

**PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM OKSIDA DARI MAGNESIUM  
KARBONAT DENGAN KAPASITAS 14.000 TON/TAHUN  
TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Teknik Kimia  
Konsentrasi Teknik Kimia**



**Oleh :**

**Nama : Dihya Husnul Fajri      Nama : Abdurrochman Hafidz Al Dikri**  
**No Mahasiswa : 17521135      No Mahasiswa : 17521154**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2023**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL  
PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM OKSIDA DARI  
MAGNESIUM KARBONAT DENGAN KAPASITAS 14.000  
TON/TAHUN**

**Saya yang bertanda tangan di bawah ini :**

**Nama : Dihya Husnul Fajri**

**Nama : Abdurrochman Hafidz Al Dikri**

**NIM : 17521135**

**NIM : 17521154**

Yogyakarta, 6 Maret 2024

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

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



Dihya Husnul Fajri

NIM : 17521135



NIM : 17521154

Abdurrochman Hafidz Al Dikri

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**  
**PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM OKSIDA DARI MAGNESIUM**  
**KARBONAT DENGAN KAPASITAS 14.000 TON/TAHUN**

**PRA RANCANGAN PABRIK**

**Nama : Dihya Husnul Fajri**  
**NIM : 17521135**

**Nama : Abdurrochman Hafidz Al Dikri**  
**NIM : 17521154**

**Yogyakarta, 6 Maret 2024**



**Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM OKSIDA DARI MAGNESIUM**  
**KARBONAT DENGAN KAPASITAS 14.000 TON/TAHUN**

**PRARANCANGAN PABRIK**

**Oleh:**

**Nama :** **Dihya Husnul Fajri**  
**No. Induk Mahasiswa :** **17521135**

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,**

Tim Penguji,

Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng  
Ketua



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



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



**Mengetahui:**

**Ketua Program Studi Teknik Kimia**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**



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

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

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

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “**PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM OKSIDA DARI MAGNESIUM KARBONAT DENGAN KAPASITAS 14.000 TON/TAHUN**”, disusun sebagai penerapan dari ilmu Teknik Kimia yang telah didapat selama kuliah, serta merupakan sebagai salahsatu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Karunia-Nya
2. Bapak dan Ibunda kami tercinta yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi selama mengenyam Pendidikan di S1 Teknik Kimia di Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan ssalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman Teknik Kimia 2017 yang selalu memberikan dukungan, semangat serta doa.
6. Seluruh civitas akademik di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

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

*Wassalamu'alaikum Wr., Wb.*

Yogyakarta, 6 Maret 2024

Penulis

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada:

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

Teruntuk seseorang yang saya kenal dari tujuh tahun lalu dan yang paling saya sayangi ***Nur Ramdhania Thamrin***. Terima kasih selalu menyempatkan waktu luang dikala kesibukannya untuk dapat menemani saya, memberikan semangat dan dukungan di setiap proses dalam menyelesaikan tugas akhir ini, tidak bosan-bosannya pula mendengarkan keluh kesah saya serta memberikan saran-saran yang sangat berpengaruh. Terima kasih sudah memberikan beberapa perubahan baik dalam hidup saya di tiga tahun terakhir ini dan terima kasih sudah selalu menemani dikala suka maupun duka.

Teman-teman terdekat saya dan teman-teman JAMTEK yang selalu menyemangati saya untuk dapat melewati segala hal yang sedang saya lalui, mengerti kondisi yang sedang dialami, dan mendukung saya baik dukungan moril maupun materiil.

Teruntuk JAMTEK yang memberikan wadah untuk dapat mengenal keluarga besar Teknik Kimia yang secara tidak langsung membantu saya dalam mengembangkan diri dan mempermudah dalam mencari informasi serta pembelajaran dari sudut pandang yang berbeda-beda.

Teknik Kimia UII 2017 almamater tercinta, yang punya andil besar di dalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terima kasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini, semoga kalian sukses selalu. Aamiin

(Dihya Husnul Fajri)

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1.        Latar Belakang .....	1
1.2.        Penentuan Kapasitas Pabrik .....	2
1.3.        Tinjauan Pustaka .....	3
1.3.1 Magnesium Oksida .....	3
1.3.2. Magnesium Karbonat.....	4
1.4.        Tinjauan Termodinamika dan Kinetika.....	5
1.4.1.    Tinjauan Termodinamika .....	5
1.4.2.    Tinjauan Kinetika .....	7
<b>BAB II .....</b>	<b>9</b>
<b>PERANCANGAN PRODUK.....</b>	<b>9</b>
2.1          Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	9
2.2. Pengendalian Kualitas.....	9



2.2.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....	9
2.2.2. Pengendalian Kualitas Produk .....	10
2.2.3. Pengendalian Waktu .....	12
2.2.4. Pengendalian Bahan Proses .....	12
<b>BAB III.....</b>	<b>13</b>
<b>PERANCANGAN PROSES.....</b>	<b>13</b>
3.1. Diagram Alir Proses dan Material .....	13
3.2. Uraian Proses.....	15
3.2.1. Persiapan Bahan Baku .....	15
3.2.2. Pemurnian Bahan Baku .....	15
3.2.3. Pembentukan Produk.....	15
3.3. Spesifikasi Alat.....	16
3.4. Perencanaan Produksi.....	23
3.4.1. Analisis Kebutuhan Bahan Baku .....	23
3.4.2. Analisis Kebutuhan Alat Proses .....	24
3.5. Neraca Massa .....	24
3.1. Neraca Panas .....	27
<b>BAB IV .....</b>	<b>29</b>
<b>PERANCANGAN PABRIK.....</b>	<b>29</b>
4.1 . Lokasi Pabrik .....	29
4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik .....	29
a. Sumber Bahan Baku .....	29
b. Pemasaran.....	30
c. Utilitas .....	30
d. Tenaga Kerja .....	30
e. Transportasi .....	30
f. Infrastruktur .....	31

4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik .....	31
a. Perluasan Area Pabrik .....	31
b. Kebijakan Pemerintah .....	31
c. Prasarana dan Fasilitas Sosial .....	31
4.2. Tata Letak Pabrik .....	31
4.3. Tata Letak Alat Proses .....	35
4.3.1. Aliran Bahan Baku dan Produk .....	35
4.3.2. Aliran Udara .....	35
4.3.3. Pencahayaan .....	35
4.3.4. Lalulintas Manusia dan Kendaraan .....	35
4.3.5. Pertimbangan Ekonomi .....	35
4.3.6. Jarak Antar Alat Proses .....	36
4.3.7. Perluasan dan Pembangunan Pabrik .....	36
4.4. Organisasi Perusahaan .....	36
4.4.1. Bentuk perusahaan .....	36
4.4.2. Struktur Organisasi .....	38
4.4.3. Tugas dan Wewenang .....	40
4.4.3.2. Kepala Bagian .....	41
1. Kepala Seksi .....	46
2. Status Karyawan .....	46
3. Pembagian Jam Kerja .....	47
a. Waktu Kerja Karyawan Non-shift .....	47
b. Waktu Kerja Karyawan Shift .....	47
4.4.4. Sistem Gaji dan Fasilitas Karyawan .....	49
4.4.5. Kesejahteraan Karyawan .....	50
<b>BAB V .....</b>	<b>52</b>
<b>UTILITAS .....</b>	<b>52</b>

5.1.	Unit Penyedia dan Pengolahan Air .....	52
5.2.	Unit Pembangkit <i>Steam</i> .....	58
5.3.	Unit Pembangkit Listrik .....	58
5.4.	Unit Penyedia Udara Instrumen .....	61
5.5.	Unit Penyedia Bahan Bakar .....	61
<b>BAB VI.....</b>	<b>.....</b>	<b>62</b>
<b>Evaluasi Ekonomi .....</b>	<b>.....</b>	<b>62</b>
6.1.	Penaksiran Harga Alat.....	63
6.2.	Harga Bahan Baku dan Produk .....	67
a.	Harga Bahan Baku.....	67
b.	Harga Produk.....	67
6.3.	Dasar Pehitungan.....	67
6.4.	Perhitungan Biaya .....	67
6.4.1.	Capital Investment.....	68
6.4.2.	Manufacturing Cost.....	68
6.4.3.	General Expense.....	68
6.5.	Analisa Kelayakan.....	68
6.5.1.	Percent Return on Investment (ROI).....	69
6.5.2.	<i>Pay Out Time (POT)</i> .....	69
6.5.3.	Break Even Point (BEP).....	69
6.5.4.	Shut Down Point (SDP) .....	70
6.5.5.	Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR).....	70
6.6.	Hasil Perhitungan .....	71
6.7.	Hasil Analisa Kelayakan .....	74
6.7.1.	Return on Investment (ROI).....	74
6.7.2.	Pay Out Time (POT) .....	74
6.7.3.	Break Even Point (BEP).....	74

6.7.4.	Shut Down Point (SDP) .....	76
6.7.5.	Discounted Cash Flow Rate (DCFR) .....	76
6.8.	Analisa Resiko Pabrik .....	76
6.9.	Analisa Kelayakan.....	77
<b>BAB VII</b> .....		<b>80</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		<b>80</b>
7.1.	Kesimpulan.....	80
7.2.	Saran .....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		<b>82</b>
<b>LAMPIRAN A</b> .....		<b>84</b>
URAIAN PROSES .....		85
1. MENENTUKAN JENIS REAKTOR .....		86
2. MENENTUKAN KONDISI UMPAN .....		86
3. MENHITUNG VOLUME REAKTOR .....		88
4. MENGHITUNG KETEBALAN SHELL .....		90
5. MENGHITUNG KETEBALAN HEAD .....		91
6. MENGHITUNG VOLUME TOTAL REAKTOR .....		92
<b>LAMPIRAN B</b> .....		<b>94</b>
<b>LAMPRAN C</b> .....		<b>97</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Magnesium Oksida di Indonesia .....	2
Tabel 1. 2 Data Nilai $\Delta H^{\circ}f$ dan $\Delta G^{\circ}$ Reaktan dan Produk .....	5
Tabel 1. 3 Kinetic parameters for calcination obtained from P-CaCO <sub>3</sub> (100% N <sub>2</sub> atmosphere) (average over four heating rates) compared with literature results (CaCO <sub>3</sub> decomposition under inert atmosphere). .....	7
Tabel 1. 4 Parameter Kinetika .....	8
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat Silo Penyimpanan Bahan Baku .....	16
Tabel 3. 2 Spesifikasi Alat Silo Penyimpanan Produk .....	17
Tabel 3. 3 Spesifikasi Alat Bucket Elevator .....	17
Tabel 3. 4 Spesifikasi Alat Screw Conveyor .....	19
Tabel 3. 5 Spesifikasi Alat Belt Conveyor.....	20
Tabel 3. 6 Spesifikasi Alat Rotary Dryer.....	20
Tabel 3. 7 Spesifikasi Alat Reactor Rotary Kiln.....	21
Tabel 3. 8 Spesifikasi Alat Rotary Cooler .....	22
Tabel 3. 9 Spesifikasi Alat Ballmill.....	22
Tabel 3. 10 Spesifikasi Alat Vibrating Screen.....	23
Tabel 3. 11 Data impor magnesium karbonat.....	23
Tabel 3. 12 Neraca Massa Rotary Dryer.....	24
Tabel 3. 13 Neraca Massa Rotary Kiln.....	25
Tabel 3. 14 Neraca Massa Rotary Cooler .....	25
Tabel 3. 15 Neraca Massa Ballmill.....	26
Tabel 3. 16 Neraca Massa Vibrating Screen.....	26
Tabel 3. 17 Neraca Panas Rotary Dryer.....	27
Tabel 3. 18 Neraca Panas Rotary Kiln.....	27
Tabel 3. 19 Neraca Panas Rotary Cooler .....	28
Tabel 3. 20 Neraca Panas Heater .....	28
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah sebagai Bangunan Pabrik .....	33
Tabel 4. 2 Daftar Jabatan Perusahaan .....	47
Tabel 4. 3 Jadwal <i>Shift</i> Kerja Karyawan.....	48
Tabel 4. 4 Rincian Gaji Karyawan.....	49
tabel 5. 1 Syarat Air Umpan Boiler .....	53
tabel 5. 2 Air Sebagai Media Pemanas .....	57

tabel 5. 3 Total Kebutuhan Air .....	58
tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik Alat Proses .....	59
tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas .....	59
tabel 5. 6 Total Kebutuhan Listrik .....	60
Tabel 6. 1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> .....	63
Tabel 6. 2 Harga Alat Proses pada Tahun Evaluasi.....	66
Tabel 6. 3 Harga Alat Utilitas pada Tahun Evaluasi .....	66
Tabel 6. 4 Harga Bahan Baku .....	67
Tabel 6. 5 Harga Produk .....	67
Tabel 6. 6 Physical Plant Cost (PPC).....	71
Tabel 6. 7 Direct Plant Cost (DPC) .....	71
Tabel 6. 8 Fixed Capital Investment (FCI) .....	72
Tabel 6. 9 Working Capital Investment (WCI) .....	72
Tabel 6. 10 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	72
Tabel 6. 11 ndirect Manufacturing Cost (IMC).....	73
Tabel 6. 12 Fixed Manufacturing Cost (FMC) .....	73
Tabel 6. 13 General Expense (GE) .....	73
Tabel 6. 14 Analisa Keuntungan.....	74
Tabel 6. 15 Annual Fixed Cost (Fa).....	74
Tabel 6. 16 Annual Regulated Cost (Ra) .....	75
Tabel 6. 17 Annual Variable Cost (Va) .....	75
Tabel 6. 18 Parameter Resiko Pabrik.....	77
Tabel 6. 19 Analisa kelayakan .....	78

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Data Impor Magnesium Oksida di Indonesia .....	3
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif .....	13
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif .....	14
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik .....	29
Gambar 4. 2 Denah Lokasi .....	34
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Skala 1:1000 .....	36
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi .....	40
Gambar 6. 1 Grafik Regresi Linear Index .....	65
Gambar 6. 2 Grafik Analisa Ekonomi .....	79

## DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

T	: <i>Temperature</i> , °C
$\mu$	: Viskositas, cP
$\rho$	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>
$\pi$	: Jari-jari, in
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
V	: Volume, m <sup>3</sup>
m	: Massa, kg
P	: Tekanan, psia
T	: Waktu, jam
K	: Konstanta kinetika reaksi, /menit
Fv	: Laju alir, m <sup>3</sup> /jam
Ms	: Massa <i>steam</i> , kg
A	: Luas bidang penumpang, ft <sup>2</sup>
x	: Konversi, %
TD	: Titik didih, °C
Dt	: Dimensi reaktor, m
ID	: <i>Inside</i> diameter, in
OD	: <i>Outside</i> diameter, in
ts	: Ketebalan dinding, in
th	: Ketebalan <i>head</i> , in
P	: <i>Power</i> motor, hP
Re	: Bilangan <i>Reynold</i>
E	: Efisiensi sambungan
Ri	: Jari-jari reaktor
C	: <i>Corrision allowance</i>
f	: <i>Allowable stress</i> , psia
icr	: Jari-jari sudut dalam, in
W	: Faktor intensifikasi tegangan untuk jenis <i>head</i>
sg	: <i>Spesific gravity</i>



Rd : Faktor pengotor  
H : Efisiensi  
N : Jumlah banyaknya lilitan  
L : Panjang koil, m  
p : Panjang, m  
l : Lebar, m  
hi : *Inside film coefficient, Btu/jam ft<sup>2</sup>°F*  
hio : *Outside film coefficient, Btu/jam ft<sup>2</sup>°F*  
jH : *Heat transfer factor*  
LMTD : *Long mean temperature different, °F*  
Nt : Jumlah *tube*

## ABSTRAK

Magnesium oksida (MgO) mempunyai peranan yang cukup penting dalam dunia industri seperti industri pengolahan logam dan industri tekstil. Indonesia merupakan negara importir magnesium oksida dengan kebutuhan yang relatif meningkat setiap tahunnya karena belum adanya pabrik penghasil Magnesium oksida di Indonesia. Berdasarkan latar belakang tersebut, dirancang pabrik magnesium oksida dengan kapasitas 14.000 ton/tahun dengan menggunakan bahan baku magnesium karbonat ( $MgCO_3$ ) sebanyak 3671,65 kg/jam. Pabrik yang akan didirikan pada tahun 2027 berlokasi di Cilegon, Banten untuk memenuhi kebutuhan magnesium oksida dalam negeri serta untuk ekspor ke luar negeri. Proses produksi dimulai dengan penerimaan bahan baku berupa magnesium karbonat dari penyedia terpercaya. Bahan baku ini kemudian dikalsinasi ke dalam reaktor di mana berlangsung dalam fasa padat-gas, bahan baku dipanaskan dengan suhu operasi 1100 °C, tekanan 1atm, dan menggunakan reaktor Rotary Kiln untuk menghasilkan magnesium oksida dan gas karbon dioksida ( $CO_2$ ). Unit-unit utilitas pada pembangkit diharuskan menyediakan keperluan seperti air proses, steam, listrik, bahan bakar, press udara, dan lain-lain. Kebutuhan utilitas meliputi air sebanyak 52869,725 kg/jam dan kebutuhan listrik sebesar 77,53kW. Pabrik ini memerlukan biaya produksi sebesar Rp 20.929.405.643.740,7. Angka penjualan produk magnesium oksida sebesar Rp 21.854.000.000.000. Untuk analisa keuntungan setelah pajak didapatkan Rp. 682.372.096.217,37. Berdasarkan evaluasi keekonomian yang dilakukan, pabrik ini mempunyai risiko yang rendah (low risk) dengan nilai Pay Out Time (POT) sebelum pajak sebesar 1,87 tahun dan POT setelah pajak sebesar 1,38 tahun, Return On Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 62,29 % dan ROI setelah pajak sebesar 43,61%, serta Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 15,22% per tahun. Berdasarkan analisis ekonomi yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa magnesium oksida dari magnesium karbonat dengan kapasitas 14.000 ton per tahun menarik secara ekonomi dan layak untuk dikaji lebih lanjut.

Kata kunci: kalsinasi, magnesium karbonat, magnesium oksida, rotary kiln.

## ABSTRACT

*Magnesium oxide (MgO) has an important role in the industrial world such as the metal processing industry and the textile industry. Indonesia is an importer of magnesium oxide with relatively increasing needs every year because there is no magnesium oxide producing plant in Indonesia. Based on this background, a magnesium oxide plant with a capacity of 14,000 tons / year was designed using magnesium carbonate (MgCO<sub>3</sub>) raw materials as much as 3671.65 kg / hour. The factory to be established in 2027 is located in Cilegon, Banten to meet domestic magnesium oxide needs as well as for export abroad. The production process begins with the receipt of raw materials in the form of magnesium carbonate from trusted providers. This feedstock is then calcined into a reactor where it takes place in the solid-gas phase, the feedstock is heated to an operating temperature of 1100°C, a pressure of 1atm, and uses a Rotary Kiln reactor to produce magnesium oxide and carbon dioxide gas (CO<sub>2</sub>). Utility units at the plant are required to provide necessities such as process water, steam, electricity, fuel, air press, and others. Utility needs include water as much as 52869.725 kg/h and electricity needs of 77.53kW. This factory requires production costs of Rp 20,929,405,643,740.7. The sales figure of magnesium oxide products amounted to Rp 21,854,000,000,000. For profit after tax analysis, Rp. 682,372,096,217.37 was obtained. Based on the economic evaluation conducted, this factory has a low risk with a Pay Out Time (POT) before tax value of 1.87 years and a POT after tax of 1.38 years, Return On Investment (ROI) before tax of 62.29% and ROI after tax of 43.61%, and a Discounted Cash Flow Rate (DCFR) of 15.22% per year. Based on the economic analysis conducted, it can be concluded that magnesium oxide from magnesium carbonate with a capacity of 14,000 tons per year is economically attractive and deserves further study.*

*Keywords: calcination, magnesium carbonate, magnesium oxide, rotary kiln.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1.Latar Belakang**

Perkembangan industri sebagai bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang yaitu struktur ekonomi dengan titik berat industri maju yang didukung oleh sektor-sektor lain yang tangguh. Salah satu senyawa yang memiliki berbagai kegunaan di bidang industri adalah magnesium oksida atau biasa disebut magnesia. Magnesia merupakan senyawa magnesium yang paling banyak digunakan (Deborah, 1992). Karena karakteristiknya yang ringan, kuat dan tahan terhadap suhu tinggi hingga 2825°C, magnesia digunakan untuk berbagai material aircraft, computer hingga dalam tungku tahan api (furnace) dan peralatan tambahan yang digunakan untuk memproduksi besi dan baja. Caustic-calcined magnesia (magnesit yang dikalsinasi sebagian) digunakan dalam industri pertanian, kimia, konstruksi, dan manufaktur (Deborah, 1992).

