Direct Cost*, *Indirect Cost* yang selalu berkaitan dengan pembuatan suatu produk dalam pabrik, *Manufacturing Cost*, diantaranya:

a. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Direct Manufacturing Cost merupakan biaya pengeluaran yang berkaitan langsung dalam pembuatan produk yang berhubungan dengan memproduksi suatu produk dalam pabrik. Berikut beberapa yang termasuk dalam *Direct Production Cost*:

Tabel 6.8 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	Jenis Biaya	Harga
1	<i>Raw Material</i>	Rp1.314.917.550.384
2	<i>Laboratorium</i>	Rp12.890.400.000
3	<i>Supervision</i>	Rp1.933.560.000
4	<i>Maintenance</i>	Rp15.009.258.318
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp2.251.388.748
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp20.891.861.073
7	<i>Utilities</i>	Rp168.658.450.706
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp1.536.552.469.230

b. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Indirect Manufacturing Cost (IMC) merupakan biaya tidak langsung, yaitu biaya yang tidak ikut terkait langsung dengan unit produksi dalam pabrik.

Berikut ini termasuk *Indirect Manufacturing Cost*:

Tabel 6.9 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Jenis Biaya	Harga
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp. 1.933.560.000
2	<i>Laboratory</i>	Rp. 1.289.040.000
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp. 1.289.040.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp. 6.445.200.000
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp. 10.956.840.000

c. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Fixed Manufacturing Cost merupakan pengeluaran yang berkaitan dengan *Initial Fixed Capital Investment*. Biaya ini bersifat konstan dan tidak berubah, terlepas dari waktu maupun tingkat produksi. Ini karena *Fixed Manufacturing Cost* tetap dikeluarkan, baik saat pabrik beroperasi maupun tidak. Berikut komponen yang termasuk dalam *fixed manufacturing cost*:

Tabel 6.10 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	Jenis Biaya	Harga
1	<i>Depreciation</i>	Rp. 75.046.291.592
2	<i>Property Taxes</i>	Rp. 15.009.258.318
3	<i>Insurance</i>	Rp. 7.504.629.159
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp. 97.560.179.070

Total manufacturing Cost = *Direct Manufacturing Cost* + *Indirect Manufacturing Cost* + *Fixed Manufacturing Cost* = **Rp. 1.645.069.488.299**

6.3.3 General Expenses

General Expenses merupakan biaya yang mencakup pengeluaran terkait fungsi perusahaan yang tidak termasuk kedalam *manufacturing cost*. Biaya ini digunakan untuk memastikan kelancaran operasional perusahaan secara keseluruhan. Berikut adalah rincian komponen dari *General Expense*:

Tabel 6.11 *General Expense*

No	Jenis Biaya	Harga
1	<i>Administration</i>	Rp. 32.901.389.766
2	<i>Sales Expense</i>	Rp. 164.506.948.830
3	<i>Research</i>	Rp. 32.901.389.766
4	<i>Finance</i>	Rp. 56.009.862.201
<i>General Expense (GE)</i>		Rp. 286.319.590.563

Sedangkan untuk hasil perhitungan *Total Production Cost* ditunjukkan pada tabel 6.12 sebagai berikut :

Tabel 6.12 *Total Production Cost*

No	Jenis Biaya	Harga
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp. 1.645.069.488.299
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp. 286.319.590.563
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		Rp. 1.931.389.078.862

6.4 Analisis Risiko Pabrik

Tabel 6.13 Analisis Risiko Pabrik Magneisum Hidroksida

No	Parameter Resiko	Deskripsi	Resiko
1.	Kondisi Operasi	Suhu: 40-70 °C	Rendah
		Tekanan: 1 atm	Rendah
2.	Bahan Baku dan Bahan Pendukung yang digunakan		
-	Natrium Hidroksida	Toksisitas : Rendah	Rendah
		<i>Explosion limits</i> : Tidak mudah meledak	Rendah
		<i>Flammability</i> : tidak mudah terbakar	Rendah
		Stabilitas: stabil	Rendah
-	Magnesium Klorida	Toksisitas: rendah	Rendah
		<i>Explosion limits</i> : tidak mudah meledak	Rendah
		<i>Flammability</i> : tidak mudah terbakar	Rendah
		Stabilitas: stabil	Rendah
-	Magnesium Hidroksida	Toksisitas : rendah	Rendah
		<i>Explosion limits</i> : tidak mudah meledak	Rendah
		<i>Flammability</i> : tidak mudah terbakar	Rendah
		Stabilitas : cukup stabil	Rendah
-	Natrium Klorida	Toksisitas : rendah	Rendah
		<i>Explosion limits</i> : tidak mudah meledak	Rendah
		<i>Flammability</i> : tidak mudah terbakar	Rendah
		Stabilitas: Cukup Stabil	Rendah

Selain parameter resiko diatas, beberapa hal dapat menentukann apakah pabrik tersebut beresiko rendah atau tinggi, seperti pada pengolahan limbah pabrik tersebut. Pada pabrik magnesium hidroksida ini limbah yang dihasilkan berupa NaCl yang akan dihasilkan menjadi produk samping, sehingga ditinjau dari

pengolahan limbah, pabrik ini aman untuk lingkungan. Selain itu dari segi ketersediaan bahan baku, di Indonesia salah satu bahan baku untuk pabrik ini berupa magnesium klorida yang masih diimpor dari China sehingga daari segi ketersediaan bahan baku merupakan salah satu tantangan pendirian pabrik ini. Akan tetapi, dari segala pertimbangan yang ada dapat disimpulkan bahwa Pabrik Magnesium Hidroksida yang didirikan memiliki risiko yang rendah.

6.5 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan dilakukan untuk mengetahui laba yang didapatkan agar mendapatkan keuntungan maksimum dan potensial secara ekonomi. Evaluasi kelayakan tersebut antara lain:

6.5.1 Sales dan Profit

Berdasarkan data penjualan dari produk serupa, rata-rata penjualan Magnesium Hidroksida adalah sebesar Rp. 16.000 - 40.000/kg. Sehingga harga jual yang akan digunakan untuk Magnesium Hidroksida sebesar Rp. 23.387/kg.

Profit (Keuntungan)

Total Penjualan	: Rp. 2.089.186.107.289,31
Total Biaya Produksi	: Rp. 1.931.389.078.861,75
Keuntungan	: Rp. 157.797.028.427,55
Keuntungan sesudah pajak	
Pajak 35%, menurut (Aries& Newton, 1955)	

Keuntungan setelah pajak : Rp. 102.568.068.477,91

6.5.2 Return On Investmenst (ROI)

Return on invesment merupakan kecepatan pengembalian modal investasi, dinyatakan dalam persentase terhadap modal tetap.