Permasalahan yang ada hingga saat ini adalah konsumsi magnesium oksida untuk kebutuhan dalam negeri belum dipasok dari negeri sendiri, dikarenakan kadar magnesium oksida yang dihasilkan masih kurang memenuhi standar industri serta biaya produksi yang relatif tinggi (Badan Pusat Statistika, 2022). Pabrik-pabrik magnesium oksida sering kali menggunakan teknologi pemanggangan atau proses elektrolisis untuk menghasilkan magnesium oksida. Proses pemanggangan sering melibatkan pemanasan magnesium atau senyawa magnesium lainnya pada suhu tinggi sehingga menghasilkan oksida magnesium. Sementara itu, proses elektrolisis melibatkan pemisahan unsur-unsur dalam senyawa magnesium menggunakan aliran listrik.

Magnesium oksida memiliki berbagai aplikasi industri. Salah satu penggunaannya yang umum adalah sebagai bahan dalam produksi semen, kertas, bahan isolasi termal, dan juga dalam industri farmasi sebagai antasida. Pabrik magnesium oksida sering berlokasi di daerah yang memiliki cadangan mineral magnesium yang cukup besar. Proses produksi magnesium oksida biasanya memerlukan investasi besar dalam infrastruktur dan teknologi untuk memastikan produksi yang efisien dan berkualitas tinggi.

## 1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Terdapat banyak penggunaan magnesium oksida pada berbagai bidang yang menunjukkan pentingnya magnesium oksida itu sendiri. Indonesia yang di dalamnya memiliki berbagai macam industri serta berbagai macam bidang yang membutuhkan magnesium oksida, untuk memenuhi kebutuhan magnesium masih dengan mengimpor karena di Indonesia tidak terdapat pabrik yang secara khusus memproduksi magnesium oksida.

Dalam penentuan kapasitas pabrik magnesium oksida ada beberapa pertimbangan, yaitu prediksi kebutuhan magnesium oksida di Indonesia, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas pabrik yang sudah digunakan.

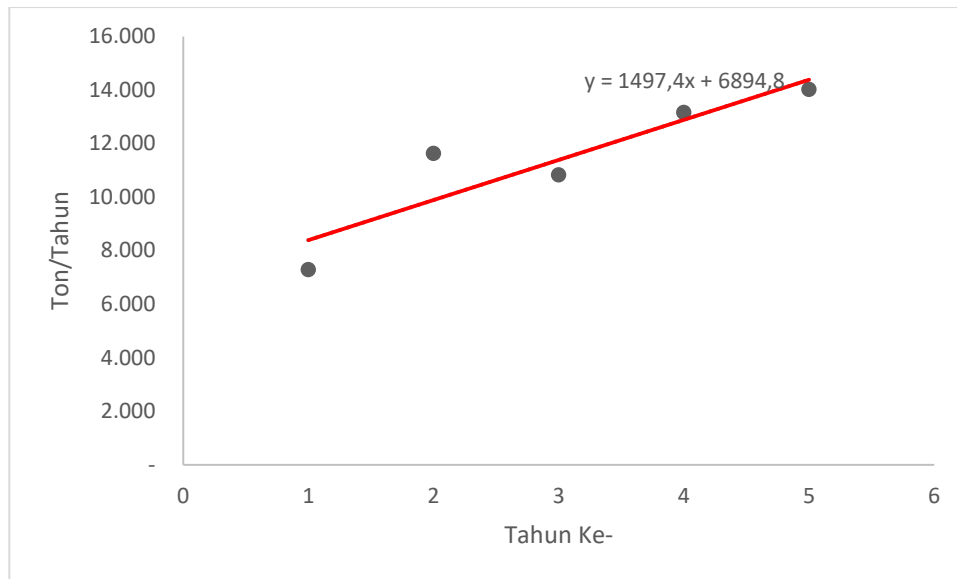
Data kebutuhan magnesium oksida dalam negeri pada tahun 2018-2022 berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia ditunjukkan pada Table 1.1

**Tabel 1. 1 Data Impor Magnesium Oksida di Indonesia**

<b>Tahun</b>	<b>Berat (Ton/th)</b>
2018	7.297
2019	11.629
2020	10.832
2021	13.158
2022	14.019

*(Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia, 2022)*

Impor magnesium oksida di Indonesia pada tahun 2028 dengan menggunakan metode regresi linear.



**Gambar 1. 1 Grafik Data Impor Magnesium Oksida di Indonesia**

Hasil regresi linear dari data impor tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 1.1 dengan persamaan  $y = 1.497,4x + 6.894,8$ . Dengan menggunakan persamaan tersebut, maka didapatkan proyeksi kebutuhan impor Magnesium Oksida di Indonesia pada tahun 2028 sebesar 23.366 ton/tahun.

Kapasitas produksi magnesium oksida yang akan didirikan pada tahun 2028 diambil berdasarkan perhitungan kapasitas produksi pabrik yaitu sebesar 23.366 ton/tahun x *safety factory* 60% sehingga didapatkan kapasitas sebesar 14.019,72 ton/tahun. Dengan adanya *safety factory* ini, dihasilkan kapasitas pabrik sebesar 14.000 ton/tahun. Didirikannya pabrik ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan magnesium oksida di Indonesia sebesar 60%.

### **1.3.Tinjauan Pustaka**

#### **1.3.1 Magnesium Oksida**

Magnesium oksida (MgO), atau magnesia, adalah suatu padatan mineral putih higroskopis yang terdapat di alam sebagai periklase dan merupakan sumber bagi magnesium. Magnesium oksida dalam sejarahnya dikenal sebagai magnesia alba (secara harfiah, mineral putih dari magnesia - sumber lain menyebutkan magnesia alba sebagai  $MgCO_3$ ), untuk membedakannya dari magnesia negra, suatu mineral hitam mengandung apa yang saat ini dikenal sebagai mangan (Zhu,2013).

MgO merupakan bahan keramik yang potensial. MgO merupakan bahan keramik yang mempunyai titik lebur yang tinggi, sehingga bersifat tahan api, permukaan yang kuat, tahan air, kedap suara, tahan terhadap serangan jamur, lumut dan pembusukan. MgO biasanya digunakan pada pembuatan material sebagai dinding tahan panas pada furnace, isolator listrik, pembungkus makanan, kosmetik dan pembuatan obat pada bidang farmasi (Klabunde, 2001). MgO berpotensi dalam berbagai aplikasi, antara lain digunakan sebagai katalis dan pendukung katalis untuk berbagai reaksi organik (Sathyamoorthy, 2012), sebagai adsorben untuk menghilangkan pewarna tekstil (Nga dkk.,2013) dan logam berat dalam limbah (Wu dkk.,2013), antibakteri (Das dkk.,2018), biosensor elektrokimia (Umar dkk.,2009), dan banyak aplikasi lainnya

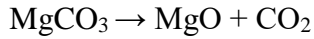
Magnesium oksida dihasilkan oleh kalsinasi dari magnesium karbonat atau magnesium hidroksida (Margarete, 2000).

Kalsinasi pada suhu yang berbeda menghasilkan magnesium oksida dengan reaktivitas yang berbeda. Suhu tinggi 1500 - 2000 °C mengurangi luas permukaan yang tersedia dan menghasilkan magnesia terbakar habis, bentuk tidak reaktif yang digunakan sebagai refraktori. Suhu kalsinasi 1000 - 1500 °C menghasilkan magnesia keras terbakar, yang memiliki reaktivitas yang terbatas dan kalsinasi pada suhu yang lebih rendah, (700-1000 °C) menghasilkan magnesia agak terbakar, satu bentuk reaktif, juga dikenal sebagai magnesia dikalsinasi kaustik. Meskipun beberapa dekomposisi dari karbonat menjadi oksida terjadi pada suhu di bawah 700 °C, material yang dihasilkan tampaknya menyerap kembali karbon dioksida dari udara (Ropp, 2012).

### **1.3.2. Magnesium Karbonat**

Magnesium karbonat merupakan salah satu senyawa kimia yang terbentuk akibat adanya reaksi antara magnesium dengan gas karbondioksida dan membentuk senyawa kompleks  $(MgO)_x.(CO_2)_y.(C)_z$  yang dikenal dengan hidromagnesit (L.Haurie 2007). Senyawa magnesium karbonat bersifat tidak stabil dan akan terurai pada rentang temperatur 250°C – 550°C membentuk senyawa magnesium oksida yang stabil (L.Haurie 2007). Magnesium karbonat terdapat di alam membentuk mineral magnesit sebagai Proterozoic Chystaline yang berupa padatan keras akibat peristiwa tektonik dan bersifat stabil (Misch 2018). Magnesit dari alam yang berbentuk chrysaline tersebut memiliki keunggulan yaitu padat dengan densitas yang tinggi sehingga dapat diaplikasikan pada tanur peleburan baja (Dwarapudi 2012). Deposit magnesit alam dapat ditemui di Indonesia yaitu di pulau Padamarang, Sulawesi (Sulistiyono 2010).

Pada suhu tinggi  $\text{MgCO}_3$  terurai menjadi magnesium oksida dan karbon dioksida. Proses ini penting dalam produksi magnesium oksida (Margarete, 2000) Proses ini disebut sebagai kalsinasi:



Suhu peruraian ini dilakukan pada  $350\text{ }^\circ\text{C}$  ( $662\text{ }^\circ\text{F}$ ) (Weast, 1975). Namun, kalsinasi menjadi magnesium oksida umumnya tidak dianggap sempurna di bawah suhu  $900\text{ }^\circ\text{C}$  karena adanya gangguan akibat penyerapan kembali karbon dioksida bebas.

Penggunaan utama magnesium karbonat adalah dalam produksi magnesium oksida oleh kalsinasi.  $\text{MgCO}_3$  juga digunakan dalam komposisi lantai tahan api, pemadam api, kosmetik, bubuk debu, dan pasta gigi. Aplikasi lain adalah sebagai bahan pengisi, penekan asap dalam plastik, zat penguat dalam karet neoprena, zat pengering, pencahar untuk melonggarkan usus, dan retensi warna dalam makanan. Selain itu, magnesium karbonat dengan kemurnian tinggi digunakan sebagai antasida dan sebagai aditif dalam garam meja agar tetap mengalir bebas. Magnesium karbonat dapat melakukan ini karena tidak larut dalam air, hanya larut dalam asam, yang membuatnya berbuih (menghasilkan gelembung) (Cameron, 2017).

## 1.4. Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

### 1.4.1. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika dimaksudkan untuk mengetahui sifat reaksi akan mengeluarkan panas/membutuhkan panas (eksotermis/endotermis) dan arah reaksi bolak-balik/searah (reversible/irreversible).

**Tabel 1. 2 Data Nilai  $\Delta H^{\circ}$  dan  $\Delta G^{\circ}$  Reaktan dan Produk**

<b>Komponen</b>	<b><math>\Delta H^{\circ}</math>, kJ/mol (<math>25^{\circ}\text{C}</math>)</b>	<b><math>\Delta G^{\circ}</math>, kJ/mol (<math>25^{\circ}\text{C}</math>)</b>
$\text{CO}_2$	-393,5	-394,39
$\text{MgCO}_3$	-261,73	-1012,1
$\text{MgO}$	-143,8	-596,3
$\text{H}_2\text{O}$	-68,3174	-237,14

(sumber : Perry, 2008)



Reaksi yang terjadi antara lain :



1.  $\Delta H_r$  298 K  $= \Delta H_{f_{\text{produk}}} - \Delta H_{f_{\text{reaktan}}}$   
 $= [(-143,8) + (-393,5)] - (-261,73)$   
 $= 275,57 \text{ kJ/mol}$
2.  $\Delta G$  298 K  $= \Delta G_{\text{produk}} - \Delta G_{\text{reaktan}}$   
 $= [(-596,3) + (-394,39)] - (-1012,1)$   
 $= 21,41 \text{ kJ/mol}$
3.  $\ln K$  298  $= \Delta G / R.T$   
 $= (21410 \text{ J/mol}) / (8,314 \text{ J/mol} \times 298 \text{ K})$   
 $= 8,641 \text{ J}$
4.  $K$  298  $= \exp(\ln 8,641)$   
 $= 6, \text{E}+03$
5.  $\ln \frac{K_{298}}{K}$   $= \frac{\Delta H_R}{RT} \left[ \frac{1}{298 \text{ K}} - \frac{1}{T} \right]$   
 $\ln \frac{K_{298}}{K} = \frac{21410 \text{ J/mol}}{RT \text{ J/mol}} \left[ \frac{1}{298 \text{ K}} - \frac{1}{1373 \text{ K}} \right]$   
 $\ln \frac{K_{298}}{K} = 2, \text{E}-02$
6.  $K$   $= \frac{K_{298}}{\exp(2, \text{E}-02)}$   
 $= \frac{6, \text{E}+03}{\exp(2, \text{E}-02)}$   
 $= 6, \text{E}+03$

Pada suhu operasi 1373 K energi Gibbs bernilai positif, maka reaksi berlangsung secara tidak spontan. Sedangkan nilai K pada suhu operasi bernilai positif dan besar, maka reaksi berlangsung secara *irreversible*.

### 1.4.2. Tinjauan Kinetika

Tinjauan Kinetika digunakan bertujuan untuk menentukan nilai kecepatan laju reaksi, agar dapat digunakan untuk merancang reaktor. Laju reaksi kimia sangat dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi reaktan. Semakin besar konsentrasi reaktan yang digunakan, laju reaksi akan meningkat. Laju reaksi juga dipengaruhi oleh nilai konstanta laju reaksi ( $k$ ). Konstanta laju reaksi merupakan perbandingan antara laju reaksi dengan konsentrasi reaktan. (Fogler, 1992)

Reaksi yang terjadi pada proses ini yaitu :



Nilai laju reaksi didapat kan dari rumus dan table dibawah :

**Tabel 1. 3 Kinetic parameters for calcination obtained from P-CaCO<sub>3</sub> (100% N<sub>2</sub> atmosphere) (average over four heating rates) compared with literature results (CaCO<sub>3</sub> decomposition under inert atmosphere).**

Kinetic Model	$E_a$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	$A$ (min <sup>-1</sup> )	Correlation Coefficient ( $R^2$ )	Material and Reference
A2	108.73	$3.5 \times 10^4$	0.9924	P-CaCO <sub>3</sub> This work
A3	67.11	$1.7 \times 10^2$	0.9913	This work
A4	46.30	$1.1 \times 10^1$	0.9900	This work
R2	203.57	$2.1 \times 10^9$	0.9995	This work
R3	213.12	$5.0 \times 10^9$	0.9982	This work
F1	233.59	$2.3 \times 10^{11}$	0.9933	This work
D1	371.14	$1.0 \times 10^{18}$	0.9985	This work
R2	180.12	$1.2 \times 10^7$	-	CaCO <sub>3</sub> [50]
F1	190.46	$3.4 \times 10^7$	-	CaCO <sub>3</sub> [58]
R3	187.1	-	-	CaCO <sub>3</sub> [54]
D1	224.21	$3.0 \times 10^4$	-	CaCO <sub>3</sub> [59]

(Hofman,2019)

$$k = Ae^{\frac{Ea}{R.T}}$$

$$k = 1,1 \times 10^1 \frac{46300}{8,314 \times 1373}$$

$$k = 0,19068$$

**Tabel 1. 4 Parameter Kinetika**

Parameter kinetika			
Nama	Simbol	Nilai	Satuan
Suhu	T	1373,15	K
Tekanan	P	10,27053466	bar
Konstanta gas universal	R	8,314	J/molK
Ordo reaksi	n	1	-
Faktor tumbukan	A	1,E+01	1/menit
Energi aktivasi	E	4,63E+04	J/mol
Konstanta laju reaksi	k	0,19058	1/menit
Konversi	x	99%	

Dari tabel diatas diperoleh nilai kinetika = 0,19058 Kj/mol

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk yang sesuai dengan permintaan pasar, beberapa variabel harus dipenuhi meliputi: spesifikasi bahan baku, spesifikasi produk, dan pengendalian kualitas.

#### 2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Baku dan produk

Spesifikasi	Magnesium Karbonat	Magnesium Oksida
Rumus Kimia	MgCO <sub>3</sub>	MgO
Bentuk	Padatan Serbuk	Padatan Serbuk
Warna	Putih	Putih
Berat Molekul	84,31 gr/mol	40,304 gr/mol
Densitas	2,958 gr/cm <sup>3</sup>	3,58 gr/cm <sup>3</sup>
Indeks Bias	1,171	1,717
Titik Dekomposisi	350 °C	350 °C
Titik Didih	651 °C	3600 °C
Kapasitas Panas, Cp	18,05 cal/gr mol	18,05 cal/gr mol
ΔH <sup>o</sup>	-261,73 kJ/mol	-143,8 kJ/mol
ΔG <sup>o</sup>	-1012,1 kJ/mol	-596,3 kJ/mol
Kemurnian	90 %	97,93%
Impurities	10 %	2,07%

(Perry, 2019)

#### 2.2. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas diperlukan dalam suatu proses manufaktur agar produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang sesuai dengan kriteria yang dikehendaki. Pengendalian kualitas untuk mendapatkan produk yang sesuai kriteria dapat dilakukan dengan menjaga mutu bahan baku, dan juga menjaga kondisi produksi.

##### 2.2.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku bertujuan untuk menentukan

kualitas bahan baku yang digunakan dan apakah memenuhi spesifikasi pabrik untuk diolah menjadi produk. Kualitas bahan baku magnesium karbonat yang dihasilkan dari proses pengeringan.

Maka dari itu sebelum proses produksi dilakukan pengujian terhadap bahanbaku pembuatan magnesium oksida dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses dengan baik di dalam pabrik sehingga produkyang dihasilkan sesua dengan yang diinginkan.

### **2.2.2. Pengendalian Kualitas Produk**

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akandihasilkan dan ini sudah seharusnya dilakukan dari bahan baku hingga menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapatdilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

Pengendalian dan pemantauan operasi dilakukan dengan alat kendali terletak di *control room*, dimana kendali dilakukan dengan kendali otomatis dengan menggunakan indikator. Dengan adanya sistem tersebut maka bagian-bagian penting dari pabrik yang memerlukan pengawasan rutin setiap saat dapat dikontrol dengan baik karena proses tersebut dilakukan secara *automatic control* dengan indikator. Instrumentasi memiliki 3 fungsi utama, yaitu sebagai alat pengukur, alat analisa, dan alat kendali. Instrumen ini harus ada dan harus berfungsi sebagaimana mestinya sesuai dengan kebutuhan dimana ditempatkannya instrumen tersebut. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dalam proses produksi, maka indikator akan mengirimkan sinyal atau tanda berupa nyala lampu, bunyi alarm, dan sebagainya. Saat terjadi penyimpangan harus segera dikembalikan pada set atau kondisi semula baik secara manual ataupun otomatis. Oleh karena itu, instrumen merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan mutu dan kualitas dari suatu hasil produksi. Pengendalian proses produksi meliputi aliran dan alat sistem kontrol.

Aliran sistem kontrol :

1. Aliran pneumatis (aliran udara tekan) digunakan untuk valve

daricontroller ke actuator.

2. Aliran electric (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor kecontroller.
3. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untukflow dari sensor ke controller.

Alat sistem control :

Alat sistem control ini yang akan mengendalikan jalannya proses produksi.

Alatcontrol yang harus dipasang antara lain :

1. Level controller (LC)

Alat ini dipasang pada bagian atas tangki dengan tujuan untuk memastikan bahwa tinggi cairan yang berada di dalam tangki tidak melebihi batas maksimum dari batas yang diperbolehkan. Apabila tinggicairan di dalam tangki sudah melebihi batas maka *Level Controller* akan memberikan isyarat atau tanda berupa nyala lampu atau suara. Dalam keadaan seperti ini, ada 2 kemungkinan yang bisa dilakukan yaitu dengan mengecilkan valve yang mengarah masuk ke tangki atau membesarkan valve yang mengarah ke luar tangki agar tangki cairan kembali ke keadaan normal.

2. Pressure controller (PC)

Pemasangan *Pressure Controller* bertujuan untuk mengetahui dan mengendalikan tekanan operasi yang sedang berjalan sesuai dengan tekanan operasi yang digunakan pada alat. Apabila tekanan operasi melebihi tekanan seharusnya akan berakibat fatal, seperti terjadinya ledakan. Maka *Pressure Controller* harus dipasang pada alat proses yang membutuhkan tekanan seperti

alat yang menggunakan aliran steam atau gas bertekanan tinggi.

### 3. Flow Controller (FC)

Alat ini dipasang pada alir masuk dan keluar suatu alat proses untuk mengetahui dan mengendalikan debit aliran. Debit aliran yang akan masuk dan keluar proses harus sesuai dengan yang sudah ditetapkan, karena debit aliran ini akan berpengaruh pada proses selanjutnya. Apabila debit aliran terlalu kecil proses akan menjadi lambat. Sebaliknya, jika debit aliran masuk terlalu besar, bahan yang masuk akan menumpuk di dalam alat proses.

### 4. Temperature Controller (TC)

Alat yang dipasang di setiap alat proses dengan tujuan untuk mengetahui dan mengendalikan suhu operasi alat berdasarkan suhu operasi yang sudah ditetapkan pada alat proses sesuai dengan kebutuhan.

## **2.2.3. Pengendalian Waktu**

Perlu waktu tertentu untuk mencapai suatu kualitas tertentu sesuai dengan yang diinginkan. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian waktu untuk mempermudah waktu yang digunakan dalam proses produksi.

## **2.2.4. Pengendalian Bahan Proses**

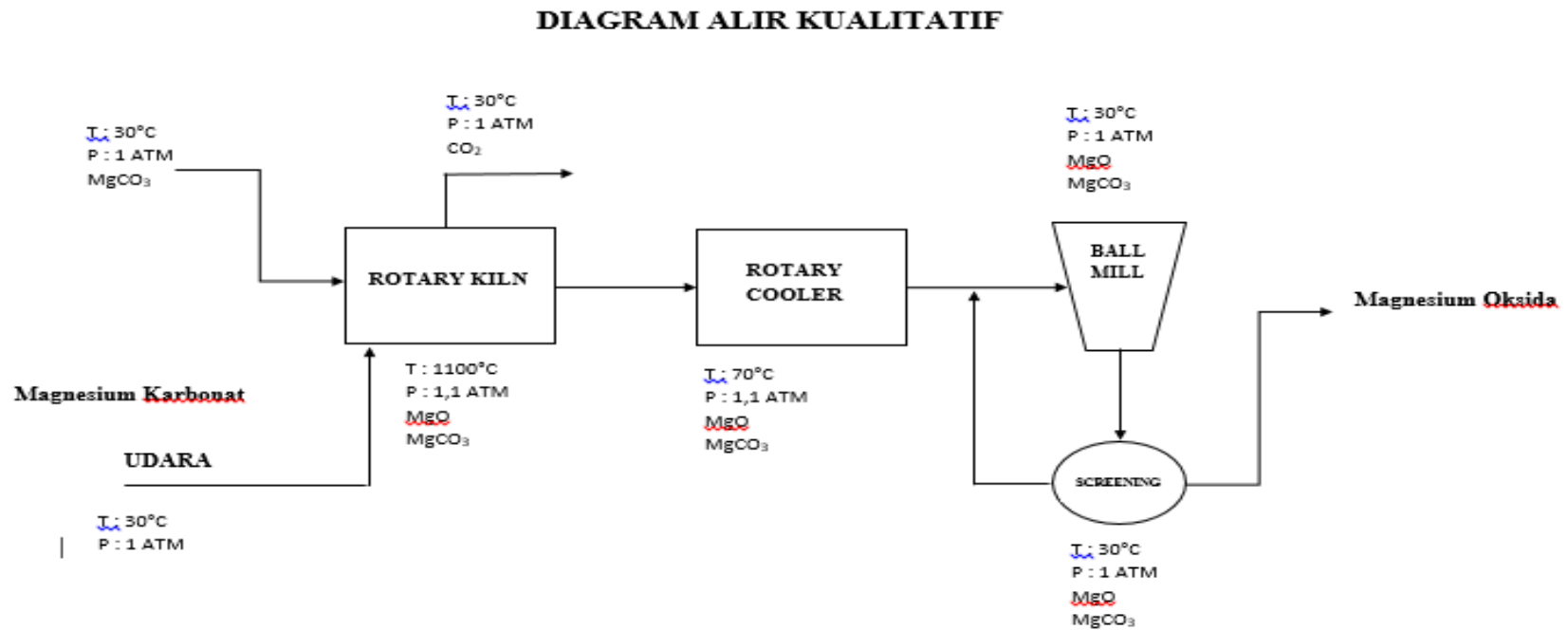
Apabila ingin mencapai kapasitas produksi yang dibutuhkan, bahan yang dibutuhkan untuk proses tersebut harus cukup. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian terhadap bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

# BAB III

## PERANCANGAN PROSES

### 3.1. Diagram Alir Proses dan Material

a) Diagram Alir Kualitatif

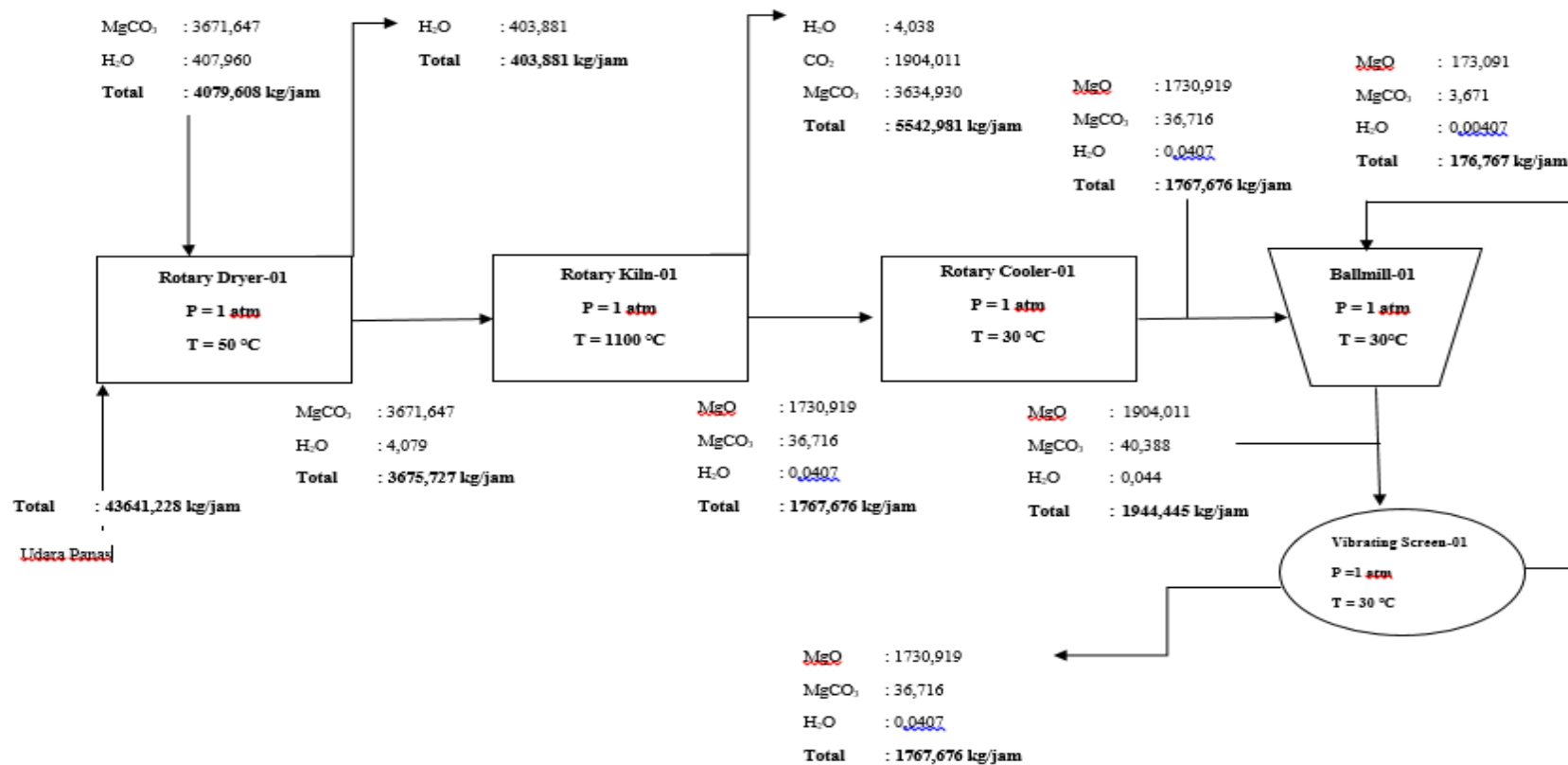


Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif



b) Diagram Alir Kuantitatif

**DIAGRAM ALIR KUALITATIF**



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif

### **3.2.Uraian Proses**

Proses pembuatan magnesium oksida terdiri dari beberapa tahap proses, yaitu:

1. Persiapan bahan baku
2. Pemurnian Bahan Baku
3. Proses Pembentukan Produk

#### **3.2.1. Persiapan Bahan Baku**

Proses produksi magnesium oksida dari magnesium karbonat meliputi beberapa tahapan diantaranya persiapan bahan baku. Bahan baku magnesium karbonat diperoleh dari produsen magnesium karbonat. Magnesium karbonat diangkut menggunakan truk kemudian ditampung ke silo penyimpanan (SL-01).

#### **3.2.2. Pemurnian Bahan Baku**

Proses pemurnian adalah proses untuk memisahkan magnesium karbonat dari air untuk mendapatkan kadar komponen yang lebih murni. Proses pemurnian dilakukan didalam *Rotary Dryer-01*(RD-01). Magnesium karbonat diangkut menggunakan *Screw Conveyor-01*(SC-01) menuju *Bucket Elevator* (BE-01), lalu kemudian dimasukkan kedalam *Rotary Dryer-01* (RD-01). Dalam proses ini magnesium karbonat akan dipanaskan dengan suhu 50 °C dan dipisahkan berdasarkan dengan titik didihnya. Setelah melalui proses pemurnian didapatkan magnesium karbonat dengan kemurnian 90%, kemudian magnesium karbonat akan di angkut menuju proses pembentukan produk.

#### **3.2.3. Pembentukan Produk**

Setelah proses pemurnian bahan baku selesai, magnesium karbonat diangkut menggunakan *Srew Conveyor-02*(SC-02) menuju *Rotary Kiln-01*(RK-01). Magnesium karbonat akan di proses didalam *Rotary Kiln-01*(RK-01) dengan menggunakan metode kalsinasi yang mana magnesium karbonat akan dipanaskan dengan suhu 1.100 °C untuk menghilangkan kadar CO<sub>2</sub> untuk menghasilkan magnesium oksida. Kemudian magnesium oksida yang keluar dari *Rotary Kiln-01*(RK-01) akan diangkut menggunakan *Srew Conveyor-03*(SC-03) menuju *Rotary Cooler-01*(RC-01) untuk didinginkan dengan suhu ruangan 30 °C. Setelah magnesium oksida didinginkan akan

diangkut menggunakan *Srew Conveyor-04(SC-04)* menuju *Ballmill-01(BM-01)* untuk dihancurkan sehingga menjadi bentuk bubuk, setelah dihancurkan didalam *Ballmill-01(BM-01)* magnesium oksida akan diangkut menggunakan *Belt Coveyor-01(BC-01)* menuju *Screener-01(Screen-01)* untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan, dan untuk bubuk magnesium oksida yang tidak lewat dari *Screener-01(Screen-01)* akan diangkut kembali ke dalam *Ballmill-01(BM-01)* menggunakan *Belt Coveyor-02(BC-02)* untuk diproses lagi. Setelah melewati *Screener-01(Screen-01)* maka akan didapatkan Produk magnesium oksida dan kemudian akan ditampung di Silo-03(SL-03) penyimpanan produk.

### 3.3. Spesifikasi Alat

#### Tangki Penyimpanan

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat Silo Penyimpanan Bahan Baku

No	Spesifikasi Alat	Silo (S-01)
1	Fungsi	Menyimpan Bahan Baku Magnesium Karbonat
2	Tipe	Silinder tegak dengan conical bottom dan flat head
3	Bahan Konstruksi	Carbon steel SA-283 Grade C
4	Temperatur	30 °C
5	Tekanan	1 atm
6	Waktu Penyimpanan	30 Hari
7	Spesifikasi Ukuran	
	-Volume Tangki	394,4066747 m <sup>3</sup>
	-Tinggi Tangki	14,7215 m
	-Diameter <i>Shell</i>	6,1451 m
8	Tebal <i>Shell</i>	0,31 in
9	Tebal <i>Head</i>	0,50 in

**Tabel 3. 2 Spesifikasi Alat Silo Penyimpanan Produk**

No	Spesifikasi Alat	Silo (S-02)
1	Fungsi	Menyimpan produk magnesium oksida
2	Tipe	Silinder tegak dengan conical bottom dan flat head
3	Bahan Konstruksi	Carbon steel SA-283 Grade C
4	Temperatur	30 °C
5	Tekanan	1 atm
6	Waktu Penyimpanan	30 Hari
7	Spesifikasi Ukuran	
	-Volume Tangki	187,6061859 m <sup>3</sup>
	-Tinggi Tangki	11,6852m
	-Diameter <i>Shell</i>	4,7961m
8	Tebal <i>Shell</i>	0,31 in
9	Tebal <i>Head</i>	0,44 in

### Bucket Elevator

**Tabel 3. 3 Spesifikasi Alat Bucket Elevator**

No	Spesifikasi Alat	Nama Alat	
		Bucket Elevator (BE-01)	Bucket Elevator (BE-02)
1	Fungsi	Mengangkut MgCO <sub>3</sub> dari SC-01 menuju Rotary Dryer sebanyak 3675,7270 kg/jam	Mengangkut produk dari BC-03 menuju Silo-03 sebanyak 1767,6768 kg/jam
	Jenis Alat	Continuous bucket elevator	Continuous bucket elevator
	Spesifikasi Ukuran		
	-Panjang	8 in	8 in

**Tabel 3. 4 Spesifikasi Alat Bucket Elevator(lanjutan)**

	-Kedalaman	5,5 in	5,5 in
	-Lebar	7,75 in	7,75 in
	-Elevator Center	25 ft	25 ft
	-Head	1,9375 ft	1,9375 ft
	-Tail	1,6875 ft	1,6875 ft
	-Tinggi Bucket Elevator	25 ft	25 ft
	-Jarak antar Bucket	0,6667 ft	0,6667 ft
	-Tinggi 1 Bucket	1,1250 ft	1,1250 ft
	-Jumlah Bucket Vertikal	22 buah	22 buah
	Daya	1,5 Hp	1,5 Hp

## Screw Conveyor

Tabel 3. 5 Spesifikasi Alat Screw Conveyor

No	Spesifikasi Alat	Nama Alat				
		Screw Conveyor (SC-01)	Screw Conveyor (SC-02)	Screw Conveyor (SC-03)	Screw Conveyor (SC-04)	Screw Conveyor (SC-05)
1	Fungsi	Mengangkut MgCO <sub>3</sub> dari Silo-01 menuju Bucket Elevator-01 sebanyak 4079,6082 kg/jam	Mengangkut MgCO <sub>3</sub> dari rotary dryer menuju rotary kiln sebanyak 3671,647419 kg/jam	Mengangkut MgO dari rotary kiln menuju rotary cooler sebanyak 43,27298744 kg/jam	Mengangkut MgO dari rotary cooler menuju ballmill sebanyak 43,27298744 kg/jam	Mengangkut Batu Bara dari Silo-02 menuju RK-01 sebanyak 204,1103 kg/jam
2	Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
3	Kapasitas	32 ton / jam	32 ton / jam	32 ton / jam	32 ton / jam	32 ton / jam
4	Spesifikasi Ukuran					
	-Lebar Screw	14 in	14 in	14 in	14 in	14 in
	-Luas Penampang	0,11 ft	0,11 ft	0,11 ft	0,11 ft	0,11 ft
	-Kecepatan Screw	100 ft/menit	100 ft/menit	100 ft/menit	100 ft/menit	100 ft/menit
5	Daya Motor	0,25 Hp	0,167 Hp	0,167 Hp	0,083 Hp	0,083 Hp
6	Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit

## Belt Conveyor

Tabel 3. 6 Spesifikasi Alat Belt Conveyor

No	Spesifikasi Alat	Nama Alat		
		Belt Conveyor (BC-01)	Belt Conveyor (BC-02)	Belt Conveyor (BC-03)
1	Fungsi	Mengangkut MgO dari screener menuju ballmill	Mengangkut MgO dari ballmill menuju screener	Mengangkut MgO dari screener menuju BE-02
2	Spesifikasi Ukuran			
	-Lebar Belt	14 in	14 in	14 in
	-Panjang Belt	4,5 m	4,5 m	4,5 m
3	Daya Motor	0,083 Hp	0,083 Hp	0,083 Hp
4	Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit

## Rotary Dryer

Tabel 3. 7 Spesifikasi Alat Rotary Dryer

Spesifikasi Alat	Rotary Dryer (RD-01)
Fungsi	Mengeringkan padatan sebanyak 3712,08 kg/jam dari kadar air 10,00% sampai 1,00% dengan
Jenis	<i>Direct contact counter current rotary dryer</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Tekanan	1 atm
Temperatur Masuk	30 °C
Temperatur Keluar	50 °C
Spesifikasi	
- Diameter Rotary	1,433 m
- Panjang Rotary	9,869 m
- Tebal Shell Rotary	0,00625 m
Power	7,5 Hp
Jumlah	1 unit

## Reaktor

Tabel 3. 8 Spesifikasi Alat Reactor Rotary Kiln

Spesifikasi Alat	Rotary Kiln (RK-01)
Fungsi	Kalsinasi magnesium karbonat menjadi magnesium oksida dan CO <sub>2</sub>
Kondisi Operasi	
- Suhu	1100 °C
- Tekanan	10 bar
Jenis Kiln	Indirect-Fired Rotary Kiln
Bahan Konstruksi	INCONEL Alloy 625
Jumlah	1 Unit
Dimensi Kiln	
- Diameter	54 in
- Panjang	372 in
- Tebal Kiln	7/16 in
- Bahan Isolator	Asbestos
- Tebal Isolator	3 in
- Slope Kiln	5%
- Putaran Kiln	4 rpm
- Power	25 Hp
- Bahan Bakar	Batu Bara



## Rotary Cooler

Tabel 3. 9 Spesifikasi Alat Rotary Cooler

Spesifikasi Alat	Rotary Cooler (RC-01)
Fungsi	Mendinginkan padatan sebanyak 3671,65 kg/jam dari suhu 1100 °C sampai 70 °C
Jenis	<i>Direct contact counter current rotary cooler</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Tekanan	1 atm
Temperatur Masuk	1100 °C
Temperatur Keluar	70 °C
Spesifikasi	
- Diameter Rotary	1,988 ft
- Panjang Rotary	2,961 ft
- Tebal Shell Rotary	0,00625
Power	2 Hp
Jumlah	1 unit

## Ballmill

Tabel 3. 10 Spesifikasi Alat Ballmill

Spesifikasi Alat	Ballmill (BM-01)
Fungsi	Untuk menghaluskan magnesium oksida
Jumlah	1 unit
Jenis	Mercy Ball Mill
Kondisi Operasi	
- Tekanan Operasi	1 atm
- Suhu Operasi	30 °C
Dimensi	
- Kapasitas	1,944 ton/jam
- Diameter	4,5 ft
- Panjang	5 ft

**Tabel 3. 11 Spesifikasi Alat Ballmill(lanjutan)**

- Mill Speed	24 rpm
- Power	85 Hp
- Ball Change	

### Vibrating Screen

**Tabel 3. 12 Spesifikasi Alat Vibrating Screen**

Spesifikasi Alat	Nama Alat
Fungsi	menyeragamkan ukuran bahan baku sebesar 200 mesh
Jenis	vibrating screen
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>
- Kapasitas	1,768 ton/jam
Luas ayakan	14,430 ft <sup>2</sup>

### 3.4.Perencanaan Produksi

#### 3.4.1. Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku magnesium karbonat diperoleh dari impor dari luar negeri .

**Tabel 3. 13 Data impor magnesium karbonat**

Perusahaan	Kapasitas ( Ton/Tahun)	Lokasi
UBE Material Industries Co	250.000	Jepang
Premier Periclase	90.000	Irlandia
Martin Marietta	80.000	USA
Jordan Magnesia Company Ltd	50.000	Jordania
San Hwa Chemical Co.	50.000	Korea Selatan
Premier Chemical	50.000	USA
Manchurian Seawater Works	10.000	China
Dead Sea Periclase	10.000	Israel

**Tabel 3. 14 Data impor magnesium karbonat(lanjutan)**

Rohn & Haus	10.000	USA
Scora	9.000	Prancis

Dari Tabel 3.11 di atas dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bahan baku magnesium oksida dapat memenuhi kebutuhan pabrik, atau dengan kata lain ketersediaan bahan baku aman untuk proses produksi.