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

Keuntungan dihitung berdasarkan penjualan tahunan (Sa) dan *total manufacturing cost*. Keuntungan ini juga mencakup komponen untuk pengembalian hutang yang diambil selama pembangunan pabrik. Keuntungan tersebut akan berkontribusi pada arus kas pabrik. Pabrik dengan risiko rendah memiliki (ROI) minimum sebelum pajak sebesar 11%, sementara pabrik dengan resiko tinggi memiliki ROI minimum sebelum pajak sebesar 44% . Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai ROI, sebagai berikut:

a. ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned} ROI &= \frac{Rp157.797.028.427,55}{Rp750.462.915.920,48} \times 100\% \\ &= 21,03\% \end{aligned}$$

b. ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} ROI &= \frac{Rp102.568.068.477,91}{Rp750.462.915.920,48} \times 100\% \\ &= 13,67\% \end{aligned}$$

Dengan nilai ROI pada Industri kimia dengan resiko rendah minimal 11%. Berdasarkan perhitungan pabrik Magnesium Hidroksida berkapasitas 25.000 ton/tahun dengan nilai ROI sebelum pajak sebesar 21,03 % serta ROI setelah pajak sebesar 13,67 %. Maka hal ini menunjukkan bahwa pabrik memenuhi persyaratan dan layak untuk didirikan.

6.5.3 Pay Out Time (POT)

Pay out time merupakan jumlah tahun yang berselang sebelum didapatkannya suatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Fixed Capital Investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

a. POT sebelum pajak

$$POT = \frac{Rp750.462.915.920,48}{Rp232.843.320.019,60} \times 100\%$$
$$= 3,2 \text{ tahun}$$

b. POT setelah pajak

$$POT = \frac{Rp750.462.915.920,48}{Rp177.614.360.069,96} \times 100\%$$
$$= 4,2 \text{ tahun}$$

Nilai POT Industri *Chemical* dengan resiko rendah maksimum sebesar 5 tahun. Sehingga dengan berdasarkan perhitungan diatas, pabrik magnesium hidroksida 25.000 ton/tahun memenuhi persyaratan dan layak untuk didirikan.

6.5.4 Break Event Point (BEP)

Break Event Point (BEP) merupakan titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mengalami keuntungan ataupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat sales *value* dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah persentase BEP dan untung jika beroperasi diatas persentase BEP. Umumnya untuk menghitung nilai BEP, dapat menggunakan persamaan berikut :

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

Dimana:

Fa (*Fixed Cost*) : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra (*Regulated Cost*) : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va (*Variable Cost*) : *Annual Variable Value* pada produksi minimum

Sa (*Sales*) : *Annual Sales Value* pada produksi minimum

Tabel 6.14 *Annual Fixed Cost (Fa)*

No	Jenis Biaya	Harga
1	<i>Depreciation</i>	Rp. 75.046.291.592
2	<i>Property taxes</i>	Rp. 15.009.258.318
3	<i>Insurance</i>	Rp. 7.504.629.159
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		Rp. 97.560.179.070

Tabel 6.15 *Annual Variable Cost (Va)*

No	Jenis Biaya	Harga
1	<i>Raw material</i>	Rp. 1.314.917.550.384
2	<i>Packaging & shipping</i>	Rp. 6.445.200.000
3	<i>Utilities</i>	Rp. 168,658,450,706
4	<i>Royalties and Patents</i>	Rp. 20,891,861,073
<i>Variable Cost (Va)</i>		Rp. 1,510,913,062,163

Tabel 6.16 *Annual Regulated Expense (Ra)*

No	Jenis Biaya	Harga
1	<i>Labor cost</i>	Rp. 12.890.400.000
2	<i>Plant overhead</i>	Rp. 1.289.040.000
3	<i>Payroll overhead</i>	Rp. 1.933.560.000
4	<i>Supervision</i>	Rp. 1.933.560.000
5	<i>Laboratory</i>	Rp. 1.289.040.000
6	<i>Administration</i>	Rp. 32.901.389.766
7	<i>Finance</i>	Rp. 56.009.862.201
8	<i>Sales expense</i>	Rp. 164.506.948.830
9	<i>Research</i>	Rp. 32.901.389.766
10	<i>Maintenance</i>	Rp. 15.009.258.318
11	<i>Plant supplies</i>	Rp. 2.251.388.748
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		Rp. 322.915.837.629

Dari data-data tersebut digunakan untuk menghitung nilai BEP dan dapat didapatkan nilainya yaitu:

$$\text{BEP} = 55,2\%$$

Nilai tersebut menunjukkan bahwa pabrik magnesium hidroksida 25.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

5.5.5 Shut Down Point (SDP)

Shut Down point merupakan level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*. Persamaan untuk menghitung SDP adalah sebagai berikut:

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

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai SDP:

$$\text{SDP} = 27,5\%$$

6.5.6 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Evaluasi keuntungan dengan cara *discounted cash flow rate* menggunakan nilai uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*present value*). DCF suatu pabrik dinilai menguntungkan apabila melebihi satu setengah kali bunga pinjaman bank.

Nilai DCF (i) dihitung dengan persamaan:

$$(FC + WC)(1 + i)^n = CF[(1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + (1 + i)^0] + SV + WC = S$$

Dimana:

FC	: <i>Fixed Capital Investment</i>
WC	: <i>Working Capital Investment</i>
SV	: <i>Salvage Value</i> = Depresiasi
CF	: <i>Cash Flow</i>
I	: Nilai DCFR
n	: Umur pabrik
Umur Pabrik	: 10 tahun

Sehingga perhitungan data tersebut didapatkan sebagai berikut :

FC	: Rp750.462.915.920,48
WC	: Rp2.050.030.194.114,92
SV	: Rp75.046.291.592,05
CF	: Rp233.624.222.270,67
n	: 10 tahun