### 3.4.2. Analisis Kebutuhan Alat Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses, umur ekonomis peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.

## 3.5.Neraca Massa

### Rotary Dryer

**Tabel 3. 15 Neraca Massa Rotary Dryer**

Komponen	Masuk		Keluar	
	Arus 1 (kg/jam)	Arus 4 (kg/jam)	Arus 3 (kg/jam)	Arus 5 (kg/jam)
H <sub>2</sub> O	407,961		403,881	4,079
MgCO <sub>3</sub>	3671,65			3671,65
MgO				
CO <sub>2</sub>				
Udara		28516,7	28516,7	
Subtotal	4079,611		28920,581	3675,729
Total	32596,311		32596,311	

## Rotary Kiln

Tabel 3. 16 Neraca Massa Rotary Kiln

Komponen	Masuk			Keluar	
	Arus 5 (kg/jam)	Arus 9 (kg/jam)	Arus 7 (kg/jam)	Arus 6 (kg/jam)	Arus 8 (kg/jam)
H <sub>2</sub> O	4,079			0,0408	1264,764
MgCO <sub>3</sub>	3671,65			36,716	
MgO				1730,92	
CO <sub>2</sub>					4215,342
Fuel		770,444			
Udara			13225,956		10424,341
Subtotal	3675,729	770,444		1767,68	15904,447
Total	17672,13			17672,13	

## Rotary Cooler

Tabel 3. 17 Neraca Massa Rotary Cooler

Komponen	Masuk	Keluar
	Arus 6 (kg/jam)	Arus 10 (kg/jam)
H <sub>2</sub> O	0,0408	0,0408
MgCO <sub>3</sub>	36,716	36,7165
MgO	1730,92	1730,92
CO <sub>2</sub>		
Subtotal	1767,68	1767,68
Total	1767,68	1767,68

## Ballmill

Tabel 3. 18 Neraca Massa Ballmill

Komponen	Masuk		Keluar
	Arus 10 (kg/jam)	Arus 11 (kg/jam)	Arus 12 (kg/jam)
H <sub>2</sub> O	0,0408	0,00407	0,044
MgCO <sub>3</sub>	36,7165	3,671	40,388
MgO	1730,92	173,091	1904,011
CO <sub>2</sub>			
Subtotal	1767,68	176,767	1944,444
Total	1767,68	176,767	1944,444

## Vibrating Screen

Tabel 3. 19 Neraca Massa Vibrating Screen

Komponen	Masuk	Keluar
	Arus12 (kg/jam)	Arus13 (kg/jam)
H <sub>2</sub> O	0,044	0,0408
MgCO <sub>3</sub>	40,388	36,7165
MgO	1904,011	1730,92
CO <sub>2</sub>		
Subtotal	1944,444	1767,68
Total	1944,444	1767,68

### 3.1.Neraca Panas

#### Rotary Dryer-01 (RD-01)

Tabel 3. 20 Neraca Panas Rotary Dryer

Komponen	Input	Output
	$\Delta H$ in (kJ/jam)	$\Delta H$ out (kJ/jam)
Q in	4638,9714	
Q out		18514,8808
Q pemanas	13875,9094	
<b>Total</b>	<b>18514,8808</b>	<b>18514,8808</b>

#### Rotary Kiln-01 (RK-01)

Tabel 3. 21 Neraca Panas Rotary Kiln

Komponen	Input	Output
	$\Delta H$ in (kJ/jam)	$\Delta H$ out (kJ/jam)
Q in	18694,8048	
Q out		5007052,0339
Q <sub>R</sub>		-252999,4242
Q <sub>P</sub>	4735358,0919	
<b>Total</b>	<b>4754052,8967</b>	<b>4754052,8967</b>

### Rotary Cooler-01 (RC-01)

Tabel 3. 22 Neraca Panas Rotary Cooler

Komponen	Input	Output
	$\Delta H$ in (kJ/jam)	$\Delta H$ out (kJ/jam)
Q in	584459,9179	
Q out		18825,9489
Q pendingin		565633,9689
<b>Total</b>	<b>584459,9179</b>	<b>584459,9179</b>

### Heater-01 (HE-01)

Tabel 3. 23 Neraca Panas Heater

Komponen	Input	Output
	$\Delta H$ in (kJ/jam)	$\Delta H$ out (kJ/jam)
Q in	5124816,153	
Q out		97371506,9
Q steam	119835759	
Q kondensat		27589068,3
<b>Total</b>	<b>124960575,2</b>	<b>124960575,2</b>

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 . Lokasi Pabrik**

Penentuan lokasi pabrik merupakan suatu hal yang penting, karena akan berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang didirikan. Lokasi pabrik menjadi penentu kesuksesan sebuah pabrik dalam jangka pendek maupun panjang. Pertimbangan utama dalam pemilihan lokasi yaitu harus dapat memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum dengan memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik.

Pabrik Magnesium Oksida dari Magnesium Karbonat dengan kapasitas produksi 14.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di Cilegon, Banten.



**Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik**

Adapun pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah sebagai berikut :

1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik
2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

#### **4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik**

##### **a. Sumber Bahan Baku**

Kemudahan dalam mendapatkan bahan baku harus diperhatikan guna meminimalisir biaya transportasi. Lokasi yang dipilih untuk pabrik magnesium oksida ini memiliki letak yang strategis dalam hal penyediaan bahan baku.



## **b. Pemasaran**

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Jika pemasaran tepat sasaran, maka akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Produk magnesium oksida yang telah diproduksi akan ditujukan pada pemenuhan kebutuhan dalam negeri dan untuk ekspor. Seperti yang diketahui bahwa produksimagnesium oksida sendiri belum dilakukan di dalam negeri, sehingga dengan didirikannya pabrik ini dapat membantu pemenuhan kebutuhan magnesium oksida yang sebelumnya masih impor dari negara lain. Untuk sasaran ekspor produk magnesium oksida diorientasikan pada negara ASEAN. Untuk pemasaran produk dapat dilakukan melalui jalur darat dan jalur laut sebab lokasi pendirian pabrik yang dekat dengan pelabuhan Merak akan mempermudah pemasaran produk baik di dalam maupun di luar negeri.

## **c. Utilitas**

Utilitas yang diperlakukan adalah air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan air dapat dipenuhi karena lokasi pabrik dekat dengan PT. Krakatau Tirta. Sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik merupakan faktor utama dalam operasional pabrik dan dapat diperoleh dengan cukup mudah dari wilayah sekitar.

## **d. Tenaga Kerja**

Tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Hal ini agar tenaga kerja yang dipekerjakan adalah tenaga kerja yang memiliki kompetensi yang cukup agar proses berjalan dengan baik. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja tersebut. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik dan sekitarnya, sehingga dengan dibangunnya pabrik di lokasi ini maka dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat dan sekitarnya dan memacu perkembangan ekonomi daerah.

## **e. Transportasi**

Pembelian bahan baku dan pendistribusian produk dapat dilakukan melalui jalur darat maupun laut. Untuk mempermudah lalu lintas pendistribusian produk dan pemasarannya, pabrik didirikan di Cilegon. Wilayah Cilegon terletak pada geografis yang strategis. Sarana dan prasarana lebih mudah untuk dijangkau seperti jaringan jalan, bandara, kereta api, angkutan umum serta pelabuhan. Berdasarkan pertimbangan diatas,

penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting agar perusahaan dapat berjalan dengan lancar dalam menjalankan operasinya, dan wilayah Cilegon memenuhi persyaratan untuk pembangunan Pabrik Magnesium Oksida.

#### **f. Infrastruktur**

Pabrik magnesium oksida ini akan didirikan di Cilegon, Banten. Lokasi pabrik magnesium oksida ini mudah dijangkau serta dekat dengan laut sehingga proses distribusinya lebih mudah. Lokasi pabrik di Cilegon merupakan wilayah kawasan industri diantaranya yaitu industri besi, industri timah, industri makanan, industri kimia, dan lain sebagainya. Maka dari itu, infrastruktur pabrik dapat diperoleh dan terpenuhi dengan mudah. Banten merupakan daerah yang berdekatan dengan ibu kota Indonesia, sehingga peluang untuk memasarkan produk magnesium oksida ini lebih mudah.

### **4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik**

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

Pada perencanaan pendirian pabrik ini telah disertakan lahan untuk pengembangan pabrik tersebut yang luasnya sekitar setengah dari luas pabrik yang ada. Untuk pengembangan yang lebih besar di daerah tersebut masih memiliki lahan yang sangat luas.

#### **b. Kebijakan Pemerintah**

Mengenai peraturan pemerintah tidak mengalami kesulitan karena Lampung dan sekitarnya termasuk daerah sentra industri dan daerah pengembangan industri di masa yang akan datang.

#### **c. Prasarana dan Fasilitas Sosial**

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia. Selain itu harus tersedia juga fasilitas-fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, kesehatan dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup bagi tenaga kerja di pabrik ini bahkan juga warga sekitar pabrik ini.

### **4.2. Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik merupakan suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi pabrik, sehingga terjadi hubungan yang efisien dan

efektif antara karyawan, peralatan dan proses material dari bahan baku menjadi produk dan sarana prasarana seperti utilitas, taman, mushola, tempat parkir, dan lain-lain. Untuk memperoleh kondisi yang maksimal, maka ada hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik, yaitu:

- a. Pabrik Magnesium Oksida yang akan didirikan merupakan pabrik baru sehingga penentuan tata letak pabrik tidak dibatasi oleh bangunan yang sudah ada.
- b. Berdasarkan data penggunaan Magnesium Oksida yang terus meningkat dari tahun ke tahun maka sangat diharapkan akan ada pengembangan pabrik dimasa mendatang, untuk itu sebaiknya area perluasan pabrik disediakan.
- c. Faktor keselamatan dan keamanan terutama bahaya kebakaran. Dalam perancangan tata letak pabrik selalu diusahakan untuk memisahkan dengan jarak yang aman antara sumber api dan sumber panas dari bahan-bahan yang mudah terbakar dan meledak. Mengelompokkan unit-unit proses agar memudahkan pengalokasian bahaya kebakaran yang mungkin bisa terjadi.
- d. Pendistribusian yang ekonomis pada pengadaan air, steam proses, tenaga listrik dan bahan baku.
- e. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin yang ada, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tetap ekonomis.
- f. Penyediaan *service area* seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan lain-lain diatur sedemikian rupa sehingga tetap terjangkau dari tempat kerja.

Secara garis besar, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu:

- a. Daerah Perkantoran, Laboratorium dan Fasilitas Pendukung  
Daerah perkantoran sebagai pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi dan keuangan pabrik. Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan baku yang akan diproses dan produk yang akan dijual. Fasilitas-fasilitas Pendukung bagi karyawan seperti: klinik, kantin, mushola/masjid, dan aula.
- b. Daerah Proses dan Ruang Kontrol  
Daerah Proses merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses

berlangsung. Sedangkan ruang kontrol sebagai tempat pusat pengendalian berlangsungnya proses.

c. Daerah Utilitas dan Pemadam Kebakaran

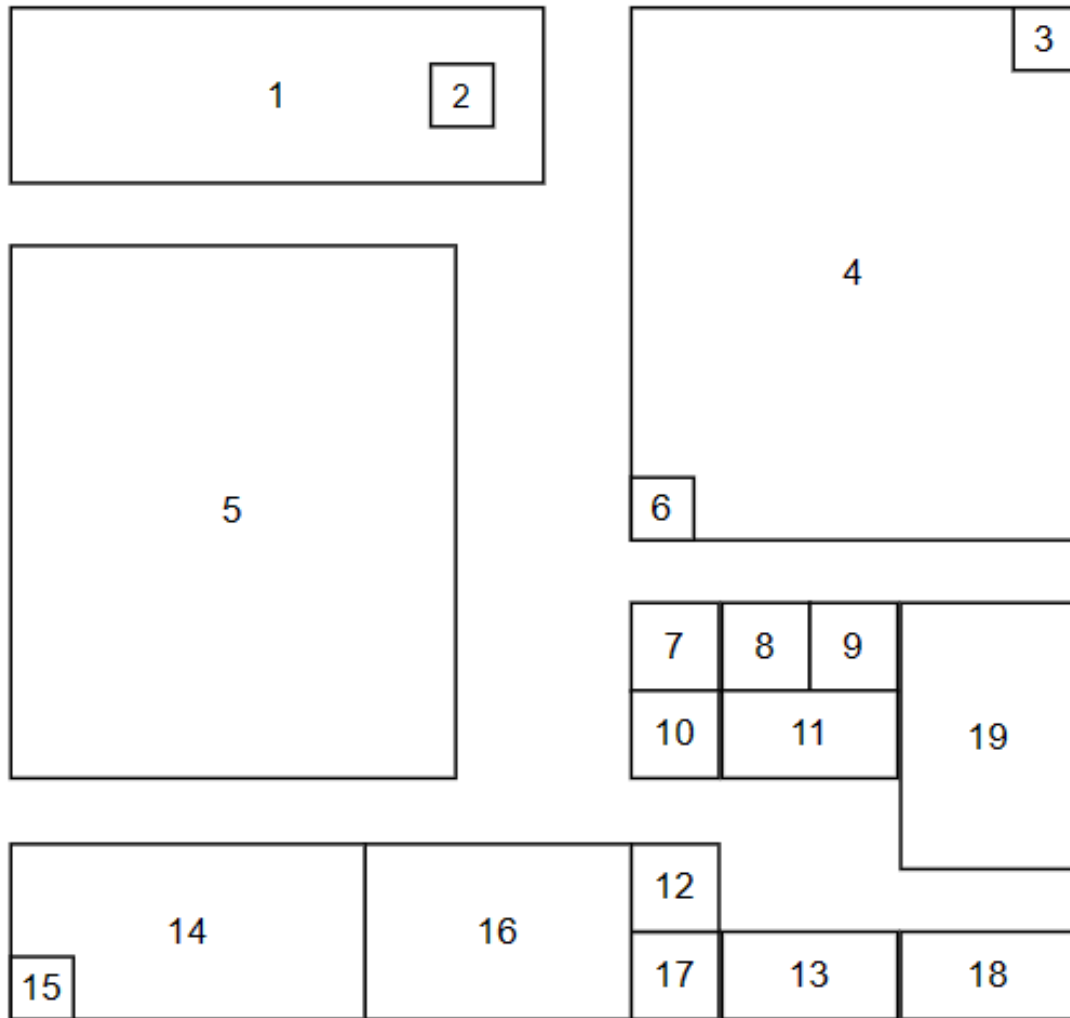
Daerah Utilitas dan Pemadam Kebakaran merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan untuk menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

d. Daerah Pergudangan, Umum, Bengkel, dan Garasi.

Rincian luas area pabrik Magnesium Oksida sebagai bangunan pabrik ditunjukkan pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

**Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah sebagai Bangunan Pabrik**

Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
Area Proses	60	50	3000
Area Utilitas	60	20	1200
Gudang Peralatan	10	20	200
Bengkel	10	20	200
Area Parkir	40	20	800
Kantor	30	20	600
Musholla	10	10	100
Kantin	10	10	100
Mess Area	20	30	600
Area Pemadam Kebakaran	10	10	100
Laboratorium	10	10	100
Poliklinik	10	10	100
Perpustakaan	10	10	100
Taman	20	10	200
Area Perluasan	60	50	3000
Jalan	0	0	3100
Luas Tanah	0	0	13500
Luas Bangunan	0	0	7200
Total	370	300	34200



Gambar 4.2 Denah Lokasi skala 1:1000

Keterangan :

- |                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| 1. Area Utilitas          | 11. Taman            |
| 2. Unit Pengolahan Limbah | 12. Masjid           |
| 3. Generator              | 13. Bengkel          |
| 4. Area Proses            | 14. Area Parkir      |
| 5. Area Perluasan         | 15. Pos Penjagaan    |
| 6. Control Room           | 16. Kantor           |
| 7. Unit Pemadam Kebakaran | 17. Kantin           |
| 8. Laboratorium           | 18. Gudang Peralatan |
| 9. Poliklinik             | 19. Area Mess        |
| 10. Perpustakaan          |                      |

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

Dalam perancangan tata letak alat proses pabrik harus dirancang secara efisien agar proses berjalan dengan baik . Dalam perancangannya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

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

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Semakin dekat penempatan bahan baku dan produk dengan jalur transportasi, maka akan semakin efisien biaya yang dikeluarkan.

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

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya penumpukan udara atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

#### **4.3.3. Pencahayaan**

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

#### **4.3.4. Lalulintas Manusia dan Kendaraan**

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

#### **4.3.5. Pertimbangan Ekonomi**

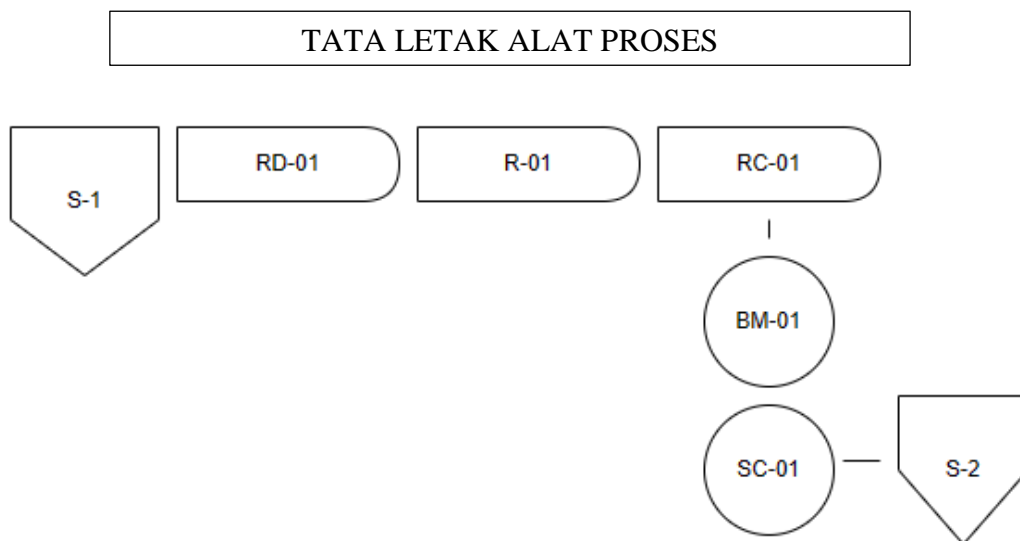
Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

#### 4.3.6. Jarak Antar Alat Proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak membahayakan alat-alat proses lainnya dan mudah melakukan penyelamatan.

#### 4.3.7. Perluasan dan Pembangunan Pabrik

Perluasan dan pengembangan pabrik merupakan hal yang perlu dipertimbangkan untuk mendukung kelanjutan dari umur pabrik. Hal ini bertujuan agar jika dimasa mendatang pabrik akan meningkatkan kapasitas produksi lahan yang dibutuhkan telah tersedia.



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Skala 1:200

### 4.4. Organisasi Perusahaan

#### 4.4.1. Bentuk perusahaan

Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan dapat dibedakan menjadi empat bagian, yaitu:

1. Perusahaan perseorangan, modal hanya dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap keberhasilan perusahaan.

2. Persekutuan firma, modal dapat dikumpulkan dari dua orang bahkan lebih, tanggung jawab perusahaan didasari dengan perjanjian yang pendiriannya berdasarkan dengan akte notaris.
3. Persekutuan Komanditer (Commanditaire Venootshaps) yang biasa disingkat dengan CV terdiri dari dua orang atau lebih yang masing- masingnya memiliki peran sebagai sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya memasukkan modalnya dan bertanggung jawab sebatas dengan modal yang dimasukan saja).
4. Perseroan Terbatas (PT), modal diperoleh dari penjualan saham untuk 84 mendirikan perusahaan, pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal yang dimiliki.

Dengan pertimbangan diatas maka bentuk perusahaan yang direncanakan padaperancangan pabrik magnesium oksida ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang- undang hukum dagang.
2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.
3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham- saham.
4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang-undang pemburuhan.



#### 4.4.2. Struktur Organisasi

Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Ada beberapa macam struktur organisasi antara lain :

##### 1. Struktur Organisasi Line

Di dalam struktur organisasi ini biasanya paling sedikit mempunyai tiga fungsi dasar yaitu, produksi, pemasaran dan keuangan. Fungsi ini tersusun dalam suatu organisasi dimana rantai perintah jelas dan mengalir ke bawah melalui tingkatan-tingkatan manajerial. Individu-individu dalam departemen-departemen melaksanakan kegiatan utama perusahaan. Setiap orang mempunyai hubungan pelaporan hanya ke satu atasan, sehingga ada kesatuan perintah.

##### 2. Struktur Organisasi Fungsional

Staf fungsional memiliki hubungan terkuat dengan saluran-saluran line. Jika dilimpahkan wewenang fungsional oleh manajemen puncak, maka seorang staf fungsional mempunyai hak untuk memerintah saluran line sesuai kegiatan fungsional.

##### 3. Struktur Organisasi Line and Staff

Staf merupakan individu maupun kelompok dalam struktur organisasi yang fungsi utamanya adalah memberikan saran dan pelayanan kepada fungsi line. Pada umumnya, staf tidak secara langsung terlibat dalam kegiatan utama organisasi, posisi staf untuk memberikan saran dan pelayanan departemen line dan membantu agar tercapainya tujuan organisasi yang lebih efektif.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain (Zamani, 1998) :

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas,
2. Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi,
3. Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi,

4. Adanya kesatuan arah (unity of direction)
5. Adanya kesatuan perintah (unity of command)
6. Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab
7. Adanya pembagian tugas (distribution of work)
8. Adanya koordinasi
9. Struktur organisasi disusun sederhana
10. Pola dasar organisasi harus relatif permanen
11. Adanya jaminan batas (unity of tenure)
12. Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya.
13. Penempatan orang harus sesuai keahliannya.

Berdasarkan macam-macam struktur organisasi dan pedomannya, maka 86 diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik adalah sistem line and staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi sistem line dan staff ini yaitu:

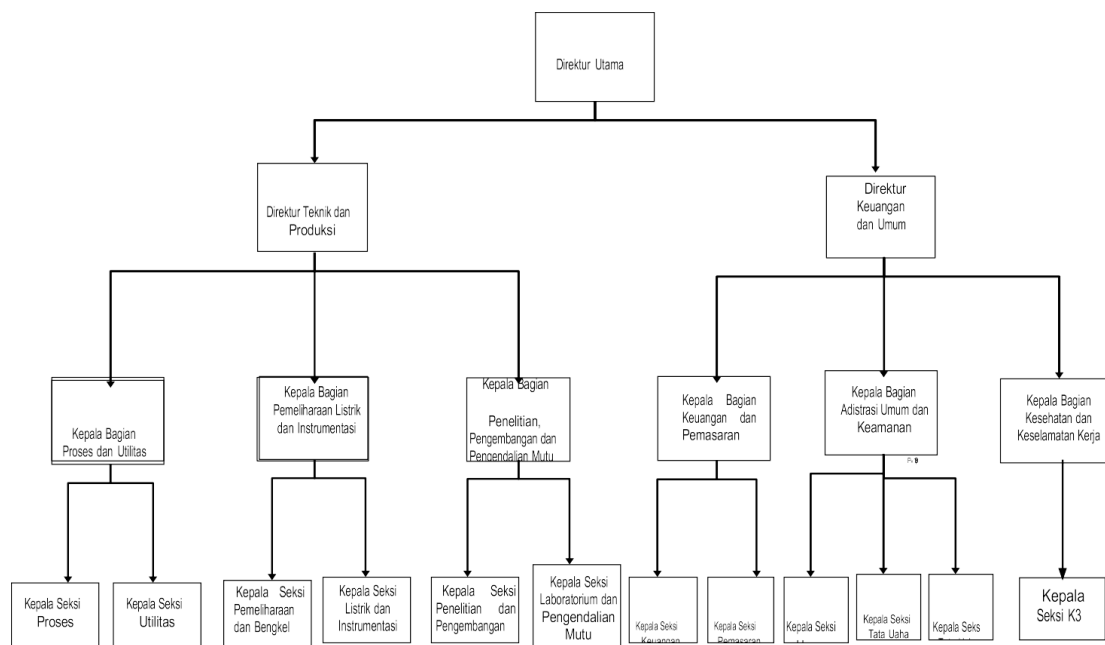
1. Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staff yaitu orang-orang yang melaksanakan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya. Dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur membawahi beberapa Kepala Bagian dan Kepala Bagian ini akan membawahi para karyawan perusahaan.

Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan didapatkan beberapa keuntungan, antara lain:

1. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain-lain.
2. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
3. Penyusunan program pengembangan manajemen akan lebih terarah.
4. Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada.
5. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
6. Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku

Berikut bagan dan struktur organisasi dapat dilihat pada gambar 4.4.



**Gambar 4. 4 Struktur Organisasi**

### 4.4.3. Tugas dan Wewenang

#### 4.4.3.1. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur utama membawahi :

1. Direktur Teknik dan Produksi Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.
2. Direktur Keuangan dan Umum Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

#### **4.4.3.2. 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 terdiri dari :

##### **1. Kepala Bagian Operasi**

Kepala bagian operasi bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksinya.

Kepala bagian operasi membawahi :

##### **a. Supervisor Utilitas**

Tugas Supervisor Utilitas :

- Memimpin dan mengkoordinir pelaksanaan operasional dalam pengadaan utilitas, tenaga dan instrumentasi.
- Bertanggung jawab kepada manajer atas hal-hal yang dilakukan bawahannya dalam menjalankan tugasnya masing-masing.

##### **b. Supervisor Produksi**

Tugas Supervisor produksi :

- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
- Mengawasi jalannya proses dan produksi.
- Bertanggung jawab atas ketersediaan sarana utilitas untuk menunjang

kelancaran proses produksi.

c. Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahanpembantu.
- Mengawasi dan menganalisa produk
- Mengawasi kualitas buangan pabrik.

2. Kepala Bagian Teknik

Kepala Bagian Teknik bertanggung jawab kepada Manajer Produksi. Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain :

- a. Bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi :

a. Seksi Pemeliharaan Peralatan

Tugas Seksi Pemeliharaan Peralatan antara lain :

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
- Memperbaiki peralatan pabrik.

b. Seksi Pengadaan Peralatan

Tugas Seksi Pengadaan Peralatan antara lain :

- Merencanakan penggantian alat.
- Menentukan spesifikasi peralatan pengganti atau peralatan baru yang akan digunakan.

3. Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan

Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang K3 dan pengolahan limbah.

Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan membawahi :

a. Seksi Keselamatan Kerja

Tugas Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja antara lain :

- Melaksanakan dan mengatur segala hal untuk menciptakan keselamatan dan kesehatan kerja yang memadai dalam perusahaan.
- Menyelenggarakan pelayanan kesehatan terhadap karyawan terutama di poliklinik.
- Melakukan tindakan awal pencegahan bahaya lebih lanjut terhadap kejadian kecelakaan kerja.
- Menciptakan suasana aman di lingkungan pabrik serta menyediakan alat-alat keselamatan kerja.

b. Seksi Pengolahan Limbah

Tugas Seksi Pengolahan Limbah antara lain :

- Memantau pengolahan limbah yang dihasilkan di seluruh pabrik.
- Memantau kadar limbah buangan agar sesuai dengan baku mutu lingkungan.

4. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Kepala Bagian penelitian dan Pengembangan (Litbang) bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang penelitian dan pengembangan perusahaan.

Kepala Bagian Litbang membawahi :

a. Seksi Penelitian

Tugas Seksi Penelitian yaitu : melakukan penelitian untuk peningkatan efisiensi dan esektivitas proses produksi serta peningkatan kualitas produk.

b. Seksi Pengembangan

Tugas Seksi Pengembangan yaitu : merencanakan kemungkinan pengembangan yang dapat dilakukan perusahaan baik dari segi kapasitas,

keperluan plant, pengembangan pabrik maupun dalam struktur organisasi perusahaan.

#### 5. Kepala bagian Pemasaran

Kepala Bagian Pemasaran bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang pengadaan dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

##### a. Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian antara lain :

- Merencanakan besarnya kebutuhan bahan bakudan bahan pembantuyang akan dibeli.
- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

##### b. Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran antara lain :

- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- Mengatur distribusi barang dari gudang.

##### c. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Kepala Bagian Keuangan bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan membawahi :

##### d. Seksi Administrasi

Tugas Seksi Administrasi antara lain : menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor, pembukuan serta masalah pajak.

##### e. Seksi Kas

Tugas Seksi Kas antara lain :

- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensifikasi karyawan.
- Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi keuangan masa depan.

#### 6. Kepala Bagian Personalia dan Umum

Kepala Bagian Personalia dan Umum bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Personalia dan Umum membawahi :

##### a. Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia antara lain :

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya agar tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.
- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan

##### b. Seksi Humas

Tugas Seksi Humas yaitu : mengatur hubungan dengan masyarakat dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

##### c. Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan antara lain :

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun selain karyawan ke dalam lingkungan perusahaan.
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.



## **1. Kepala Seksi**

Kepala Seksi adalah pelaksana dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing, agar diperoleh hasil uang maksimal dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Kepala Seksi akan membawahi Operator. Setiap Kepala Seksi bertanggung jawab terhadap Kepala Bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

## **2. Status Karyawan**

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan ini dapat dibagi menjadi 3 golongan, sebagai berikut :

### **a. Karyawan Tetap**

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

### **b. Karyawan Harian**

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa surat keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

### **c. Karyawan Borongan**

Karyawan yang digunakan oleh pabrik/perusahaan bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

Jabatan dalam struktur organisasi perusahaan diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan dan keahlian sesuai jabatan dan tanggung jawabnya. Karyawan pada perusahaan ini terdiri dari beragam jenjang pendidikan, mulai dari lulusan Sekolah Menengah Pertama (SMP) hingga Magister (S-2).

**Tabel 4. 2 Daftar Jabatan Perusahaan**

<b>Jabatan</b>	<b>Pendidikan</b>
Komisaris Utama	S2
Direktur Utama	S2
Kepala Bagian	S1
Kepala Seksi	S1
Staff Ahli	S1
Sekretaris	S1
Karyawan dan Operator	D3/S1
Dokter	S1
Perawat	D3/S1
Supir	SMP-SMA
<i>Cleaning Service</i>	SMP-SMA

### **3. Pembagian Jam Kerja**

Pabrik pembuatan magnesium oksida berkapasitas 14.000 ton/tahun beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan 24 jam dalam sehari. Untuk menjaga kelancaran proses produksi serta mekanisme administrasi dan pemasaran, maka waktu kerja diatur dengan *non-shift dan shift*.

#### **a. Waktu Kerja Karyawan Non-shift**

Hari Senin s/d Kamis : Pukul 08.00 – 12.00 WIB  
Pukul 13.00 – 16.30 WIB  
Hari Jumat : Pukul 08.00 – 11.30 WIB  
Pukul 13.00 – 17.00 WIB

Hari Sabtu, Minggu, dan hari besar libur

#### **b. Waktu Kerja Karyawan Shift**

Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran

produksi sehingga tidak dapat ditinggalkan. Yang termasuk karyawan *shift* ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian utilitas, pengendalian, laboratorium, termasuk petugas keamanan yang menjaga keamanan selama proses produksi berlangsung. Para karyawan akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan *shift* dibagi dalam 3 *shift* dengan pengaturan sebagai berikut :

*Shift* Pagi : 08.00 s.d. 17.00  
*Shift* Sore : 17.00 s.d. 00.00  
*Shift* Malam : 00.00 s.d. 08.00

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok. Setiap kelompok kerja mendapatkan libur satu kali dari tiga kali *shift*. Setiap kelompok mendapatkan giliran 6 hari kerja dan satu hari libur untuk setiap *shift* dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk. Berikut adalah jadwal kerja karyawan *shift*:

**Tabel 4. 3 Jadwal *Shift* Kerja Karyawan**

Hari/Regu	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	P	P	P	P	P	L	L	S	S	S	S	S	L	M	M
B	L	L	S	S	S	S	S	L	M	M	M	M	M	L	L
C	S	S	L	M	M	M	M	M	L	L	P	P	P	P	P
D	M	M	M	L	L	P	P	P	P	P	L	L	S	S	S

Keterangan :

P = Pagi

S = Siang

M = Malam

L = Libur

#### 4.4.4. Sistem Gaji dan Fasilitas Karyawan

##### 4.4.4.1 Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan terbagi menjadi 3 jenis yaitu :

a. Gaji Bulanan

Gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan mengacu UUD pasal 14 ayat (1, 2) PP nomor 78 Tahun 2015 dan peraturan menteri No 1 Tahun 2017 tentang struktur dan skala upah setiap golongan jabatan.

b. Gaji Harian

Gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian sesuai peraturan dirjen pajak nomor 31/PJ/2009.

c. Gaji Lembur

Gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok sesuai pasal 10 kep.234/Men/2003 dimana untuk jam kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam dan untuk jam lembur berikutnya dibayar 2 kali upah sejam.

Berikut adalah rincian jumlah dan gaji karyawan sesuai dengan jabatan.

**Tabel 4. 4 Rincian Gaji Karyawan**

No	Jabatan	Jumlah	Gaji	Gaji	Gaji
			(/orang/bulan)	(/bulan)	(/tahun)
1	Direktur Utama	1	Rp 50,000,000	Rp 45,000,000	Rp 540,000,000
2	Direktur Produksi & Teknik	1	Rp 40,000,000	Rp 35,000,000	Rp 420,000,000
3	Direktur Keuangan & Umum	1	Rp 40,000,000	Rp 35,000,000	Rp 420,000,000
4	Staff Ahli	1	Rp 35,000,000	Rp 40,000,000	Rp 480,000,000
5	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 30,000,000	Rp 30,000,000	Rp 360,000,000
6	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 30,000,000	Rp 30,000,000	Rp 360,000,000
7	Ka. Bag. Pemasaran	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000
8	Ka. Bag. Keuangan & Administrasi	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000
9	Ka. Bag. Umum	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000
10	Ka. Bag. K3 & Litbang	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000
11	Ka. Sek. Proses	1	Rp 25,000,000	Rp 5,000,000	Rp 300,000,000
12	Ka. Sek. Pengendalian	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000
13	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000
14	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000
15	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000

**Tabel 4. 5 Rincian Gaji Karyawan(lanjutan)**

16	Ka. Sek. Pembelian	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
17	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
18	Ka. Sek. Administrasi	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
19	Ka. Sek. Kas	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
20	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
21	Ka. Sek. Humas	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
22	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
23	Ka. Sek. K3	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
24	Ka. Sek. Litbang	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
25	Karyawan Proses	6	Rp 10,000,000	Rp 60,000,000	Rp 720,000,000
26	Karyawan Pengendalian	3	Rp 10,000,000	Rp 30,000,000	Rp 360,000,000
27	Karyawan Laboratorium	4	Rp 9,000,000	Rp 36,000,000	Rp 432,000,000
28	Karyawan Pemeliharaan	3	Rp 9,000,000	Rp 27,000,000	Rp 324,000,000
30	Karyawan Utilitas	5	Rp 9,000,000	Rp 45,000,000	Rp 540,000,000
31	Karyawan Pembelian	2	Rp 8,000,000	Rp 16,000,000	Rp 192,000,000
32	Karyawan Pemasaran	2	Rp 8,000,000	Rp 16,000,000	Rp 192,000,000
33	Karyawan Administrasi	2	Rp 8,000,000	Rp 16,000,000	Rp 192,000,000
34	Karyawan Kas	2	Rp 8,000,000	Rp 16,000,000	Rp 192,000,000
35	Karyawan Personalia	2	Rp 8,000,000	Rp 16,000,000	Rp 192,000,000
36	Karyawan Humas	2	Rp 8,000,000	Rp 16,000,000	Rp 192,000,000
37	Karyawan Keamanan	4	Rp 8,000,000	Rp 32,000,000	Rp 384,000,000
38	Karyawan K3	3	Rp 8,000,000	Rp 24,000,000	Rp 288,000,000
39	Karyawan Litbang	3	Rp 8,000,000	Rp 24,000,000	Rp 288,000,000
40	Operator	64	Rp 6,000,000	Rp 384,000,000	Rp 4,608,000,000
41	Supir	3	Rp 3,600,000	Rp 10,800,000	Rp 129,600,000
42	Librarian	1	Rp 3,750,000	Rp 3,750,000	Rp 45,000,000
43	<i>Cleaning service</i>	5	Rp 3,600,000	Rp 18,000,000	Rp 216,000,000
44	Dokter	2	Rp 10,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
45	Perawat	4	Rp 5,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
Total		146	Rp 770,950,000	Rp 1,450,550,000	Rp 17,406,600,000

#### 4.4.5. Kesejahteraan Karyawan

Peningkatan efektifitas kerja pada perusahaan dilakukan dengan cara pemberian fasilitas untuk kesejahteraan karyawan. Upaya yang dilakukan selain memberikan upah resmi adalah memberikan beberapa fasilitas lain kepada setiap tenaga kerja berupa:

1. Fasilitas cuti tahunan selama 15 hari.
2. Fasilitas cuti sakit berdasarkan surat keterangan dokter.
3. Tunjangan hari raya dan bonus berdasarkan jabatan.
4. Pemberian *reward* bagi karyawan yang berprestasi.

5. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja lebih dari jumlah jam kerja pokok.
6. Fasilitas asuransi tenaga kerja, meliputi tunjangan kecelakaan kerja dan tunjangan kematian bagi keluarga tenaga kerja yang meninggal dunia baik karena kecelakaan sewaktu bekerja.
7. Pelayanan kesehatan berupa biaya pengobatan bagi karyawan yang menderitakit akibat kecelakaan kerja.
8. Penyediaan kantin, tempat ibadah, dan sarana olah raga.
9. Penyediaan seragam dan alat-alat pengaman (sepatu dan sarung tangan).
10. *Family Gathering Party* (acara berkumpul semua karyawan dan keluarga) setiap satu tahun sekali.

## **BAB V**

### **UTILITAS**

Dalam menjalankan proses produksi di suatu pabrik, fasilitas penunjang sangat diperlukan. Utilitas menjadi sarana penunjang yang sangat penting untuk memastikan kelancaran proses produksi pada pabrik agar berjalan sesuai dengan harapan. Unit utilitas didalam sebuah pabrik terdiri atas berbagai komponen yang mendukung berbagai kebutuhan operasional. Unit utilitas terdiri dari :

- a. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
- b. Unit Pembangkit *Steam*
- c. Unit Pembangkit Listrik
- d. Unit Penyedia Udara Tekan
- e. Unit Penyedia Bahan Bakar
- f. Unit Pengolahan Limbah

#### **5.1. Unit Penyedia dan Pengolahan Air**

##### **5.1.1. Unit Penyedia Air**

Air adalah salah satu komponen penting baik sebagai bahan baku maupun penunjang yang sangat esensial dalam proses produksi. Unit pengadaan dan pengolahan air berperan sebagai penyedia kebutuhan air yang digunakan untuk semua aktivitas di dalam pabrik. Unit ini tidak hanya berperan sebagai penyedia air, tetapi juga melakukan pengolahan air untuk berbagai keperluan seperti proses produksi, sanitasi dan pemadam kebakaran sehingga air tersebut siap untuk digunakan. Di dalam industri untuk memenuhi kebutuhan air pada umumnya menggunakan air sungai, air sumur, air danau hingga air laut. Dalam perancangan pabrik magnesium oksida sumber air yang digunakan merupakan sumber air yang berasal dari PT. Krakatau Tirta.

Adapun pertimbangan dalam menggunakan air tersebut:

- Pengolahan air yang relative lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan lebih murah dibandingkan dengan proses pengolahan airlaut atau air sungai yang lebih rumit serta pengolahannya memakan biaya yang lebih mahal.

- Dekat dengan lokasi pabrik.
- Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.

Air yang dihasilkan oleh unit utilitas ini dimanfaatkan untuk :

a. Air Proses

Air proses digunakan secara langsung dalam proses pembuatan produk. Kriteria untuk menggunakan air secara langsung adalah air harus dalam kondisi yang cukup murni, bebas dari segala pengotor, mineral dan oksigen.

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

Uap atau *steam* dalam pabrik digunakan sebagai media pemanas. Air umpan boiler disediakan dengan *excess* 20%. *Excess* merupakan pengganti *steam* yang hilang karena kebocoran transmisi 10% serta faktor keamanan sebesar 20%. Air yang digunakan untuk boiler harus memenuhi persyaratan agar air tidak merusak boiler. Berikut adalah persyaratan air umpan boiler menurut Perry's edisi 6 halaman 976 ditunjukkan dalam Tabel 5.1.