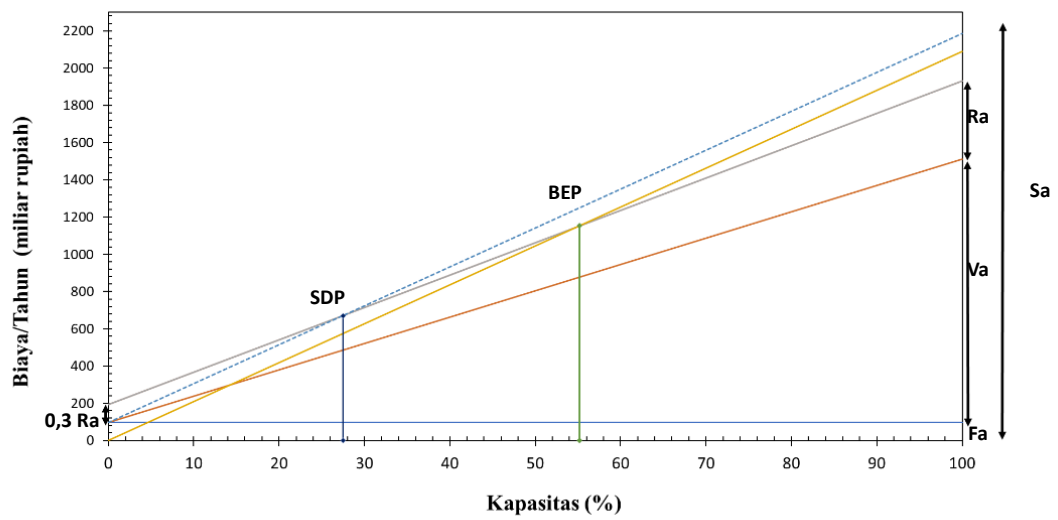
Sehingga diperoleh trial & error dapat dihitung nilai DCFR. Diperoleh nilai DCFR adalah:

DCFR (i): 8 %

Nilai bunga pinjaman bank CIMB Niaga sebesar 4,5%, sehingga bunga minimum sebesar 6,8%. Dibandingkan dengan bunga minimum, nilai DCFR

yang didapatkan masih lebih besar, sehingga menurut nilai DCFRR pabrik layak untuk didirikan.

Dengan beberapa analisa ekonomi dididapatkan grafik evaluasi ekonomi sebagai berikut:



Gambar 6.2 Grafik Evaluasi Ekonomi

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan dari pra rancangan pabrik magnesium hidroksida :

1. Pendirian pabrik magnesium hidroksida kapasitas 25.000 ton/tahun dilakukan untuk memenuhi kebutuhan magnesium hidroksida pada industri farmasi, *flame reterdant*, maupun sebagai bahan baku pasta gigi. Bertujuan untuk mengurangi impor dan menyediakan lapangan pekerjaan sehingga membantu perekonomian negara.
2. Pabrik Magnesium Hidroksida kapasitas 25.000 ton/tahun akan dibangun dalam bentuk Perseroan Terbatas (PT) yang beroperasi di tahun 2030 di Cilegon, Jawa Barat dalam 330 hari dalam setahun.
3. Ditinjau dari sifat bahan baku, kondisi operasi dan evaluasi ekonomi , pabrik magnesium hidroksida tergolong dalam pabrik dengan risiko rendah (*Low risk*).
4. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi diperoleh hasil sebagai berikut:
 - a. Keuntungan pabrik sebelum pajak sebesar Rp.157.797.028.427,55 per tahun dan setelah pajak Rp.102.568.068.477,91 per tahun.
 - b. *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak adalah sebesar 21,03% dan setelah pajak sebesar 13,67%. Dimana nilai ROI pada *industry chemicals* dengan risiko rendah minimal sebesar 11%. Berdasarkan

perhitungan, pabrik magnesium hidroksida memenuhi persyaratan layak didirikan karena nilai ROI berada diatas 11%.

- c. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 3,2 tahun dan setelah pajak 4,2 tahun. Pada *industri chemicals* dengan risiko rendah maksimum sebesar 5 tahun, sehingga pabrik magnesium hidroksida layak untuk didirikan.
- d. *Break Even Point* (BEP) pada pabrik magnesium hidroksida sebesar 55,2% . Nilai BEP tersebut menunjukkan pabrik magensium hidroksida layak didirikan karena syarat BEP pada pabrik kimia berkisar diantara 40% -60%.
- e. *Shut Down Point* (SDP) didapatkan sebesar 27,5%
- f. *Discounted Cash Flow of Return* (DCFRR) pabrik magnesium hidroksida sebesar 8% dimana syarat minimum DCFR adalah 1,5 x suku bunga pinjaman bank. Suku bunga pinjaman bank sebesar 4,5%.

7.2. Saran

Dalam perancangan pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep dasar untuk menjamin pabrik dapat didirikan, selain itu juga memerlukan referensi yang berhubungan dengan konsep dasar pendirian untuk meningkatkan kelayakannya. Berikut beberapa saran yang diberikan mengenai Pabrik Magnesium Hidroksida kapasitas 25.000 ton/tahun:

1. Mengoptimalkan pemilihan alat proses dan pendukung agar mendapatkan keuntungan yang lebih optimal.

2. Pemilihan bahan baku dan bahan pendukung serta melakukan kontrak dengan supplier untuk menjamin kebutuhan bahan baku dan pendukung.
3. Meneliti lebih lanjut terkait kondisi operasi maupun presentase bahan baku untuk mendapatkan reaksi yang lebih efisien dan dapat lebih menguntungkan serta ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Aries, R. S., and R. D. Newton. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw Hill Book Company.

Badan Pusat Statistik. 2023. <https://www.bps.go.id>. Diakses pada Mei 2024 pukul 12.00 WIB.

Briggs, J. R. (1969). *Magnesium Production and Processing from Sea Water*.

Brown, G. G. 1973. *Unit Operations*. Modern Asia ed. Tokyo, Japan: Tuttle Company Inc.

Brownell, L.E., and Young, E.H. 1979. *Process Equipment Design*. John Wiley and sons Inc, New York

Coulson, J. M., and J. F. Richardson. 1983. *Chemical Equipment Design*, Vol.6. New York:John Wiley and Sons. Inc.

Dong, C., J. Cairney., Q. Sun., O.L. Maddan., G. He., and Y. Deng. 2010. Investigation of Mg(OH)₂ nanoparticles as an antibacterial agent. *J.Nanopart. Res.*12, pp 2101-2109.

Hau Radja, B., Firdani, A., & Billah, tasim. (2021). Kinetika Reaksi Pembuatan Magnesium Hidroksid dari Bittern. In *Journal of Chemical and Process Engineering Jurnal ChemPro* (Vol. 2, Issue 1). www.chempro.upnjatim.ac.id

Holisaturrahmah dan Suprpto. 2013. Pengurangan Turbiditas pada Air Laut Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2(2), hal 2337-3520.

<https://yuyuangroup.en.made-in-china.com> diakses pada mei 2024.

<https://www.asc.co.id> diakses pada mei 2024.

Matche equipment cost. *Matches' Reactor cost - autoclave, fermenter, kettle, mixer settler*. Diakses pada 23 Oktober 2024 pukul 12.00 WIB.

Perry, R.H. and D. W. Green. 1997, Perry's Chemical Engineering Handbooks, 7th edition, McGraw Hill Book Co., New York.

Rase, H.F., and Barrow, M.H.,1957,"Project Engineering of Process Plants", New York: Wiley, Inc.