**tabel 5. 1 Syarat Air Umpan Boiler**

Parameter	Total (rpm)
Total Padatan ( <i>Total Dissolved Solid</i> )	3500
Alkanitas	700
Padatan Terlarut	300
Silika	60-100
Besi	0,1
Tembaga	0,5
Oksigen	0,007
Kesadahan	0
Kekeruhan	175
Minyak	7
Residu Fosfat	140

Adapun hal yang harus diperhatikan untuk mencegah *scalling*, *fouling*, dan *foaming* diantaranya adalah :



1. Korosi yang terjadi dalam *boiler* disebabkan oleh air yang mengandung larutan asam dan gas terlarut seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ , dan  $NH_3$ .  $O_2$  masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.
2. Pembentukan kerak yang terjadi akibat kesadahan air dan suhu tinggi, umumnya berupa endapan garam karbonat dan silika.
3. Air yang diambil kembali dari proses pemanasan dapat menyebabkan *foaming* pada boiler dikarenakan adanya zat organik yang tidak dapat larut dalam jumlah besar. Efek *foaming* terutama terjadi pada alkalitas yang tinggi.

c. Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi seperti kebutuhan di perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid dan lainnya. Kualitas air sanitasi harus sesuai dengan standar tertentu, termasuk:

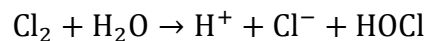
1. Syarat Fisik
  - a) Suhu di bawah suhu udara
  - b) Berwarna jernih
  - c) Tidak berasa
  - d) Tidak berbau
2. Syarat Kimia
  - a) pH netral (6,5 – 7,5).
  - b) Tidak mengandung zat organik dan non anorganik yang terlarut dalam air.
  - c) Tidak mengandung logam berat yang berbahaya seperti air raksa (Hg) dan timbal (Pb).
3. Syarat Bakteriologis
  - a) Tidak mengandung bakteri terutama bakteri patogen.
  - b) Tidak mengandung mikroba penghasil toksin (nafiatud, 2008).

### 5.1.2. Unit Pengolahan Air

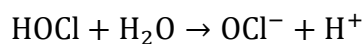
Dalam perancangan pabrik magnesium oksida sumber air yang digunakan berasal dari PT. Krakatau Tirta yang berlokasi relative dekat dengan lokasi pabrik. Air yang digunakan dalam lingkungan pabrik harus meleakukan proses pengolahan terlebih dahulu untuk memenuhi standar kualitas air yang diinginkan. Adapun tahapan dalam pengolahan air meliputi :

a. Bak Air Bersih

Air yang telah melewati bak penyaringan selanjutnya dialirkan menuju bak air bersih dengan menggunakan pompa PU- . Pada bak air bersih dilakukan penambahan klorin ( $\text{Cl}_2$ ) sebagai oksidator dan disinfektan. Klorin berperan sebagai oksidator untuk menghilangkan bau dan rasa pada proses pengolahan air bersih. Sementara itu, sebagai disinfektan klorin digunakan untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amuba, ganggang, dan mikroba lainnya yang terdapat didalam air sehingga air tersebut aman untuk dikonsumsi. Dalam proses ini, klorin yang terlarut dalam air akan menghasilkan asam hipoklorit dengan reaksi sebagai berikut :



Kemudian, asam hipoklorit mengalami dekomposisi sesuai dengan reaksi berikut :



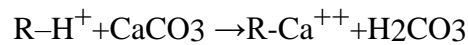
b. Demineralisasi

Demineralisasi merupakan salah satu metode dalam pengolahan air yang bertujuan untuk menghilangkan mineral dari air. Proses demineralisasi khususnya digunakan pada proses pertukaran ion dan eliminasi kontaminan mineral ion hingga mencapai tingkat yang sangat rendah mendekati nol. Proses ini melibatkan penggunaan resin pada penukaran kation (*cation exchanger*) dan penukaran anion (*anion exchanger*).

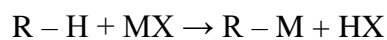
c. Tangki *Cation Exchanger*

Air yang berasal dari bak air bersih berperan sebagai *make up boiler* yang selanjutnya air dialirkan menuju tangki *cation exchanger*. Air yang dialirkan menuju tangki *cation exchanger* berisi resin yang bermuatan positif sehingga ion

positif di dalam air akan bertukar dengan ion positif pada resin. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Dalam periode tertentu, kation resin akan mencapai titik jenuh sehingga memerlukan proses regenerasi. Regenerasi dilakukan dengan menggunakan *Dowex* dikarenakan resin *Dowex* dapat meningkatkan efisiensi proses regenerasi dan meningkatkan kapasitas yang lebih tinggi serta mengurangi penggunaan jumlah regenerant. Proses regenerasi *Dowex* melibatkan penggunaan HCl 33% dengan reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Dengan :

R : Resin *Dowex*

R - H : Resin *Dowex* mengikat kation

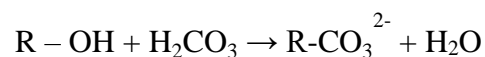
MX : Mineral yang terkandung dalam air

R - M : Resin dalam kondisi mengikat kation

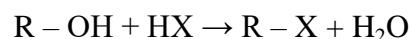
HX : Asam mineral yang terbentuk setelah air melewati resin kation

d. Tangki *Anion Exchanger*

Air yang telah melewati tangki *kation exchanger* selanjutnya dialirkan menuju tangki *anion exchanger*. Tangki *anion exchanger* berperan untuk menangkap ion negative (anion) yang terlarut dalam air menggunakan resin yang bersifat basa. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah sebagai berikut :



Dalam periode tertentu, kation resin akan mencapai titik jenuh sehingga memerlukan proses regenerasi. Regenerasi dilakukan dengan menggunakan *Dowex* dikarenakan resin *Dowex* dapat meningkatkan efisiensi proses regenerasi dan meningkatkan kapasitas yang lebih tinggi serta mengurangi penggunaan jumlah regenerant. Proses regenerasi *Dowex* melibatkan penggunaan NaOH 40% dengan reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Dengan :

R : Resin *Dowex*

R - OH : Resin *Dowex* mengikat anion

R – X : Resin dalam kondisi mengikat anion

### 5.1.3. Kebutuhan Air

Dalam perancangan pabrik kebutuhan air terbagi menjadi beberapa kategori seperti air sebagai media pendingin, air sebagai media *steam*, air untuk kantor dan air untuk lingkungan.

a. Kebutuhan Air *Steam*

tabel 5. 2 Air Sebagai Media Pemanas

Kode	Keterangan Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
HE-01	Media Pemanas	43641,228
<b>Total</b>		43641,228

Kebutuhan air pemanas pada perancangan dibuat *over design* sebesar 20%.  
Sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Steam} &= 1,2 \times 43641,228 \text{ kg/jam} \\ &= 52369,474 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestic meliputi :

1. Kebutuhan air karyawan

Menurut standar *World Health Organization* (WHO) kebutuhan air setiap orang adalah 100 hingga 120 liter/hari. Sehingga kebutuhan air setiap orang adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air/orang} &= 100 \text{ liter/hari} \\ &= 4 \text{ kg/jam} \\ \text{Jumlah karyawan} &= 146 \text{ orang} \\ \text{Kebutuhan air semua karyawan} &= 624 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

2. Kebutuhan air untuk *mess*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah mess} &= 20 \text{ mess} \\ \text{Jumlah penghuni tiap mess} &= 40 \text{ orang} \end{aligned}$$

Kebutuhan air/ orang	= 100 liter/hari
Jumlah air untuk <i>mess</i>	= 333 kg/jam
Kebutuhan total air domestic	= 3957 kg/jam

c. Kebutuhan *service water*

Kebutuhan air untuk pemakian umum, meliputi :

Poliklinik	= 1350 kg/hari
Laboratorium	= 1700 kg/hari
Pemadam kebakaran	= 361 kg/hari
Kantin, mushola dan taman	= 115 kg/hari
Total kebutuhan <i>service water</i>	= 3526 kg/hari
	= 147 kg/jam

tabel 5. 3 Total Kebutuhan Air

No	Keperluan	Jumlah (kg/jam)
1	<i>Steam Water</i>	52369,474
2	<i>Domestic Water</i>	500,251
3	<i>Service Water</i>	147
<b>Total</b>		53016,725

### 5.2. Unit Pembangkit *Steam*

Air dari tangki umpan *boiler* diumpankan menuju *waste heat boiler* (WHB) untuk membangkitkan *steam*. Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi yaitu dengan menyediakan *boiler* dengan kebutuhan *steam* sebanyak 52369,474 kg/jam. *Steam* yang berasal dari *boiler* digunakan sebagai media pemanas yang hasilnya berupa uap dan dimasukkan ke alat *heat exchanger* untuk memanaskan, kemudian hasilnya yang berupa embunan dimasukkan ke dalam tangki kondensat dan diumpankan kembali ke tangki umpan *boiler*.

### 5.3. Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik magnesium oksida dipenuhi oleh PLN, selain itu cadangan listrik dihasilkan dari generator pabrik apabila ada gangguan pasokan listrik dari PLN setempat. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN.

Keuntungan tenaga listrik dari PLN adalah biayanya murah, sedangkan kerugiannya adalah kesinambungan penyediaan listrik kurang terjamin dan tenaganya tidak konsisten. Sebaliknya, jika disediakan sendiri (Genset), kesinambungan akan tetap terjaga, akan tetapi biaya bahan bakar dan pemeliharannya perlu diperhatikan. Energi listrik diperlukan pada pabrik magnesium oksida meliputi :

**tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik Alat Proses**

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
<i>Belt Conveyor</i>	BC-01	0,05	37,29
<i>Belt Conveyor</i>	BC-02	0,08	62,14
<i>Belt Conveyor</i>	BC-03	0,08	62,14
<i>Bucket Elevator</i>	BE-01	1,5	118,55
<i>Bucket Elevator</i>	BE-02	1,5	118,55
<i>Srew Conveyor</i>	SC-01	0,25	166,43
<i>Srew Conveyor</i>	SC-02	0,17	124,28
<i>Srew Conveyor</i>	SC-03	0,17	124,28
<i>Srew Conveyor</i>	SC-04	0,08	62,14
<i>Rotary Dryer</i>	RD-01	7,5	5592,75
<i>Rotary Cooler</i>	RC-01	2	1491,4
<i>Ballmill</i>	BM-01	85	63384,5
<i>Vibrating Screen</i>	VC-01	4	2982,8
<i>Blower</i>	BL-01	0,5	372,85
<i>Pompa</i>	P-01	0,05	0,04
<i>Pompa</i>	P-02	0,05	0,04
<b>Total</b>		<b>102,98</b>	<b>76,794</b>

**tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas**

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa Utilitas	PU-01	0,05	186,43
Pompa Utilitas	PU-02	200	149140
Pompa Utilitas	PU-03	150	111855

<i>Compressor</i>	C	0,16	119,31
Tangki NaOH	T	0,17	124,28
Tangki NaCl	T	0,33	248,57
<b>Total</b>		<b>350,91</b>	<b>2616673,59</b>

Kebutuhan listrik untuk menggerakkan alat control, kantor, dan penerangan adalah sebagai berikut :

- a. Untuk alat control diperkirakan 25% dari kebutuhan listrik  
(sebagai penggerak motor) = 8,417 kW
- b. Untuk penerangan diperkirakan 15% dari kebutuhan listrik  
(sebagai penggerak motor) = 5,077 kW
- c. Untuk peralatan kantor diperkirakan 15% dari kebutuhan listrik  
(sebagai penggerak motor) = 5,077 kW
- d. Untuk peralatan lainnya sebesar 15% dari kebutuhan listrik  
(sebagai penggerak motor) = 5,077 kW
- e. Kebutuhan listrik perumahan  
Setiap rumah membutuhkan listrik = 1000 watt  
Jumlah rumah = 20  
Kebutuhan listrik perumahan = 20000 watt  
= 20 kW

**tabel 5. 6 Total Kebutuhan Listrik**

No	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1	Kebutuhan Plant :	
	a. Proses	7,695
2	b. Utilitas	26,167
	a. Alat control	8,4617
	b. Listrik penerangan	5,0770
	c. Peralatan kantor	5,0770
3	d. Peralatan lainnya	5,0770
	Listrik Perumahan	20

**tabel 5.6 Total Kebutuhan Listrik (Lanjutan)**

<b>Total</b>	<b>77,54</b>
--------------	--------------

Berikut merupakan spesifikasi generator diesel yang digunakan :

Kapasitas : 96,924 kW  
Jenis : Silinder Tegak  
Bahan bakar : Solar

#### **5.4. Unit Penyedia Udara Instrumen**

Udara yang digunakan untuk pemakaian alat *pneumatic control* disebut udara tekan. Total udara tekan yang dibutuhkan diperkirakan sebesar 2 m<sup>3</sup>/jam.

#### **5.5. Unit Penyedia Bahan Bakar**

Unit penyedia bahan bakar dibutuhkan untuk menyimpan bahan bakar yang akan digunakan pada *Rotary Kiln*. Bahan bakar yang digunakan adalah C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. Keperluan C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> dari *Rotary Kiln* sebanyak 770,444 kg/jam. Untuk cadangan listrik pada pabrik terdapat sebuah generator mandiri sebagai cadangan jika terjadi pemadaman listrik oleh PLN secara mendadak, bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar dan kebutuhan bahan bakar pada generator sebanyak 5 lt/jam.



## **BAB VI**

### **Evaluasi Ekonomi**

Dalam perancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lama nya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu juga, analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi terdapat beberapa faktor yang ditinjau, antara lain:

- a. *Return On Investment* (ROI);
- b. *Pay Out Time* (POT);
- c. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR);
- d. *Break Even Point* (BEP); dan
- e. *Shut Down Point* (SDP).

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut.

- a. Penentuan modal industri (*total capital investment*)

Dalam penentuan modal industri meliputi modal tetap (*fixed capital investment*) dan modal kerja (*working capital investment*).

- b. Penentuan biaya produksi total (*total production cost*)

Dalam penentuan biaya produksi total meliputi biaya pembuatan (*manufacturing cost*) dan biaya pengeluaran umum (*general expenses*).

- c. Pendapatan modal

Dalam pendapatan modal, untuk mengetahui titik impas diperlukan perkiraan terhadap biaya tetap (*fixed cost*), biaya variabel (*variable cost*) dan biaya mengambang (*regulated cost*).

## 6.1. Penaksiran Harga Alat

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

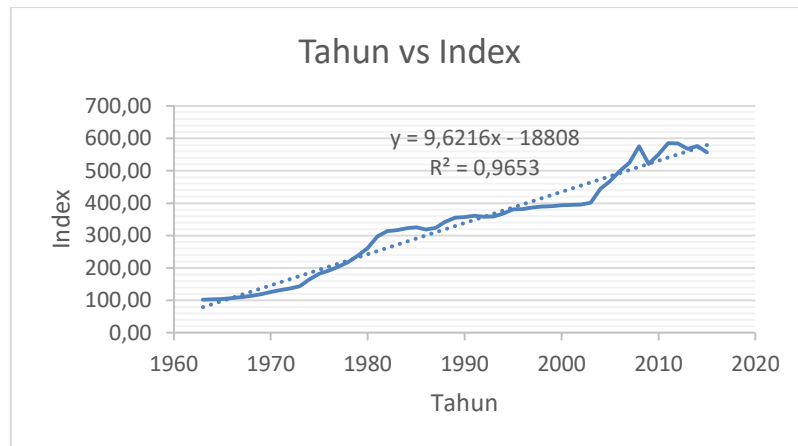
Pabrik Magnesium Oksida beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 300 hari dan tahun evaluasi pada tahun 2027. Di dalam analisa ekonomi, harga alat maupun harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa maka dilakukan pencarian indeks pada tahun analisa. Harga indeks dapat ditentukan dengan persamaan regresi linier. Berikut adalah indeks harga yang ada dalam teknik kimia.

**Tabel 6. 1 Chemical Engineering Plant Cost Index**

<b>Tahun (X)</b>	<b>Index (Y)</b>	<b>Tahun ke- (X)</b>
1963	102,40	1
1964	103,30	2
1965	104,20	3
1966	107,20	4
1967	109,70	5
1968	113,70	6
1969	119,00	7
1970	125,70	8
1971	132,30	9
1972	137,20	10
1973	144,10	11
1974	165,40	12
1975	182,40	13
1976	192,10	14
1977	204,10	15
1978	218,80	16
1979	238,70	17
1980	261,20	18
1981	297,00	19
1982	314,00	20

**Tabel 6.1 Chemical Engineering Plant Cost Index (Lanjutan)**

1983	317,00	21
1984	322,70	22
1985	325,30	23
1986	318,40	24
1987	323,80	25
1988	342,50	26
1989	355,40	27
1990	357,60	28
1991	361,30	29
1992	358,20	30
1993	359,20	31
1994	368,10	32
1995	381,10	33
1996	381,70	34
1997	386,50	35
1998	389,50	36
1999	390,60	37
2000	394,10	38
2001	394,30	39
2002	395,60	40
2003	402,00	41
2004	444,20	42
2005	468,20	43
2006	499,60	44
2007	525,40	45
2008	575,40	46
2009	521,40	47
2010	550,80	48
2011	585,70	49
2012	584,60	50
2013	567,30	51
2014	576,10	52
2015	556,80	53



**Gambar 6. 1 Grafik Regresi Linear Index**

Berdasarkan data index, diperoleh persamaan regresi linear yaitu  $y = 9,6216 x - 18808$ . Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat dicari harga index pada tahun perancangan, sehingga index pada tahun 2027 sebesar = 694,983. Harga alat lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan dengan dengan referensi (Klaus D. Timmerhaus & Max S. Peters, 1991). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$E_x = E_y \cdot \frac{N_x}{N_y}$$

Dimana:

$E_x$  : Harga tahun pembelian

$E_y$  : Harga tahun referensi

$N_x$  : Index harga pada tahun pembelian

$N_y$  : Index harga pada tahun referensi

Dari analisis perhitungan untuk mengetahui index pada tahun perencanaan pendirian pabrik, maka untuk harga alat pada tahun tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.20 dan Tabel 4.21.

**Tabel 6. 2 Harga Alat Proses pada Tahun Evaluasi**

Kode Alat Proses	Jumlah	NY	NX	EY	EX
		2014	2027	2014	2027
S-01	1	576,10	694,98	\$ 90.000	\$ 325.716,83
S-03	1	576,10	694,98	\$ 60.400	\$ 72.864,06
RD-01	1	576,10	694,98	\$ 96.600	\$ 116.534,24
RK-01	1	576,10	694,98	\$ 259.600	\$ 313.170,70
RC-01	1	576,10	694,98	\$ 98.600	\$ 118.946,96
BM-01	1	576,10	694,98	\$ 168.900	\$ 203.753,97
VS-01	1	576,10	694,98	\$ 34.100	\$ 41.136,83
SC-01	1	576,10	694,98	\$ 5.500	\$ 6.634,97
SC-02	1	576,10	694,98	\$ 5.500	\$ 6.634,97
SC-03	1	576,10	694,98	\$ 5.500	\$ 6.634,97
SC-04	1	576,10	694,98	\$ 5.500	\$ 6.634,97
BC-01	1	576,10	694,98	\$ 5.500	\$ 6.634,97
BC-02	1	576,10	694,98	\$ 5.500	\$ 6.634,97
BC-03	1	576,10	694,98	\$ 5.500	\$ 6.634,97
BE-01	1	576,10	694,98	\$ 5.500	\$ 6.031,79
BE-02	1	576,10	694,98	\$ 5.500	\$ 6.031,79
BL-01	1	576,10	694,98	\$ 22	\$ 26,54
P-01	1	576,10	694,98	\$ 5.500,00	\$6.634,97
P-02	1	576,10	694,98	\$ 5.500,00	\$6.634,97

**Tabel 6. 3 Harga Alat Utilitas pada Tahun Evaluasi**

Kode Alat Utilitas	Jumlah	NY	NX	EY	EX
		2014	2027	2014	2027
Bak Air Bersih	1	576,10	694,98	\$20.100,00	\$23.850,37
Bak Air Rumah Tangga	1	576,10	694,98	\$40.000,00	\$47.463,42
Tangki Penyimpanan Bahan Bakar	1	576,10	694,98	125.800,00	151.759,91
Heat Exchanger	1	576,10	694,98	\$1.700,00	\$2.017,20
Tangki NaCl	1	576,10	694,98	\$2.100,00	\$2.491,83
Tangki NaOH	1	576,10	694,98	\$2.100,00	\$2.491,83
Tangki Kation	1	576,10	694,98	\$2.100,00	\$2.491,83

**Tabel 6. 4 Harga Alat Utilitas pada Tahun Evaluasi(lanjutan)**

Tangki Anion	1	576,10	694,98	\$2.100,00	\$2.491,83
Tangki Umpan Boiler	1	576,10	694,98	\$9.700,00	\$11.509,88

## 6.2.Harga Bahan Baku dan Produk

### a. Harga Bahan Baku

**Tabel 6. 5 Harga Bahan Baku**

Komponen	Kebutuhan		Harga Satuan (\$ per kg)	Biaya (\$)	
	kg/jam	ton/tahun		\$ per jam	\$ per tahun
MgCO <sub>3</sub>	3672	29079	30,5	112352	889831095

### b. Harga Produk

**Tabel 6. 6 Harga Produk**

Komponen	Kebutuhan		Harga Satuan (\$ per kg)	Biaya (\$)	
	kg/jam	ton/tahun		\$ per jam	\$ per tahun
MgO	1767,677	14000	100,00	176.767,68	1.400.000.000

## 6.3.Dasar Pehitungan

Kapasitas produk Magnesium Oksida	= 14.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Tahun pabrik didirikan	= 2027
Kurs rupiah tahun 2023	= 1US\$ = Rp. 15.369,35,-

## 6.4.Perhitungan Biaya

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

#### **6.4.1. Capital Investment**

*Capital investment* merupakan banyaknya pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas pabrik dan untuk pengoperasiannya. *Capital investment* terdiri dari beberapa biaya, antara lain:

a. *Fixed Capital Investment*

*Fixed Capital Investment* (FCI) merupakan biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas yang ada dalam pabrik.

b. *Working Capital Investment*

*Working Capital Investment* (WCI) merupakan biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

#### **6.4.2. Manufacturing Cost**

*Manufacturing Cost* merupakan jumlah yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries dan Newton pada tabel 23, *Manufacturing Cost* meliputi:

- a. *Direct Cost*, merupakan pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.
- b. *Indirect Cost*, merupakan pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.
- c. *Fixed Cost*, merupakan biaya-biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak bergantung pada waktu dan tingkat produksi.

#### **6.4.3. General Expense**

*General Expense* atau pengeluaran umum meliputi beberapa pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

### **6.5. Analisa Kelayakan**

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan antara lain:

### 6.5.1. Percent Return on Investment (ROI)

*Return On Investment* atau biasa disingkat dengan ROI merupakan tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

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

Keuntungan dihitung berdasarkan penjualan tahunan atau *annual sales* (Sa) dan total *manufacturing cost*. Keuntungan akan dihitung sebagai komponen yang berisi pengembalian hutang selama pembangunan pabrik. Keuntungan akan berkontribusi terhadap *cash flow* dari pabrik. Pabrik dengan resiko yang cenderung rendah memiliki minimum ROI sebelum pajak sebesar 11%, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi memiliki minimum ROI sebelum pajak sebesar 44%.

### 6.5.2. Pay Out Time (POT)

*Pay Out Time* atau bisa disingkat dengan POT merupakan perkiraan jumlah tahun yang diperlukan untuk mengembalikan *Fixed Capital Investment* (FCI) berdasarkan keuntungan yang diperoleh (Aries, Newton. 1954). Pabrik dengan resiko rendah memiliki nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi memiliki nilai POT maksimal 2 tahun. Untuk menghitung POT dapat menggunakan persamaan berikut.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}{(\text{Profit} + \text{Depresiasi})}$$

### 6.5.3. Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* merupakan titik impas, dengan besarnya kapasitas produksi dapat menutupi biaya keseluruhan dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan namun tidak menderita kerugian (Peters & Timmerhaus. 2003). Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai berkisar 40% hingga 60%. Untuk menghitung nilai BEP, dapat menggunakan persamaan berikut.

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

Dimana:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum



Va: *Annual Variable Value* pada produksi minimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi minimum

#### 6.5.4. Shut Down Point (SDP)

*Shut Down Point* (SDP) merupakan suatu titik dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *Fixed Cost* yang menyebabkan pabrik harus tutup (Peters & Timmerhaus. 2003). Nilai SDP menjadi suatu titik atau saat penentuan aktivitas produksi pada suatu pabrik. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan). Nilai SDP pada umumnya berkisar antara 20% hingga 30%. Untuk menghitung SDP dapat menggunakan persamaan berikut.

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

#### 6.5.5. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)

*Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) adalah *interest rate* yang diperoleh saat seluruh modal yang ada digunakan semuanya untuk proses produksi. DCF dari suatu pabrik dinilai menguntungkan jika melebihi satu setengah kali bunga pinjaman bank. DCF (i) dapat dihitung dengan metode *Present Value Analysis* dan *Future Value Analysis* (Peter & Timmerhaus. 2003).

*Present Value Analysis:*

$$(FC + WC) = \frac{C}{(1+i)} + \frac{C}{(1+i)^2} + \dots + \frac{C}{(1+i)^n} + \frac{WC}{(1+i)^n} + \frac{SV}{(1+i)^n}$$

*Future Value Analysis:*

$$(FC + WC)(1+i)^n = (WC + SV) + [(1+i)^{n-1} + \dots + 1] \times C$$

Dengan *trial solution*, diperoleh nilai  $i = \%$ .

## 6.6. Hasil Perhitungan

Pendirian pabrik magnesium oksida ini memerlukan perencanaan keuangan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah layak atau tidaknya pabrik ini didirikan. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 6.4 sampai dengan Tabel 6.15.

**Tabel 6. 7 Physical Plant Cost (PPC)**

<b>No</b>	<b>Jenis</b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp28.846.998.292,43	\$1.847.981,95
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp7.211.749.573,11	\$461.995,49
3	Instalasi cost	Rp4.758.294.812,51	\$304.823,50
4	Pemipaan	Rp15.967.829.944,94	\$1.022.923,12
5	Instrumentasi	Rp7.220.490.527,75	\$462.555,45
6	Insulasi	Rp1.113.085.730,08	\$71.305,94
7	Listrik	Rp2.884.699.829,24	\$184.798,20
8	Bangunan	Rp465.000.000.000,00	\$29.788.597,05
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	Rp96.900.000.000,00	\$6.207.559,26
<b>Total</b>		<b>Rp629.903.148.710,05</b>	<b>\$40.352.539,96</b>

**Tabel 6. 8 Direct Plant Cost (DPC)**

<b>No</b>	<b>Type of Capital Investment</b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	<i>Engineering and Constrution</i>	Rp125.980.629.742,01	\$8.070.507,99
2	<i>Direct Plant Cost</i>	Rp755.883.778.452,07	\$48.423.047,95
<b>Total</b>		<b>Rp881.864.408.194,08</b>	<b>\$56.493.555,94</b>

**Tabel 6. 9 Fixed Capital Investment (FCI)**

<b>No</b>	<b>Fixed Capital</b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya, \$</b>
1	<i>Direct Plant Cost</i>	Rp755.883.778.452,07	\$48.423.047,95
2	<i>Cotractor's fee</i>	Rp30.235.351.138,08	\$1.936.921,92
3	<i>Contingency</i>	Rp188.970.944.613,02	\$12.105.761,99
<b>Total</b>		<b>Rp975.090.074.203,16</b>	<b>\$62.465.731,856</b>

**Tabel 6. 10 Working Capital Investment (WCI)**

<b>No</b>	<b>Type of Expenses</b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp587.358.137.284,85	\$37.627.042,75
2	<i>Inproses Onventory</i>	Rp400.866.264.422,12	\$25.680.093,81
3	<i>Product Inventory</i>	Rp1.717.998.276.094,80	\$110.057.544,91
4	<i>Extended Credit</i>	Rp662.242.424.242,42	\$42.424.242,42
5	<i>Available Cash</i>	Rp1.717.998.276.094,80	\$110.057.544,91
<b>Working Capital (WC)</b>		<b>Rp5.086.463.378.138,99</b>	<b>\$325.846.468,81</b>

**Tabel 6. 11 Direct Manufacturing Cost (DMC)**

<b>No</b>	<b>Type of Expenses</b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	<i>Raw Material</i>	Rp13.844.870.378.857,10	\$886.923.150,47
2	<i>Labor</i>	Rp14.646.600.000,00	\$938.283,15
3	<i>Supervision</i>	Rp1.464.660.000,00	\$93.828,32
4	<i>Maintenance</i>	Rp58.505.404.452,19	\$3.747.943,91
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp8.775.810.667,83	\$562.191,59
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp218.540.000.000,00	\$14.000.000,00
7	<i>Utilities</i>	Rp3.530.482.424.161,35	\$226.167.996,42
<b>Direct Manufacturing Cost (DMC)</b>		<b>Rp17.446.195.152.304,30</b>	<b>\$1.132.433.393,86</b>

**Tabel 6. 12 ndirect Manufacturing Cost (IMC)**

<b>No</b>	<b><i>Type of Expenses</i></b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp2.196.990.000,00	\$140.742,47
2	<i>Laboratory</i>	Rp1.464.660.000,00	\$93.828,32
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp7.323.300.000,00	\$469.141,58
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp1.092.700.000.000,00	\$70.000.000,00
<b><i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i></b>		<b>Rp1.103.594.950.000,00</b>	<b>\$70.703.712,36</b>

**Tabel 6. 13 Fixed Manufacturing Cost (FMC)**

<b>No</b>	<b>Type of Expenses</b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	<i>Depreciation</i>	Rp97.509.007.420,32	\$6.246.573,19
2	<i>Property taxes</i>	Rp9.750.900.742,03	\$624.657,32
3	<i>Insurance</i>	Rp9.750.900.742,03	\$624.657,32
<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>		<b>Rp117.010.808.904,38</b>	<b>\$7.495.887,82</b>

**Tabel 6. 14 General Expense (GE)**

<b>No</b>	<b><i>Type of Expenses</i></b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	<i>Administration</i>	Rp566.939.431.111,28	\$36.318.989,82
2	<i>Sales Expense</i>	Rp944.899.051.852,14	\$60.531.649,70
3	<i>Research</i>	Rp661.429.336.296,50	\$42.372.154,79
4	<i>Finance</i>	Rp121.231.069.046,84	\$7.766.244,01
<b><i>General Expenses(GE)</i></b>		<b>Rp2.294.498.888.306,77</b>	<b>\$146.989.038,33</b>

**Tabel 6. 15 Analisa Keuntungan**

<b>Jenis</b>	<b>Biaya</b>
Total penjualan	Rp21.854.000.000.000,00
Total Production cost	Rp21.192.479.925.349,60
Keuntungan sebelum pajak	Rp661.520.074.650,422
Pajak (30 % dari keuntungan)	Rp198.456.022.395,13
Keuntungan setelah pajak	Rp463.064.052.255,30

## **6.7.Hasil Analisa Kelayakan**

### **6.7.1. Return on Investment (ROI)**

Dari hasil analisa, diperoleh nilai ROI antara lain sebagai berikut:

ROI sebelum pajak = 67,84 %

ROI setelah pajak = 47,49 %

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

Dari hasil analisa, diperoleh nilai POT antara lain sebagai berikut:

POT sebelum pajak= 1,28 tahun

POT setelah pajak = 1,74 tahun

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

**Tabel 6. 16 Annual Fixed Cost (Fa)**

Jenis	Biaya Rp	Biaya \$
Depresiasi	Rp97.509.007.420,32	\$6.246.573,19
Proerty Taxes	Rp9.750.900.742,03	\$624.657,32
Asuransi	Rp9.750.900.742,03	\$624.657,32
<b>TOTAL Nilai Fa</b>	<b>Rp117.010.808.904,38</b>	<b>\$7.495.887,82</b>

**Tabel 6. 17 Annual Regulated Cost (Ra)**

Jenis	Biaya Rp	Biaya \$
Gaji Karyawan	Rp14.646.600.000,00	\$938.283,15
Payroll Overhead	Rp2.196.990.000,00	\$140.742,47
Supervision	Rp1.464.660.000,00	\$93.828,32
Plant Overhead	Rp7.323.300.000,00	\$469.141,58
Laboratorium	Rp1.464.660.000,00	\$93.828,32
General Expense	Rp2.294.498.888.306,77	\$146.989.038,33
Maintenance	Rp58.505.404.452,19	\$3.747.943,91
Plant Supplies	Rp8.775.810.667,83	\$562.191,59
<b>TOTAL Nilai Ra</b>	<b>Rp2.388.876.313.426,78</b>	<b>\$152.472.806,07</b>

**Tabel 6. 18 Annual Variable Cost (Va)**

Jenis	Biaya Rp	Biaya \$
Raw Material	Rp13.844.870.378.857,10	\$886.923.150,47
Packaging and Shipping	Rp1.092.700.000.000,00	\$70.000.000,00
Utilities	Rp3.530.482.424.161	\$226.167.996,42
Royalty & Patent	Rp218.540.000.000,00	\$14.000.000,00
<b>TOTAL Nilai Va</b>	<b>Rp18.686.592.803.018,40</b>	<b>\$1.197.091.146,89</b>

Total penjualan yang diperoleh sebesar = Rp21.854.000.000.000,00

Maka diperoleh untuk BEP sebesar:

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \frac{Fa + 0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100\% \\ &= 55,76\% \end{aligned}$$

#### 6.7.4. Shut Down Point (SDP)

Dari hasil analisa, diperoleh nilai SDP sebesar:

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100\% \\ &= 47,93 \% \end{aligned}$$

#### 6.7.5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Umur pabrik (n) = 10 tahun

SV (Depresiasi) = Rp97.509.007.420,32

Cash Flow = *Annual profit + Depreciation + Finance*

$$= (\text{Rp}463.064.052.255,30) + (\text{Rp}97.509.007.420,32) + (\text{Rp}121.231.069.046,84)$$

$$= \text{Rp}681.804.128.722,46$$

Maka, untuk memperoleh nilai DCFR dapat menggunakan persamaan berikut.

$$(FC + WC)(1 + i)^n = (WC + SV) + [(1 + i)^{n-1} + \dots + 1] \times C,$$

dengan  $i = 15 \%$

#### 6.8. Analisa Resiko Pabrik

Untuk mendirikan suatu pabrik, resiko pabrik perlu diperhatikan apakah pabrik tersebut memiliki resiko yang rendah (*low risk*) atau beresiko tinggi (*high risk*). Adapun parameter untuk menentukan pabrik Magnesium Oksida yang akan berdiri. Parameter yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 6.18 .

**Tabel 6. 19 Parameter Resiko Pabrik.**

Parameter Resiko	Deskripsi	Risk	
		Low	High
Kondisi Operasi	Suhu tertinggi: 1100 <sup>0</sup> C Tekanan tertinggi: 1 atm		✓
Karakteristik Bahan Baku dan Produk	Bahan Baku Magnesium Karbonat - Tidak menyebabkan iritasi kulit. - Tidak menyebabkan kerusakan mata - Tidak merusak logam.  Produk Magnesium Oksida - Memiliki tingkat bahaya rendah - Tidak menyebabkan iritasi pada kulit dan mata serta saluran pernafasan yang serius	✓       ✓	

Berdasarkan beberapa parameter di atas yaitu dari sisi kondisi operasi, sifat atau karakteristik bahan baku serta produk, dan sumber bahan baku, pabrik ini tergolong memiliki resiko yang rendah (low risk).

### **6.9. Analisa Kelayakan**

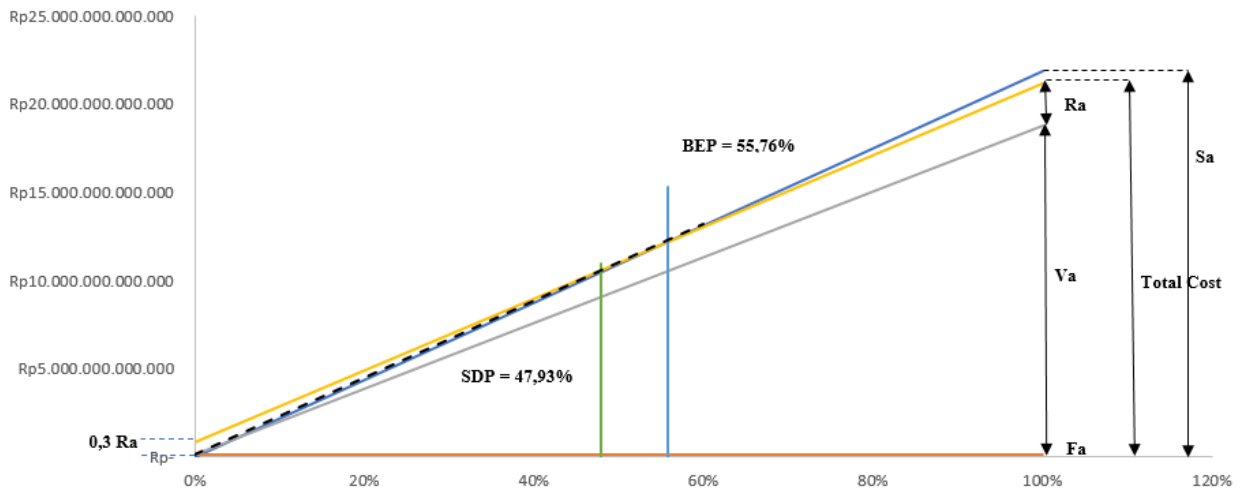
Berdasarkan Tabel , analisa kelayakan ekonomi pada pabrik Magnesium Oksida memenuhi semua parameter kelayakan ekonomi. Dari hasil analisis ekonomi pabrik dan analisis resiko tersebut, dapat disimpulkan bahwa pabrik yang akan berdiri termasuk ke dalam pabrik yang memiliki resiko tinggi (*high risk*).



**Tabel 6. 20 Analisa kelayakan**

<b>Parameter</b>	<b>Terhitung</b>	<b>Keterangan</b>
ROI sebelum pajak	67,84 %	Dari Aries dan Newton, pabrik <i>industrial chemical</i> dengan resiko tinggi dikatakan layak jika minimal ROI sebelum pajak sebesar 40%. Jadi dapat disimpulkan bahwa ROI pabrik ini memenuhi persyaratan untuk disebut layak.
POT sebelum pajak	1,28 tahun	Dan juga dikutip dari buku Aries dan Newton, untuk pabrik <i>Industrial chemicals</i> memiliki nilai maksimal 2 tahun untuk <i>high risk</i> . Jadi dapat disimpulkan bahwa POT pabrik ini masih belum memenuhi persyaratan untuk disebut layak.
BEP	55,76%	Menurut Aries dan Newton, nilai BEP di-rentang angka dari 40% hingga 60%. Nilai tersebut sudah memenuhi persyaratan untuk disebut layak.
SDP	47,93%	Nilai SDP dari hasil perhitungan memenuhi kriteria (karena nilai SDP nilai minimal 20% dan maksimal 50%).
DCFR	15,22%	Diketahui suku bunga bank sebesar 5,50%. Dari perhitungan didapatkan suku bunga bank minimum sebesar 15,22%. Sehingga, perhitungan DCF yang telah didapatkan di atas nilai minimum.

Hasil kalkulasi kelayakan ekonomi pendirian pabrik dapat dipahami melalui grafik Evaluasi berikut.



**Gambar 6. 2 Grafik Analisa Ekonomi**

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis pada BAB III dan IV, maka kesimpulan pada Perancangan Pabrik Magnesium Oksida dari Magnesium Karbonat Kapasitas 14.000 Ton/Tahun adalah sebagai berikut :

1. Ditinjau dari segi proses, sifat-sifat bahan baku yang tidak berbahaya, dan kondisi operasi yang menggunakan suhu tinggi dan tekanan rendah, maka Pabrik Magnesium Oksida dari Magnesium Karbonat Kapasitas 14.000 Ton/Tahun ini tergolong pabrik beresiko rendah.
2. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
  - a. Keuntungan yang di peroleh :

Keuntungan	sebelum	pajak
Rp661.520.074.650,422/tahun,		dan
keuntungansetelah	pajak	sebesar
Rp463.064.052.255,30 /tahun.		
  - b. *Return On Investment* (ROI) :

Presentase ROI sebelum pajak sebesar 67,84 %, dan ROI setelah pajak sebesar 47,49 %. Nilai ROI sebelum pajak memnuhi syarat untuk pabrik beresiko tinggi, yaitu minimal 44%.. (Aries & Newton, 1955).
  - c. *Pay Out Time* (POT) :

POT sebelum pajak selama 1,28 tahun dan POT setelah pajak selama 1,74 tahun. Syarat POT untuk pabrik beresiko tinggi adalah maksimal 2 tahun. (Aries & Newton, 1955).
  - d. *Break Event Point* (BEP)

BEP pada 55,76 %, dan *Shut Down Point* (SDP) pada

47,93 %. Syarat BEP sebaiknya adalah 40-60% dan SDP 20-60 %.

- e. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 15,22%. Suku bunga Bank Indonesia per 18 Agustus 2019 adalah 5,50% Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga deposito bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga deposito bank ( $1,5 \times 5,50\% = 8,25\%$ ).