Timmerhaus, K. D., 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers* (Edition).

www.merckgroup.com

LAMPIRAN A
PERANCANGAN REAKTOR

Kode	: R-01
Fungsi	: Mereaksikan $MgCl_2 + 2NaOH$ menjadi $Mg(OH)_2 + 2NaCl$
Jumlah	: 2 alat
Tipe	: Reaktor Alir Tangki berpengaduk (RATB/CSTR) dengan jaket pendingin
Kapasitas	: 3156,5657 kg/jam
Kondisi Operasi	: Eksotermis
	Suhu : 50°C
	Tekanan : 1 atm

Dimensi Reaktor

Bahan Reaktor	: <i>Stainless Steel SA-67 Grade 11 Type 316</i>
Diameter Shell (D)	: 6,096 m
Tinggi Shell (H)	: 6,096 m
Volume Shell	: 78,47 m ³
Volume Head	: 2,234 m ³
Volume Reaktor	: 76,229 m ³
Tinggi Reaktor	: 8,932 m
Tinggi Head(OA)	: 4,652 ft
Tebal Shell	: 0,312 in
Tebal Head	: 0,375 in

Dimensi Pengaduk

Jenis impeller	: Six Blade Turbin with Disk
Diameter pengaduk (Di)	: 2,032 m
Jarak Pengaduk dari dasar reaktor (Zi)	: 1,524 m
Tinggi Cairan dalam reaktor (Zl)	: 5,4864 m

Lebar Baffle (W)	: 1,0363 m
Kecepatan Pengaduk	: 21,104 rpm
Power Pengaduk	: 5 hp

Dimensi Jacket Pendingin

Massa Air	: 144581,7691 m ³ /jam
Tekanan Desain	: 28,2989 psia
Tebal dinding Jacket (tj)	: 0,366 in
Diameter dalam (ID)	: 250,625 in
Diameter luar (OD)	: 279,427 in
Tinggi	: 19,903 ft

Perhitungan Perancangan Reaktor

Fungsi : Mereaksikan magnesium klorida dengan natrium hidroksida untuk membentuk magnesium hidroksida dan natrium klorida

Tipe : Reaktor alir tangki berpengaduk

Fase : Cair

Kondisi : Isotermal

Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316*

Jumlah : 2 unit

Dasar Pemilihan : *Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316* tahan terhadap korosi dimana reaksi melibatkan NaOH dan MgCl₂ yang bersifat korosif. Serta reaktor tangki alir berpengaduk dipilih dikarenakan reaksi bersifat cair-cair, pengaduk diperlukan untuk efisiensi reaksi.

Kondisi Operasi : Suhu = 60

Tekanan = 1 atm

Laju alir :

c. Menentukan Persamaan Laju

Menurut penelitian Radja et al. (2021) diketahui bahwa reaksi pembentukan magnesium hidroksida merupakan reaksi orde satu. Hubungan laju reaksinya adalah sebagai berikut :

$$-\ln(1 - X_A) = kt$$

Sehingga diketahui nilai persamaan konstanta laju reaksi sebagai berikut :

$$k = 9,34 e^{-\frac{2129,8}{T}} \text{ per menit}$$

d. Menentukan densitas, kecepatan laju alir volumetris dan volume reaktor

Neraca Massa ;

Rate of input – Rate of output – Rate of reaction = rate of accumulation

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

Sehingga :

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

$$FA_0 - FA_1 - (-r_a) \cdot V = 0$$

$$CA_0 \cdot V_0 - CA_1 \cdot V_0 = k \cdot CA_1 \cdot V$$

$$CA_0 \cdot V_0 - (CA_0 - CA_0 \cdot X_A) \cdot V_0 = k \cdot (CA_0 - CA_0 \cdot X_A) \cdot V$$

$$CA_0 - (CA_0 - CA_0 \cdot X_A) = k \cdot (CA_0 - CA_0 \cdot X_A) \cdot \tau$$

$$T = V/V_0$$

$$CA_0 \cdot X_A = k \cdot (CA_0 - CA_0 \cdot X_A) \cdot \tau$$

$$\tau = \frac{CA_0 \cdot X_A}{kCA_0(1 - X_A)}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{X_A}{kCA_0(1 - X_A)}$$

$$V = \frac{V_0 \cdot X_A}{kCA_0(1 - X_A)}$$

Keterangan

FA₀ = laju alir molar MgCl₂ mula-mula, kmol/jam

FA₁ = laju alir MgCl₂ sisa, kmol/jam

V = Volume reaktor, m^3

V_0 = laju alir volumetric umpan, m^3/jam

CA_0 = konsentrasi $MgCl_2$ sisa, $kmol/m^3$

X_A = konversi

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

τ = waktu tinggal, jam

Tabel Komposisi Bahan masuk reaktor

Komponen	Laju alir (kg/jam)	xi	ρ (kg/m ³)	xi/ ρ_i
MgCl ₂	6.849,43	1,09E-01	785.5955	1,38E-04
NaCl	7,19	1,14E-04	473.1300	2,41E-07
NaOH	22.806,36	3,62E-01	336.0116	1,08E-03
Na ₂ CO ₃	93,09	1,48E-03	383.1225	3,86E-06
Na ₂ SO ₄	9,31	1,48E-04	475.6710	3,11E-07
Fe	2,33	3,69E-05	1187.9010	3,11E-08
H ₂ O	33.258,17	5,28E-01	415.3320	1,27E-03
Total	63.025,87	1	4.056,76	0,0025

$$\rho_{mix} = \frac{1}{\sum xi/\rho_i}$$

$$\rho_{mix} = \frac{1}{0,0025}$$

$$\rho_{mix} = 401,57 \frac{kg}{m^3}$$

$$FV_0 = \frac{FV}{\rho_{mix}}$$

$$FV_0 = \frac{63.025,87 \text{ kg/jam}}{401,57 \text{ kg/m}^3}$$

$$FV_0 = 156,95 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\tau_1 = 50 \text{ menit}$$

$$\tau_1 = 0,833 \text{ jam}$$

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

$$V = \tau \times FV_0$$

$$V = 0,833 \text{ jam} \times 156,95 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$V = 130,79 \text{ m}^3$$

Optimasi Reaktor

Tabel Optimasi Reaktor

n	V (m ³)	Harga (Rp)
1.	130,79	15.649.500.000,00
2.	65,39	10.837.500.000,00
3.	43,59	8.742.000.000,00
4.	32,69	7.506.000.000,00
5.	26,16	6.669.000.000,00

Dengan pertimbangan ekonomi, harga reaktor berdasarkan volume seperti tabel diatas. Ditinjau dari harga reaktor tersebut, dengan mempertimbangkan tekanan reaktor, kekuatan pengadukan, sehingga mempengaruhi desain pengaduk maka dipilih optimasi dengan 2 reaktor.

- e. Menentukan dimensi reaktor
- Menentukan diameter dalam shell (ID)

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

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

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

$$V_{desain} = \frac{65,40 \text{ m}^3}{4} + (20\% \times 65,40 \text{ m}^3)$$

$$V_{desain} = 78,47 \text{ m}^3$$

$$V_{desain} = 2.771,29 \text{ ft}^3$$

$$V_{shell} = \frac{\pi}{4} \times (ID^2 \times H)$$

$$V_{shell} = \frac{\pi}{4} \times (ID^3)$$

$$ID = \frac{4 \times Volume \ Shell^{\frac{1}{3}}}{\pi}$$

$$ID = \frac{4 \times 2.771,29^{\frac{1}{3}}}{3,14}$$

$$ID = \frac{11.085,15^{\frac{1}{3}}}{3,14}$$

$$ID = 3530,30^{\frac{1}{3}}$$

$$ID = 15,23 \text{ ft} = 4,64 \text{ m} = 182,72 \text{ in}$$

ID_s = H_s maka,

$$H_s = 15,23 \text{ ft} = 4,64 \text{ m} = 182,72 \text{ in}$$

Ukuran disesuaikan dengan table pada appendix E *Brownell and Young* sehingga diperoleh :

$$ID = H_s = 20 \text{ ft}$$

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

$$V_{torispherical \ bawah} = 0,000049 \times (20 \text{ ft})^3$$

$$V_{torispherical\ bawah} = 0,392 ft^3$$

$$V_{cairan\ di\ shell} = V_{desain} \times V_{torispherical\ bawah}$$

$$V_{cairan\ di\ shell} = 2.771,29 ft^3 \times 0,39 ft^3$$

$$V_{cairan\ di\ shell} = 2.770,90 ft^3$$

$$V_{cairan\ di\ shell} = \frac{\pi \times ID \times 2H_l}{4}$$

$$2.770,90 ft^3 = \frac{\pi \times 20 ft^2 \times 2H_l}{4}$$

$$H_l = 8,82 ft = 105,89 in$$

f. Menentukan tekanan desain

$$\text{Tekanan Operasi} = 1 atm = 14,6959 psi$$

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

$$P_{hidrostatik} = \left(401,57 \frac{kg}{m^3} \times 9,8 \frac{m}{s^2} \times 2,69 m \right) \times 0,000145 psi$$

$$P_{hidrostatik} = 1,53 psi$$

Tekanan desain diambil 20%

$$P_{desain} = 1,2(P_{operasi} + P_{hidrostatik})$$

$$P_{desain} = 1,2(14,6959 + 1,53) psi$$

$$P_{desain} = 19,48 psi$$

g. Tebal shell, ts

$$\text{Tekanan desain (P)} = 19,48 psi$$

$$\text{Jari - jari shell (r)} = \frac{D}{2}$$

$$\text{Jari - jari shell (r)} = \frac{240 in}{2}$$

Jari – jari shell (r) = 120 in

Allowable working stress (f) = 18750 psia (Brownell,
1595)

Efisiensi sambungan (E) = 80%

Faktor Korosi (C) = 0,125

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

$$\text{Tebal Shell } (ts) = \frac{19,48 \text{ psi} \times 120 \text{ in}}{18750 \frac{\text{lb}}{\text{in}} \times 0,8 - 0,6 \times 19,48} + 0,125$$

$$\text{Tebal Shell } (ts) = 0,2809 \text{ in}$$

Digunakan tebal standar 5/16 in = 0,3125 in

h. Diameter luar shell (ODs)

$$OD_s = ID + 2 \times ts$$

$$OD_s = 240 \text{ in} + 2 \times 0,3125 \text{ in}$$

$$OD_s = 240,63 \text{ in}$$

i. Tebal head (th)

$$\text{Tebal head } (th) = \frac{p \times rc \times W}{2fe - 0,2p} + C$$

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

Keterangan :

W = Stress-intensification factor

rc = Radius of dish

icr = Inside-corner radius

$rc = OD$ (Brownell, 1958 hal 88)

$icr = 6\% \times OD$ (for torispherical dished head in which the knuckle radius is 6% out of the outside diameter)

$rc = 180 \text{ in}$

$icr = 14,438 \text{ in}$

$$W = \frac{1}{4} + \left(3 + \left(\sqrt{\frac{180 \text{ in}}{14,438 \text{ in}}} \right) \right)$$

$W = 1,6327 \text{ in}$

$$\text{Tebal head (th)} = \frac{19,48 \text{ psi} \times 180 \text{ in} \times 1,6327 \text{ in}}{2 \times 180750 \text{ psi} \times 80\% - 0,2 \times 19,48 \text{ psi}} + 0,125$$

$\text{Tebal head (th)} = 0,3182 \text{ in}$

Digunakan tebal plat standar = $3/8 \text{ in} = 0,375 \text{ in}$ (d disesuaikan dengan tabel 5.6 Brownell hal 88)

Menghitung tinggi tutup (OA)

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

Dengan mengetahui nilai AB dan BC, tinggi tuup torispherical atas dan bawah dapat ditentukan:

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

$$AB = \frac{240}{2} - 14,4375$$

$AB = 105,56 \text{ in}$

$$BC = rc - icr$$

$BC = 180 \text{ in} - 14,438 \text{ in}$

$$BC = 165,56 \text{ in}$$

$$b = 180 - \sqrt{(165,56)^2 - (195,56)^2}$$

$$b = 52,46 \text{ in}$$

Nilai sf dengan th 3/8 in adalah sebesar 3 in, didapatkan dari table 5.6

Brownell 1959 hal 88.

Tinggi head and bottom torispherical adalah:

$$OA = th + b + sf$$

$$OA = \frac{3}{8} \text{ in} + 35,46 \text{ in} + 3 \text{ in}$$

$$OA = 55,831 \text{ in} = 4,6526 \text{ ft}$$

Tinggi cairan di shell

$$H \text{ cairan di shell} = Hl - OA$$

$$H \text{ cairan di shell} = Hl - OA$$

$$H \text{ cairan di shell} = 2,7022 \text{ m} - 1,481 \text{ m} = 1,2481 \text{ m}$$

Menentukan volume reaktor

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

$$V_{shell} = \frac{\pi \times ID^2 \times H_l}{4}$$

$$V_{shell} = \frac{3,14 \times (240)^2 \text{ in} \times 105,89 \text{ in}}{4}$$

$$V_{shell} = 4.788.108,58 \text{ in}^3$$

$$V_{torispherical} = 0,000049 \times (240 \text{ in})^3$$

$$V_{torispherical} = 677.3760 \text{ in}^3$$

$$V_{sf} = \frac{\pi \times ID^2 \times sf}{4}$$

$$V_{sf} = \frac{3,14 \times (240 \text{ in})^2 \times 3 \text{ in}}{4}$$

$$V_{sf} = 135648 \text{ in}^3$$

$$V_{head} = V_{torispherical} + V_{sf}$$

$$V_{head} = 677,3760 \text{ in}^3 + 135648 \text{ in}^3$$

$$V_{head} = 136325,3760 \text{ in}^3$$

$$V_{reaktor} = V_{shell} - V_{head}$$

$$V_{reaktor} = 4810289,509 \text{ in}^3 - 135648 \text{ in}^3$$

$$V_{reaktor} = 4673964,133 \text{ in}^3$$

Menghitung tinggi total reaktor

$$H_{reaktor} = H_s + (2 \times OA)$$

$$H_{reaktor} = 20 \text{ ft} + (2 \times 4,6526 \text{ ft})$$

$$H_{reaktor} = 29,3051 \text{ ft}$$

Desain Sistem Pengaduk

1. Dimensi Pengaduk dan jumlah pengaduk

Jenis pengaduk = *flat six turbine with disk*

Dasar pemilihan pengaduk =

- a. Efisiensi yang tinggi untuk campuran
- b. Kapasitas pemompaan besar
- c. Pencampuran sangat baik
- d. Jangkauan viskositas yang dimiliki luas

Geometri proportion untuk system pengadukan standar

$$Dt/Di = 3$$

$$Z1/Di = 2,7$$

$$W/Dt = 0,17$$

$$Zi/Dt = 0,75$$

Keterangan :

Dt = diameter dalam reactor

Zi = jarak pengaduk dari dasar reactor

Z1 = tinggi cairan dalam reactor

Di = diameter pengaduk

W = lebar baffle

Dengan Dt = 20 ft, diperoleh

$$Dt = 20ft$$

$$Dt/Di = 3$$

$$Di = 6,7 ft$$

$$Zi/Di = 0,75$$

$$Zi = 5 ft$$

$$Z1/Di = 2,7$$

$$Z1 = 18 ft$$

$$W/Dt = 0,17$$

$$W = 3,4 ft$$

Jumlah *Impeller* yang digunakan :

WELH = *Water Equivalent Liquid Hight*

Z1 = Tinggi Cairan

$$WELH = Z1 \times sg$$

$$WELH = Z1 \times \frac{\rho_{\text{cairan}}}{\rho_{\text{air}}}$$

$$WELH = 5,49 \text{ m} \times \frac{401,57 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$WELH = 2,20 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{ impeller} = \frac{WELH}{2 \times Di}$$

$$\Sigma \text{ impeller} = \frac{2,20 \text{ m}}{2 \times 2,032 \text{ m}}$$

$$\Sigma \text{ impeller} = 0,5421 = 1 \text{ buah}$$

Menentukan kecepatan putaran pengaduk

$$\frac{WELH}{2 \times Di} = \left(\frac{\pi \times DI \times N}{600} \right)^2$$

$$N = \frac{600}{\pi \times DI} \sqrt{\frac{WELH}{2 \times DI}}$$

$$N = \frac{600}{3,14 \times 2,032 \text{ m}} \sqrt{\frac{2,49 \text{ m}}{2 \times 2,032 \text{ m}}}$$

$$N = 21,10 \text{ rpm}$$

2. Menentukan Putaran Pengaduk

$$Re = \frac{N \times Di^2 \times \rho}{\mu}$$

(Brownell, 1971, Hal 348)

Dengan :

Di = Diameter impeller

N = Kecepatan pengaduk

ρ = Densitas campuran

μ = Viskositas campuran

g_c = 32,174 ft/s

Re = Bilangan Reynolds

$$Re = \frac{0,352 \text{ rps} \times (6,67 \text{ ft})^2 \times 25,07 \text{ lb/ft}^3}{0,3032 \frac{\text{lb}}{\text{ft}} \cdot \text{s}}$$

$Re = 1.292,45 \text{ turbulence}$

Dari grafik 10.59 Coulson Hal 475 untuk *curve* 1 diperoleh daya, N_p

sebesar :

$N_p = 3,5$

Kebutuhan daya teoritis :

$$P = \frac{N^3 \times D_i^5 \times \rho \times N_p}{g_c}$$

$$P = \frac{N^3 \times D_i^5 \times \rho \times N_p}{g_c}$$

$$P = \frac{(0,352 \text{ rps})^3 \times (6,67 \text{ ft})^5 \times 25,07 \text{ lb/ft}^3 \times 3,5}{32,174 \text{ ft/s}}$$

$$P = 1.562,71 \text{ ft} \cdot \frac{\text{lb}}{\text{s}} = 2,81 \text{ hp}$$

Efisiensi motor (η) = 83% (Timmerhaus fig.14-38, Hal 521)

$$\text{Daya motor} = \frac{P}{\eta}$$

$$\text{Daya motor} = \frac{2,81 \text{ hp}}{0,83}$$

$\text{Daya motor} = 147,2883 \text{ hp}$

Power standar dipilih sebesar 150 hp berdasarkan standar, Rase&Barrow

1957

Daya yang hilang

Asumsi daya yang hilang sebesar 10% daya teoritis

$$P_{loss} = 10\% \times P$$

$$P_{loss} = 10\% \times 2,81 \text{ hp}$$

$$P_{loss} = 0,3 \text{ hp}$$

Daya yang dibutuhkan

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

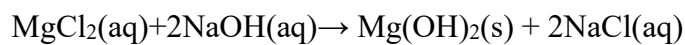
$$P_{input} = 2,81 \text{ hp} + 0,3 \text{ hp}$$

$$P_{input} = 3,1 \text{ hp}$$

Desain Pendingin

Nilai Panas Reaksi (ΔH_r)

Reaksi Presipitasi Mg(OH)_2 :



Reaksi tersebut berlangsung secara eksotermis, dengan nilai (ΔH_r):

$$(\Delta H_r) = -7.859.026,9270 \text{ KJ/jam}$$

1. Menghitung ΔT LMTD

Komponen	°C	°F
Suhu Fluida Panas Masuk (T1)	60	140
Suhu Fluida Panas Keluar (T2)	246,13	475,04
Suhu Media Pendingin Masuk (t1)	30	86
Suhu Media Pendingin Keluar (t2)	45	113

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_2 - t_1) - (T_1 - t_2)}{\ln \frac{(T_2 - t_1)}{(T_1 - t_2)}}$$

Dimana :

T_1 = Suhu Fluida Panas Masuk

T_2 = Suhu Fluida Panas Keluar

t_1 = Suhu Media Pendingin Masuk

t_2 = Suhu Media Pendingin Keluar

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(475,04 - 86) - (140 - 113)}{\ln \frac{(475,04 - 86)}{(140 - 113)}}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 193,891 \text{ } ^\circ\text{F}$$

2. Menghitung Luas Perpindahan Panas yang Tersedia

$A = \text{Luas Selimut reaktor} + \text{Luas Penampang Bawah Reaktor}$

$$A = (\pi \times D_t \times H_{shell}) + \left(\frac{1}{2} \times \pi \times D_t^2 \right)$$

Dimana:

A = Luas perpindahan panas yang tersedia, m^2

π = 3,14

D_t = Diameter tangki

$$A = (3,14 \times 6,096 \text{ m} \times 4,641 \text{ m}) + \left(\frac{1}{2} \times 3,14 \times (6,096^2) \right)$$

$$A = 147,18 \text{ m}^2$$

3. Menghitung Luas Perpindahan Panas yang dibutuhkan

$$A = \frac{Q}{UD \times \Delta T_{LMTD}}$$

Dimana:

A = Luas perpindahan panas yang dibutuhkan, ft²

Q = Kebutuhan Air pendingin, btu/jam

Nilai UD *aqueous solutions* berada dalam range 250-500 Btu/Jam.ft².F

$$A = \frac{7.911.701,396 \frac{btu}{jam} \cdot ft^2 \cdot ^\circ F}{250 btu/jam \times 193,89 ^\circ F}$$

$$A = 163,219 ft^2$$

$$A = 15,163 m^2$$

Luas perpindahan panas yang dibutuhkan lebih kecil dari luas perpindahan panas yang tersedia, sehingga digunakan jaket pendingin.

4. Menghitung Diameter Jaket Pendingin

$$D1 = Do + 2 \times \text{jarak jaket}$$

Dimana:

D1 = Diameter dalam jaket pendingin, m

Do = Diameter luar tangki, m

Asumsi jarak antar dinding luar tangki dan dinding bagian dalam jaket =

5 in atau 0,127 m

$$D1 = 6,11 m + 2 \times 0,127 m$$

$$D1 = 6,37m$$

5. Menghitung Tinggi Jaket Pendingin

$$Hj = Hs + Hh$$

Dimana:

Hs = Tinggi reaktor, m

Hh = Tinggi total head reaktor, m

Sehingga didapatkan

$$H_j = 4,641 \text{ m} + 1,42 \text{ m}$$

$$H_j = 6,059 \text{ m}$$

6. Menghitung Tekanan Desain Jacket Pendingin

$$P_{hidrostatik} = P_{reaktor} + P_{hidrostatik}$$

$$P_{hidrostatik} = \rho_{air} \times g \times H_j$$

Dimana:

ρ = Densitas Air, kg/m³

g = Percepatan gravitasi, m/s²

H_j = Tinggi Jacket, m

Sehingga,

$$P_{hidrostatik} = 994,82 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 6,059 \text{ m}$$

$$P_{hidrostatik} = 59072,2547 \text{ pa}$$

$$P_{hidrostatik} = 8,567 \text{ psia}$$

$$P_{desain} = 19,477 \text{ psia} + 8,567 \text{ psia}$$

$$P_{hidrostatik} = 28,045 \text{ psia}$$

7. Menghitung Tebal Jacket Pendingin

$$t_j = \frac{P \times r_i}{f \times E - 0,6 \times P} + C$$

Dimana:

P = Tekanan desain jacket (psia)

E = *Joint efficiency* atau efisiensi pengelasan

R = Jari-jari diameter tangki atau inside diameter (in)

C = *Corrosion allowance* (in)

f = *Allowable stress*, 18750 psia

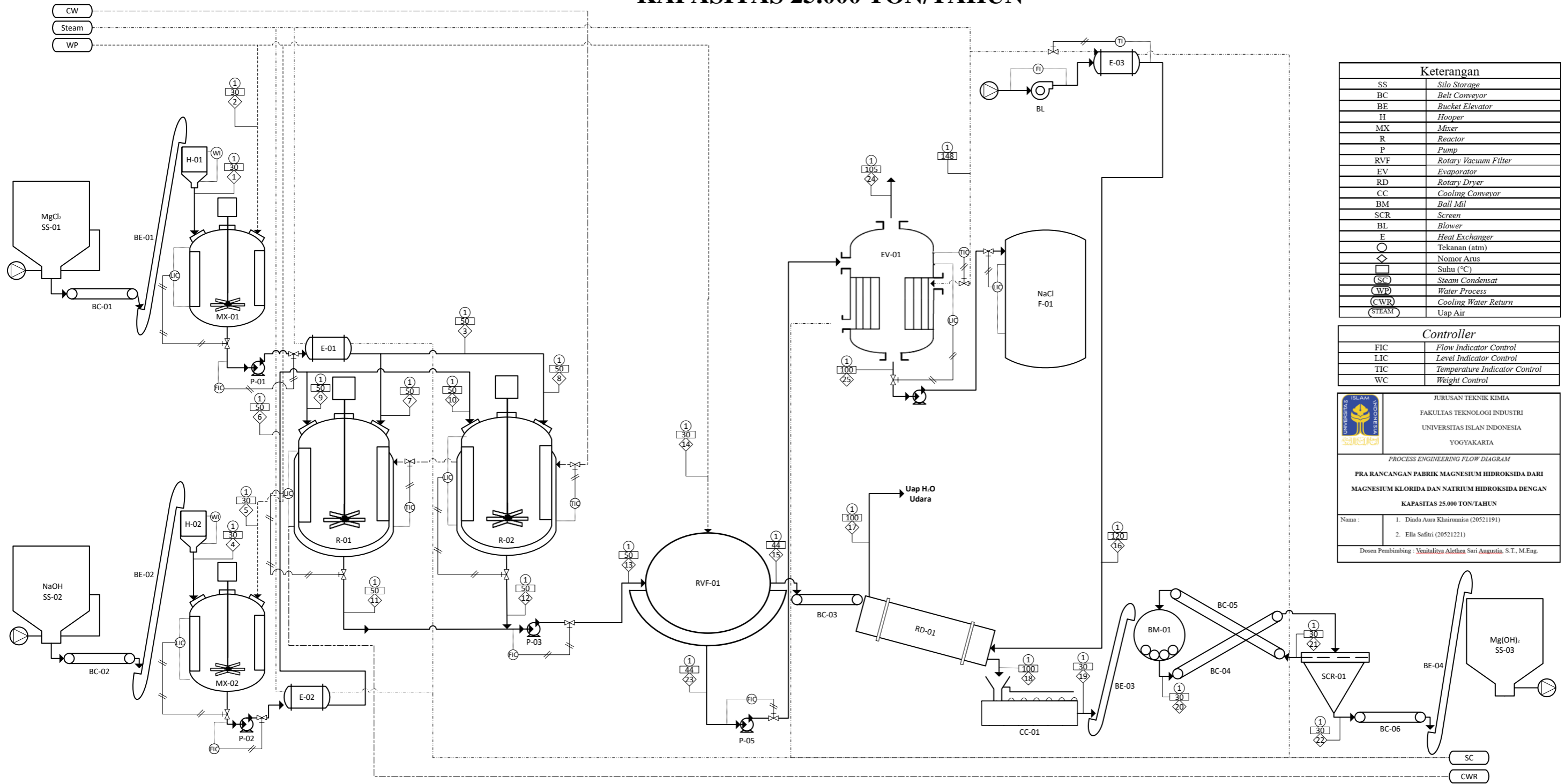
$$t_j = \frac{28,045 \text{ m} \times 240 \text{ in}}{(18750 \text{ psia} \times 0,8) - (0,6 \times 28,0446 \text{ psia})} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_j = 0,574 \text{ in} = 0,015 \text{ m}$$

LAMPIRAN B
PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM (PEFD)

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRARANCANGAN PABRIK MAGNESIUM HIDROKSIDA DARI MAGNESIUM KLORIDA DAN NATRIUM HIDROKSIDA KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN



Keterangan	
SS	Silo Storage
BC	Belt Conveyor
BE	Bucket Elevator
H	Hooper
MX	Mixer
R	Reactor
P	Pump
RVF	Rotary Vacuum Filter
EV	Evaporator
RD	Rotary Dryer
CC	Cooling Conveyor
BM	Ball Mill
SCR	Screen
BL	Blower
E	Heat Exchanger
⊖	Tekanan (atm)
◇	Nomor Anus
□	Suhu (°C)
SC	Steam Condensat
WP	Water Process
CWR	Cooling Water Return
STEAM	Uap Air

Controller	
FIC	Flow Indicator Control
LIC	Level Indicator Control
TIC	Temperature Indicator Control
WC	Weight Control

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM HIDROKSIDA DARI
MAGNESIUM KLORIDA DAN NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Nama : 1. Dinda Aura Khairunnisa (20521191)
2. Ella Safitri (20521221)

Dosen Pembimbing : Yunitalya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng.

Neraca Massa (Kg/jam)

Komponen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Udara																10.024,00	10.024,00								
Mg(OH)2											1.561,64	1.561,64	3.123,27		3.123,27			3.123,27	3.123,27	3.279,43	156,16	3.123,27	0,00		0,00
MgCl2	6.849,43		6.849,43				3.424,72	3.424,72			875,36	875,36	1.750,72		1,75			1,75	1,75	1,84	0,09	1,75	1.748,96		1.748,96
NaCl	0,21		0,21	6,98		6,98	0,10	0,10	3,49	3,49	3.133,08	3.133,08	6.266,16		6,27			6,27	6,27	6,58	0,31	6,27	6.259,89		6.259,89
NaOH				22.806,36		22.806,36			11.403,18	11.403,18	9.261,42	9.261,42	18.522,83		18,52			18,52	18,52	19,45	0,93	18,52	18.504,31		18.504,31
Na2CO3				93,09		93,09			46,54	46,54	46,54	46,54	93,09		0,09			0,09	0,09	0,10	0,00	0,09	92,99		92,99
Na2SO4				9,31		9,31			4,65	4,65	4,65	4,65	9,31		0,01			0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	9,30		9,30
Fe				2,33		2,33			1,16	1,16	1,16	1,16	2,33		0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,32		2,32
H2O		12.292,59	12.292,59		20.965,58	20.965,58	6.146,30	6.146,30	10.482,79	10.482,79	16.629,09	16.629,09	33.258,17	19.008,25	332,58		10.024,00	6,65	6,65	6,98	0,33	6,65	51.933,84	33.256,61	18.677,23
Total	6.849,64	12.292,59	19.142,23	22.918,06	20.965,58	43.883,64	9.571,12	9.571,12	21.941,82	21.941,82	31.512,93	31.512,93	63.025,87	19.008,25	3.482,50	10.024,00	20.048,00	3.156,57	3.156,57	3.314,39	157,83	3.156,57	78.551,63	33.256,61	45.295,01

LAMPIRAN C
KARTU KONSULTASI BIMBINGAN

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN

Nama Mahasiswa : Dinda Aura Khairunnisa

NIM : 20521191

Nama Mahasiswa : Ella Safitri

NIM : 20521221











Judul Prarancangan : Prarancangan Pabrik Magnesium Hidroksida dari Magnesium Klorida dan Natrium Hidroksida dengan Kapasitas 25.000 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : 14 September 2023

Batas Akhir : 13 Maret 2025

Nama Dosen Pembimbing : Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng.

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	11 Juni 2024 – 12 Juni 2024	Luaran 1: Penentuan kapasitas pra rancangan pabrik	
2.	12 Juni 2024 – 27 Juni 2024	Luaran 2: Pemilihan proses disertai dengan tinjauan pustaka	
3.	2 Juli 2024 – 24 Juli 2024	Luaran 3: Penentuan spesifikasi bahan-bahan yang terlibat dan analisis resiko proses berdasarkan MSDS bahan	
4.	6 Agustus 2024 – 7 Agustus 2024	Luaran 4: Pembuatan diagram alir proses kualitatif disertai dengan alasan pemilihan alat yang logis	

5.	20 Agustus 2024 – 22 Agustus 2024	Luaran 5: Perhitungan neraca massa	
6.	6 September 2024 – 12 September 2024	Luaran 6: Perancangan reaktor	
7.	12 September 2024 - 12 September 2024	Luaran 7: Perancangan alat pemisah dan unit operasi pendukung	
8.	12 September 2024 - 12 September 2024	Luaran 8: Pembuatan <i>Process Engineering F</i> <i>Rendah Diagram</i> (PEFD)	
9.	15 Oktober 2024 – 17 Oktober 2024	Luaran 9: Perancangan alat penyimpanan bahan	
10.	17 Oktober 2024 - 17 Oktober 2024	Luaran 10: Perancangan alat transportasi bahan	
11.	17 Oktober 2024 - 17 Oktober 2024	Luaran 11: Perancangan alat penukar panas	
12.	25 Oktober 2024 - 1 November 2024	Luaran 12: Perhitungan neraca panas	
13.	1 November 2024 - 1 November 2024	Luaran 13: Penentuan lokasi, tata letak pabrik, dan struktur organisasi perusahaan	
14.	1 November 2024 - 1 November 2024	Luaran 14: Perancangan unit utilitas	
15.	1 November 2024 - 1 November 2024	Luaran 15: Perhitungan evaluasi ekonomi	