Dari hasil analisis parameter kelayakan di atas dapat disimpulkan bahwa Pabrik Magnesium Oksida dari Magnesium Karbonat Kapasitas 14.000 ton/tahun ini layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

## **7.2.Saran**

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut:

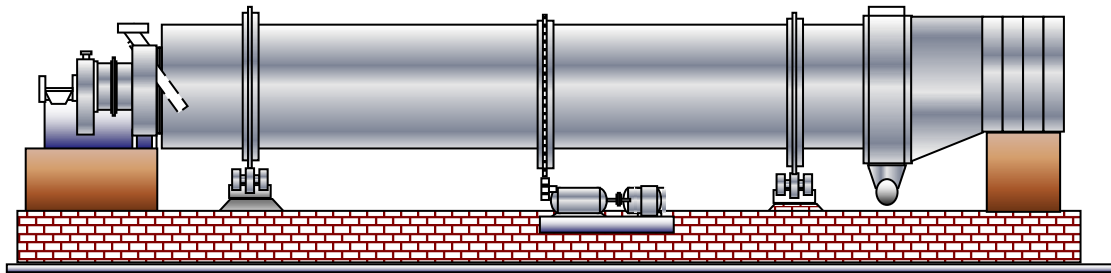
1. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
2. Produk Magnesium Oksida dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Das, B., Moumita, S., Ghosh, S., Khan, Md.I., Indira, D., Jayabalan, R., Tripathy, S.K., Mishra, A., & Balasubramanian, P. 2018. Biosynthesis of magnesium oxide (MgO) nanoflakes by using leaf extract of *Bauhinia purpurea* and evaluation of its antibacterial property against *Staphylococcus aureus*. *Materials Science & Engineering C*,91(3),436-444.
- David Misch, Hannes Pluch, Heinrich Mali, Fritz Ebner, Huang Hui.2018. Genesis of giant early proterozoic magnesite and related talc deposits in the Mafeng area, Liaoning Province, NE China. *Journal of Asian Earth Sciences* (2018) , DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2018.04.005>
- Deborah, A. Kramer. 1992. Magnesite and Magnesia. From *Minerals Yearbook Volume 1. Metals and Minerals*. U.S. Bureau of Mines. 1992, pp. 163-173
- Eko Sulistiyono, Bintang Adjiantoro.2010. Proses Pemanasan Temperatur 700OC Mineral Magnesit Dari Padamarang ”, *Majalah Metalurgi*, Volume 25 , No.1 , ISSN 0126-3188, Hal 13-18.
- Fedunik-Hofman, L., Bayon, A., & Donne, S. W. (2019). Comparative kinetic analysis of  $\text{CaCO}_3/\text{CaO}$  reaction system for energy storage and carbon capture. *Applied Sciences*, 9(21), 4601.
- Klabunde, K.J. 2001. *Nanoscale Material in Chemistry*. John Wiley & Sons In: New York.
- L. Haurie, A.I. Fernandes, J.I.Velasco, J.M.Chimenes. 2007. Effects of milling on the thermal stability of synthetic hydromagnesite. *Materials Research Bulletin* 42(2007)1010-1018.
- Perry, R.H. and D. W. Green. 1997. *Perry's Chemical Engineering Handbooks*, 7th edition, McGraw Hill Book Co., New York.
- Ropp, R. C. (2012). *Encyclopedia of the alkaline earth compounds*. Newnes.

- Sathyamoorthya, R., Mageshwari, K., Mali, S.S., Priyadharshini, S., & Patil, P.S. 2012. Effect of organic capping agent on the photocatalytic activity of MgO nanoflakes obtained by thermal decomposition route. *Ceramics International*. 39(1),323-330.
- Seeger, M., Otto, W., Flick, W., Bickelhaupt, F., & Akkerman, O. S. (2000). Magnesium compounds. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*.
- Sinivas Dwarapudi, Taml K.Ghost, Vilas Tathavadkar, Mark B.Denys. 2012. Effect of MgO in the form of magnesite on the quality microstruktore of hematite pellets. *International Journal of Mineral Processing* 112-113(2012)55-62.
- Umar, A., Rahman, M.M., & Hahn, Y-B. 2009. MgO polyhedral nanocages and nanocrystals based glucose biosensor. *Electrochemistry Communications*. 11(7),1353-1357.
- Weast, R. C. (1975). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. A ready-reference book of chemical and physical data. Cleveland.
- Wu, Z., Xu, C., Chen, H., Wu, Y., Yu, H., Ye, Y., & Gao, F.2013. Mesoporous MgO nanosheets: 1,6-hexanediamin-assisted synthesis and their applications on electrochemical detection of toxic metal ions. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*. 74(7),1032-1038.

**LAMPIRAN A**  
**PPERHITUNGAN REAKTOR**



Tugas : Tempat berlangsungnya reaksi kalsinasi magnesium karbonat untuk membentuk magnesium oksida

Bentuk : *Indirect-Fired Rotary Kiln*

Fase : Padat - Gas

Kondisi operasi :  $T = 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$

$P = 1\text{ atm}$

### URAIAN PROSES

Menurut studi yang dilakukan oleh Winny Wulandari , Subagjo , Adnanta Rio , dan Pratama Istiadi yang dimuat di jurnal “*CHARACTERIZATION AND KINETICS OF DOLOMITE CALCINATION*“ (2001), Kalsinasi merupakan salah satu tahap pemrosesan utama untuk meningkatkan nilai tambah magnesium karbonat. Dalam skala komersial, kalsinasi dilakukan dalam rotary kiln, multiple hearth furnace, atau flash kiln pada temperatur antara 1000 hingga 1200°C. Kondisi operasi reaksi pembuatan magnesium oksida dari magnesium karbonat adalah :

Suhu : 1100 °C

Fase : Padat - Gas

Bentuk : Serbuk putih

Konversi :99 %



## 1. MENENTUKAN JENIS REAKTOR

Reaktor yang dipilih adalah jenis *Indirect-Fired Rotary Kiln* dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Reaksi yang berjalan adalah padat, gas
2. Membutuhkan suhu proses yang tinggi diantara 1000-1200 °C
3. Proses reaksi tidak memerlukan katalis

## 2. MENENTUKAN KONDISI UMPAN

### a. Menghitung Berat Molekul

Komponen	BM
MgCO <sub>3</sub>	84
MgO	40
H <sub>2</sub> O	18
CO <sub>2</sub>	44

Berat Molekul (BM) campuran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{BM campuran} = \sum_{i=1}^N (\text{BM}_i \cdot X_i)$$

Dengan :

BM<sub>i</sub> : berat molekul komponen i, kg/kmol

X<sub>i</sub> : fraksi mol komponen i

### b. Menghitung Kapasitas Panas (Cp)

Kapasitas panas dihitung dengan menggunakan persamaan dari Yaws, 1999 sebagai berikut :

$$C_{pi} = A + BT + CT^2 + DT^3$$

$$\Delta C_p = \Delta A + \Delta BT + \Delta CT^2 + \Delta DT^3$$

Sehingga :

$$\int_{T_{ref}}^T \Delta C_p dT = \int_{T_{ref}}^T \Delta A dT + \int_{T_{ref}}^T \Delta B T dT + \int_{T_{ref}}^T \Delta C T^2 dT + \int_{T_{ref}}^T \Delta D T^3 dT$$

$$= \Delta A T + \frac{\Delta B}{2} T^2 + \frac{\Delta C}{3} T^3 + \frac{\Delta D}{4} T^4$$

$$C_p \text{ campuran} = \sum (C_{p_i} \cdot X_i)$$

A,B,C,D : konstanta (Yaws, 1999)

T : temperatur, °K

C<sub>p</sub><sub>i</sub> : kapasitas panas komponen i, kJ/kmol.°K

X<sub>i</sub> : fraksi mol komponen i

(Yaws, 1999)

c. Menghitung Viskositas ( $\mu$ )

Viskositas cairan juga dihitung dari persamaan di Yaws, 1999, yaitu :

$$\text{Log } \mu_i = A + B/T + CT + DT^2$$

$$\mu_{\text{campuran}} = \frac{1}{\sum \left( \frac{x_i}{\mu_i} \right)}$$

dengan :

A,B,C,D : konstanta

T : temperatur, °K

$\mu_i$  : viskositas komponen i, centipoise

x<sub>i</sub> : fraksi massa komponen i

(Yaws, 1999)

d. Menghitung densitas ( $\rho$ )

Densitas dihitung dari persamaan Yaws, yaitu :

$$\rho = A \cdot B^{-(T/T_c)^n}$$

$$\rho_{\text{campuran}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{x_i}{\rho_i}}$$

Dengan :

$\rho$  : densitas komponen i, kg/m<sup>3</sup>

A,B,n : konstanta

T : Temperatur, K

T<sub>c</sub> : Temperatur kritis komponen

x<sub>i</sub> : fraksi massa komponen i

### 3. MENHITUNG VOLUME REAKTOR

Parameter kinetika			
Nama	Simbol	Nilai	Satuan
Suhu	T	1373,15	K
Tekanan	P	10,27053466	bar
Konstanta gas universal	R	8,314	J/molK
Ordo reaksi	n	1	-
Faktor tumbukan	A	1,E+01	1/menit
Energi aktivasi	E	4,63E+04	J/mol
Konstanta laju reaksi	k	1,91E-01	1/menit
Konversi	x	99%	

Stoikiometri Reaksi :

MgCO <sub>3</sub>	→	CO <sub>2</sub>	+	MgO
43,71009 kmol				
43,27299 kmol		43,273 kmol		43,273 kmol
0,437101 kmol		43,273 kmol		43,273 kmol

Komposisi dalam reaktor

Spesi	Density	Mol	% mol	Massa	% Massa
-------	---------	-----	-------	-------	---------

MgCO <sub>3</sub>	3037	kg/m <sup>3</sup>	43,7101	kmol/jam	99%	3671,65	kg/jam	100%
H <sub>2</sub> O	1000	kg/m <sup>3</sup>	0,22664	kmol/jam	1%	4,07961	kg/jam	0%
CO <sub>2</sub>	1560	kg/m <sup>3</sup>	0	kmol/jam	0%	0	kg/jam	0%
MgO	3650	kg/m <sup>3</sup>	0	kmol/jam	0%	0	kg/jam	0%
<b>Total</b>			43,9367			3675,73		

Data untuk menghitung volume reaktor	
rho	3034,74 kg/m <sup>3</sup>
flow total	1,21122 m <sup>3</sup> /jam
Konsentrasi	
A0	36,0877 kmol/m <sup>3</sup>
mol flow A0	0,7285 kmol/menit

Menghitung volume reaktor

$$V = \frac{F_A X}{k C_{A0} (1 - X)}$$

Volume reaktor 10,5 m<sup>3</sup>

L/D kiln 5 to 12  
dipilih  
L/D 7,20334936  
L = 7,2D

Diambil overdesign 20%

Sehingga:

V 12,6 m<sup>3</sup>

Menghitung dimensi reaktor

$$V = \pi \cdot (D/2)^2 \cdot 6D$$

D 1,31 m

L 9,45 m

eq 0

## 1. Penentuan tipe vessel



OD	54 in	Outside diameter
ts	7/16 in	Tebal shell
icr	3,25 in	inside corner radius
r	54 in	radius head
E	80%	efisiensi welding
C	0,15 in	faktor korosi
f	20015 psia	allowable pressure

## 5. MENGHITUNG KETEBALAN HEAD

Berdasarkan persamaan Brownell & Young 7.77

$$th = \frac{prw}{(2fE - 0.2p)} + C$$

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

w 1,76904933  
th 0,6006713

Dipilih th standar dari 5,6 Brownell

th 5/8 in

### Menghitung tinggi head

Berdasarkan tabel 5.8 Brownell Dengan ketebalan head standar 1 in standard straightflange berkisar antara nilai 1.5-2.25 in

Maka

sf			2	in
ID	=	OD-2*ts	53 1/8	in
a	=	ID/2	26,5625	in
AB	=	a-icr	23,3125	in
BC	=	$\sqrt{BC^2 - a^2}$	50 3/4	in
AC	=		45,0787	in
b	=	r-AC	8,92129	in
<b>h head</b>	=	sf+b+th	11 5/9	in
			0,29328	m

## 6. MENGHITUNG VOLUME TOTAL REAKTOR

Volume reaktor	=	Volume shell	+	2Volume head
Volume shell	=	13,5 m <sup>3</sup>		
	=	477,243 ft <sup>3</sup>		
Volume head	=	Volume dish	+	Volume straight flange
Volume dish	=	0,000049d <sub>i</sub> <sup>3</sup>		
Maka :				
Volume dish	=	0,00425 ft <sup>3</sup>		
Volume sf	=	2,56551 ft <sup>3</sup>		
Sehingga :				
Volume reaktor	=	482,383 ft <sup>3</sup>		13,6594 m <sup>3</sup>

Panjang total	=	Panjang Shell	+	Panjang head	+	Panjang bottom
Panjang shell	=	9,45	m			
Panjang head	=	0,293	m			
Panjang bottom	=	0,293	m			
Sehingga :						
Panjang total reaktor	=	10,036	m			

Menghitung kebutuhan bahan bakar

Jenis kiln yang digunakan adalah indirect firing kiln

Dari perhitungan neraca panas  
didapatkan beban

panas

Q 4735358,092 kJ/jam

Energy content

batubara 23200 kJ/kg

Kebutuhan batubara 204,11 kg/jam

Menghitung power kiln

Putaran kiln 4 rpm

Slope kiln 5%

Kiln load 15%

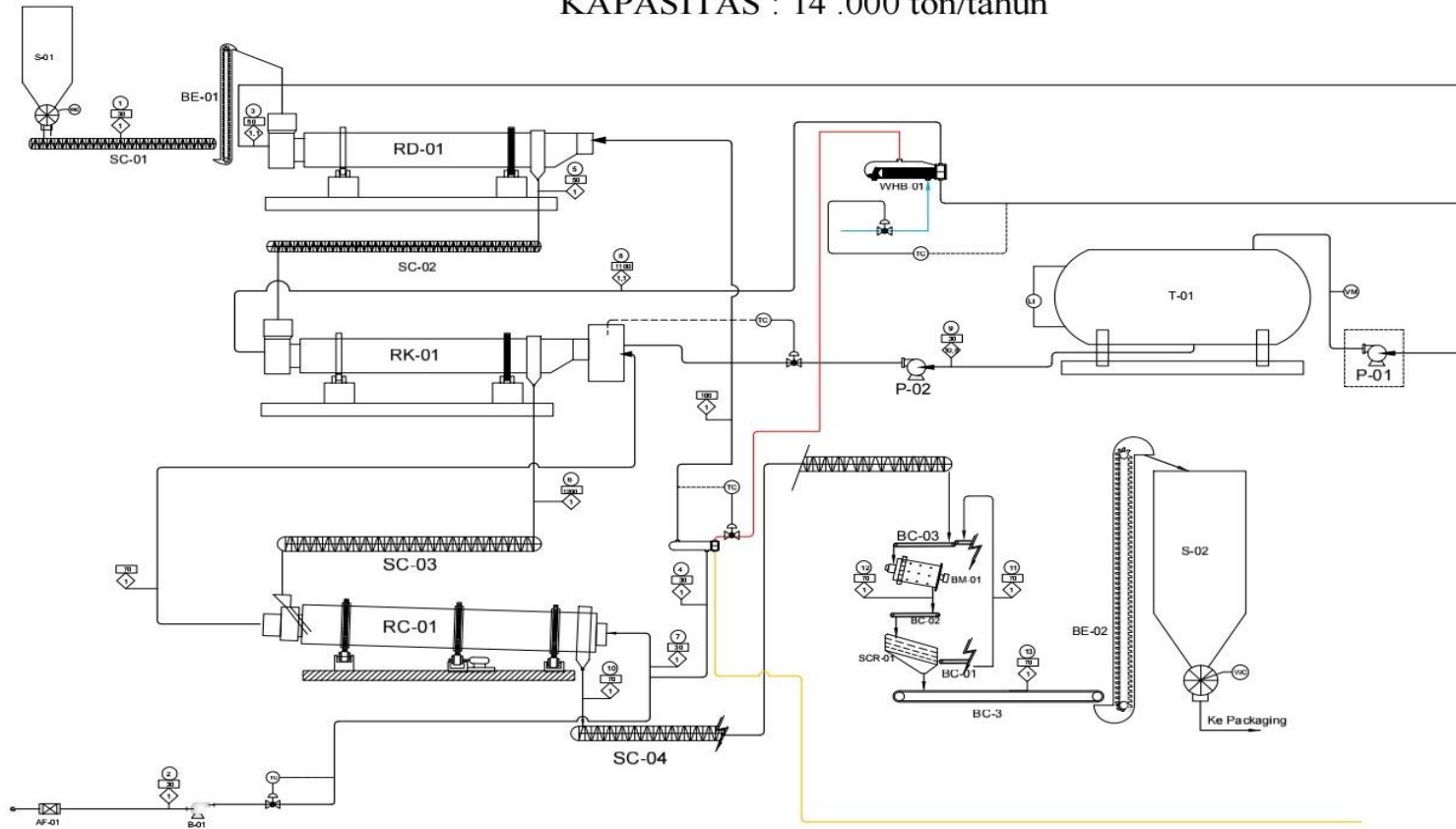
Drive power 15,78 kW



**LAMPIRAN B**  
***PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM (PEFD)***



**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PRARANCANGAN PABRIK MAGNESIUM OKSIDA DARI MAGNESIUM KARBONAT**  
**KAPASITAS : 14 .000 ton/tahun**



NERACA MASSA (kg/jam)

KOMPONEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Fuel									770.4440				
Udara		41742,660	28516,700	28516,7			13225,956	10424					
CO <sub>2</sub>								4215,3420					
H <sub>2</sub> O	407,961	4,080	403,881	917,182	4,0760	0,0410		1264,7640		0,041	0,004	0,044	0,041
MgCO <sub>3</sub>	3671,65	3671,650			3671,650	36,7160				36,717	3,671	40,388	36,717
MgO						1730,920				1730,920	173,091	1904,011	1730,920
TOTAL	4079,61	45418,390	28920,581	29433,881	3675,73	1767,680	13225,956	53885,000	770,444	1767,680	176,767	1944,444	1767,680

**Keterangan**

AF	Air Baru
B	Bahan
BC	Ball Conveyor
BE	Ball Elevator
BM	Ball Mill
BU	Bunker
CO	Control
CR	Crusher
DC	Dust Collector
DR	Dust Receiver
...	...

**SMKDL**

○	Normal
□	Start
□	Stop
○	Temperature
○	Pressure
○	Level
○	Flow
○	...

**Pengandas**

IC	Pengendalian
MI	Motor Listrik
PL	Pengontrol
UM	Valve Motor
VC	Pengaliran

**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS SEPULUH NOPEMBER**  
**YOYOYAKARTA**

**PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PRARANCANGAN PABRIK MAGNESIUM OKSIDA DARI**  
**MAGNESIUM KARBONAT**  
**KAPASITAS 14.000 TON/TAHUN**

1. DINA LINDA N. M. I.      Dosen Pembimbing  
 2. ANDRIAN ANWAR AL-DIN      Dosen Pembimbing  
 1. Dr. Diah Hanandah      S.T., M.Eng.

**LAMPRAN C**  
**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN**  
**PABRIK**

## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN

### PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Abdurrochman Hafidz Al Dikri

No. MHS 17521154

2. Nama Mahasiswa : Dihya HusnulFajri




















No. MHS 17521135

Judul Prarancangan \*) :

### PRARANCANGAN PABRIK MAGNESIUM OKSIDA DARI MAGNESIUM KARBONAT KAPASITAS 14.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : **10/7/2023**

Batas Akhir Bimbingan : **4/5/2024**

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	25 Oktober 2023	Perkenalan dan diskusi judul yang akan dipilih	
2	1 November 2023	Mendiskusikan judul yang sudah dipilih	 
3	10 November 2023	Penentuan kapasitas pabrik	 
4	17 November 2023	Konsultasi pemilihan proses	 
5	28 November 2023	Konsultasi tinjauan kinetika	
6	8 Desember 2023	Konsultasi diagram alir kualitatif	 
7	18 Desember 2023	Konsultasi neraca massa	
8	10 Januari 2024	Konsultasi Reactor	 
9	19 Februari 2024	Konsultasi alat proses	
10	5 Februari 2024	Konsultasi alat kecil	 
11	19 Februari 2024	Konsultasi utilitas	
12	2 Maret 2024	Konsultasi PEFD	 
13	6 Maret 2024	Konsultasi ekonomi	

**Disetujui Draft Penulisan:**

**Yogyakarta, 6 Maret 2024**

**Pembimbing,**



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

**\*) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy