

PRA RENCANA PABRIK

**MAGNESIUM KLORIDA DARI MAGNESIUM HIDROKSIDA
DAN ASAM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 5000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
ROTARY DRYER**

SKRIPSI

Disusun oleh:

ANDANG YUWANA 10.14.904



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2013**

REPUBLIC OF INDONESIA

DEPARTMENT OF THE ARMY
GENERAL HEADQUARTERS

ARMY TALENT MANAGEMENT
REGULATION

CHAPTER

DEFINITION

1.1. THE PURPOSE OF THIS REGULATION

ARMY TALENT MANAGEMENT REGULATION
GENERAL HEADQUARTERS
DEPARTMENT OF THE ARMY

2018

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

**MAGNESIUM KLORIDA DARI
MAGNESIUM HIDROKSIDA DAN ASAM KLORIDA
KAPASITAS 5000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
ROTARY DRYER**

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat menempuh wisuda
Sarjana pada jenjang Strata Satu (S-1)
Di Institut Teknologi Nasional Malang

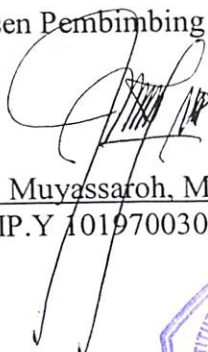
Disusun oleh:

ANDANG YUWANA 10.14.904

Malang, Februari 2013


Menyetujui,

Dosen Pembimbing I


Ir. Muyassaroh, MT
NIP.Y 1019700306

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II


M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP.Y 1030400400

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Jimmy, ST, MT
NIP.Y 1039900330

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : ANDANG YUWANA
NIM : 1014904
Jurusan : TEKNIK KIMIA
Judul : PRA RENCANA PABRIK MAGNESIUM KLORIDA DARI MAGNESIUM
DARI MAGNESIUM HIDROKSIDA DAN ASAM KLORIDA DENGAN
KAPASITAS 5000 TON/TAHUN

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata satu (S-1) pada:

Hari : Sabtu
Tanggal : 9 Februari 2013
Nilai : B+

Ketua,



Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

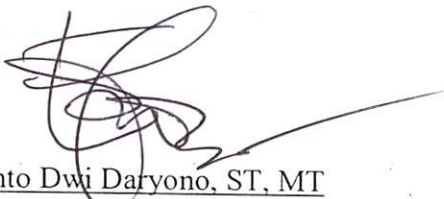
Sekretaris,



M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP Y 1030400400

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,



Elvianto Dwi Daryono, ST, MT
NIP Y 1030000351

Penguji Kedua,



Rini Kartika Dewi, ST, MT
NIP Y 1030100370

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andang Yuwana
NIM : 1014904
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1
Fakultas : Teknologi Industri

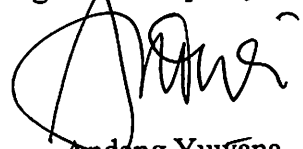
Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul:

PRA RENCANA PABRIK MAGNESIUM KLORIDA DARI MAGNESIUM HIDROKSIDA DAN ASAM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 5000 TON/TAHUN

Adalah skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain yang tidak disebutkan dari sumber aslinya.

Malang, Februari 2013

Yang membuat pernyataan,



Andang Yuwana

NIM 10.14.904

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA	ii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAKSI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	I - 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II - 1
BAB III NERACA MASSA.....	III - 1
BAB IV NERACA PANAS	IV - 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V - 1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA	VI- 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VII-1
BAB VIII UTILITAS	VIII-1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX - 1
BAB X STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN	X - 1
BAB XI ANALISA EKONOMI.....	XI - 1
BAB XII KESIMPULAN.....	XII- 1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Impor magnesium klorida di Indonesia.	I - 2
Tabel 1.2.	Sifat-sifat fisik $MgCl_2$	I - 2
Tabel 1.3.	Data kebutuhan $MgCl_2$ di Indonesia tahun 2004-2007	I - 6
Tabel 2.1.	Proses-proses pembuatan Magnesium Klorida	II - 3
Tabel 7.1.	Instrumentasi Pabrik Magnesium Klorida	VII - 4
Tabel 8.1.	Kebutuhan Air Pendingin pada Peralatan	VIII - 2
Tabel 8.2.	Kebutuhan Air Proses pada Peralatan	VIII-3
Tabel 8.3.	Kebutuhan Total Air.....	VIII - 3
Tabel 8.4.	Kebutuhan Steam pada Peralatan	VIII - 4
Tabel 9.1.	Perkiraan luas daerah pabrik (m^2)	IX - 10
Tabel 10.1.	Jumlah Karyawan dan Kualifikasinya.....	X - 9
Tabel 10.2.	Penggajian karyawan	X - 11
Tabel 11.1.	<i>Cash Flow</i> untuk NPV selama 10 tahun dengan nilai sisa.....	XI - 8
Tabel 11.2.	<i>Cash flow</i> untuk IRR.....	XI - 8
Tabel D.1.	Kebutuhan Steam pada Peralatan.....	APP D-1
Tabel D.2.	Kebutuhan Air Pendingin pada Peralatan.....	APP D-6
Tabel D.3.	Kebutuhan Air Proses pada Peralatan	APP D-6
Tabel D.4.	Kebutuhan Total Air.....	APP D-7
Tabel D.5.	Pemakaian Listrik pada Peralatan Proses Produksi	APP D55
Tabel D.6.	Pemakaian Listrik Pada Daerah Pengolahan Air	APP D-56
Tabel D.7.	Pemakaian Listrik Untuk Penerangan	APP D-57
Tabel E.1.	Indeks harga alat pada tahun sebelum evaluasi	APP E-2
Tabel E.2.	Harga peralatan proses	APP E-3
Tabel E.3.	Harga Peralatan Utilitas.....	APP E-4
Tabel E.4.	Daftar Gaji Karyawan.....	APP E-5
Tabel E.5.	<i>Cash Flow</i> untuk NPV selama 10 tahun dengan nilai sisa	APP E-14
Tabel E.6.	<i>Cash flow</i> untuk IRR.....	APP E-15

DAFTAR GAMBAR

Gambar 9.2.2	Peta Lokasi Pabrik Magnesium Klorida	IX – 6
Gambat 9.4	Denah Pabrik Magnesium Klorida	IX – 9
Gambar 9.5.1	Tata Letak Peralatan Pabrik Magnesium Klorida	IX - 11
Gambar D.3.1	Kurva <i>Break Event Point</i> Pabrik Magnesium Klorida.....	XI - 6

DAFTAR PUSTAKA

APPENDIKS A	APP.A-1
APPENDIKS B	APP.B-1
APPENDIKS C	SPP.C-1
APPENDIKS D	APP.D-1
APPENDIKS E.....	SPP.E-1

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan nikmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida dengan Kapasitas 5000 Ton/Tahun”.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna menempuh ujian Sarjana Jenjang Strata Satu (S-1) di jurusan Teknik Kimia ITN Malang.

Atas terselesaikannya skripsi ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. H. Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Jimmy, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang
4. Ibu Ir. Muyassaroh, MT dan Bapak M. Istnaeny Hudha, ST, MT selaku Dosen Pembimbing.
5. Orang tua kami yang telah memberikan dukungan serta doa kepada kami.
6. Kakak dan Adik kami yang telah memberikan bantuan yang besar kepada kami.
7. Semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu-persatu, yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Penyusun mengharapkan agar skripsi ini dapat berguna. Baik buat penyusun pribadi maupun bagi seluruh mahasiswa Teknik Kimia.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan.

Malang, Februari 2013

Penyusun

ABSTRAKSI

Magnesium Klorida adalah salah satu nama dari senyawa kimia dengan rumus $MgCl_2$, dan bentuk hidrat $MgCl_2 \cdot x \cdot H_2O$. Magnesium klorida hidrat sangat larut dalam air. Anhidrat magnesium klorida yang utama adalah menghasilkan logam magnesium yang diproduksi dalam skala besar. Produksi magnesium klorida pada skala industri pada umumnya tidak dapat langsung dikonsumsi, tetapi produksi ditujukan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri-industri hilir. Salah satu pemanfaatan magnesium klorida pada bidang industri kimia adalah sebagai bahan dasar proses pembuatan logam magnesium dengan cara elektrolisa. Pemanfaatan lain dari magnesium klorida pada berbagai bidang industri kimia meliputi Sebagai katalis dan Bahan pembuat keramik, semen, kertas dan komponen zat penahan panas pada kayu.

Pabrik Magnesium Klorida ini direncanakan didirikan di Pasuruan, Jawa Timur dengan kapasitas produksi sebesar 5000 ton/tahun dan mulai beroperasi pada tahun 2014. Waktu operasi yang diterapkan adalah 330 hari/tahun dan 24 jam/hari. Utilitas yang digunakan meliputi air, steam, listrik dan bahan bakar. Bentuk perusahaan ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi garis dan staf. Dari hasil perhitungan analisa ekonomi didapatkan $TCI = Rp. 68,875,282,222$; $ROI_{AT} = 27.26 \%$; $IRR = 24.46 \%$; $POT = 3$ tahun ; $BEP = 46.09 \%$. Dari hasil ekonomi tersebut dapat disimpulkan bahwa pabrik Magnesium Klorida ini layak didirikan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Magnesium klorida merupakan salah satu senyawa yang memiliki peranan penting pada industri kimia. Produksi magnesium klorida pada skala industri pada umumnya tidak dapat langsung dikonsumsi, tetapi produksi ditujukan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri-industri hilir. Salah satu pemanfaatan magnesium klorida pada bidang industri kimia adalah sebagai bahan dasar proses pembuatan logam magnesium dengan cara elektrolisa. Pemanfaatan lain dari magnesium klorida pada berbagai bidang industri kimia meliputi:

1. Sebagai katalis
2. Bahan pembuat keramik, semen, kertas dan komponen zat penahan panas pada kayu.

Magnesium klorida dapat dibuat dari magnesium karbonat, hidroksida atau oksida dengan asam klorida lalu dikristalisasi didalam evaporator. Sebagian besar berasal dari air laut atau *natural brine*. Magnesium klorida juga dapat dibuat dari mineral carnallite. Produk yang dihasilkan biasanya berupa heksahidrat ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$).

Magnesium klorida adalah salah satu nama dari senyawa kimia dengan rumus $MgCl_2$, dan bentuk hidrat $MgCl_2 \cdot x \cdot H_2O$. Magnesium klorida hidrat sangat larut dalam air. Anhidrat magnesium klorida yang utama adalah menghasilkan logam magnesium yang diproduksi dalam skala besar. Jika ditinjau dari beberapa jenis hidrat, anhidrat magnesium klorida merupakan suatu asam lewis meskipun merupakan asam yang lemah. Didalam proses Dow, magnesium klorida dapat diturunkan dari magnesium hidroksida.

1.2. Sejarah Perkembangan Industri Magnesium Klorida

Cara yang paling mudah untuk pembuatan magnesium klorida pada skala industri dapat dilakukan dalam beberapa cara, seperti pembuatan magnesium klorida dari karnalit, air garam, air laut, dan dengan menggunakan bahan magnesium hidroksida.

Ditinjau dari kedudukannya pada struktur industri kimia, magnesium klorida merupakan produk industri hulu yang akan digunakan sebagai bahan industri hilir yang menggunakannya. Indonesia saat ini masih harus mengimpor kebutuhan akan magnesium klorida.

Berdasarkan data dari Biro Pusat Statistik kebutuhan magnesium klorida di Indonesia dapat dilihat dalam table 1.1 dibawah ini. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa indutri magnesium klorida memiliki peluang pasar yang cukup besar.

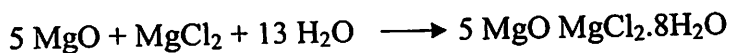
Tabel 1.1 Impor magnesium klorida di Indonesia

Tahun	Impor
	Berat bersih (ton)
2004	3475,53
2005	3421,57
2006	2331,31
2007	3169,90

Sumber: Biro Pusat Statistik (berbagai tahun)

1.3. Kegunaan Magnesium Klorida

Salah satu kegunaan yang paling penting dari $MgCl_2$, selain dalam pembuatan logam magnesium, adalah pembuatan semen magnesium oksiklorida, dimana dibuat melalui eksotermik larutan $MgCl_2$ 20% terhadap suatu ramuan magnesia yang didapatkan dari kalsinasi magnesit dan magnesia yang terdapat dalam larutan garam.



Penggunaanya terutama semen magnesium oksiklorida ini adalah sebagai semen lantai dengan pengisi yang tak reaktif dan pigmen berwarna.

Magnesium klorida juga digunakan sebagai desinfektan (bahan pembersih lantai), sebagai masukan untuk mencukupi kebutuhan magnesium dalam tubuh, bahan pematasi api, sebagai zat tahan api pada kayu, sebagai katalis dalam kimia organik serta sebagai bahan baku dalam pembuatan senyawa magnesium yang lain.

Magnesium klorida dapat dalam bentuk anhidrat dan heksahidrat $MgCl_2 \cdot 6H_2O$. Sifat-sifat fisik senyawa-senyawa ini dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 1.2 Sifat-sifat fisik $MgCl_2$

Uraian	$MgCl_2$
Berat molekul	95,22
Warna	Putih
Bentuk Kristal	Heksagonal
Titik didih	1412°C
Densitas g/m ³	2,333

Sumber: Kirk-Othmer (1981)

1.4. Sifat-sifat bahan baku dan produk pada kondisi 298,15 K, 1,01325 Pa.

A. Bahan baku utama

1.4.1. Magnesium Hidroksida

Sifat-sifat fisik (Kirk, 1981)

Rumus molekul	: $Mg(OH)_2$
Massa molekul	: 58,33 g/mol
System Kristal	: Hexagonal
Densitas	: 2,37 g/cm ³
Warna	: Tidak berwarna
Titik lebur	: 350°C

Sifat-sifat kimia (Vogel, 1979)

Mudah larut dalam HCl

Tidak larut dalam air jika tak ada garam amonium

Mudah larut dalam garam-garam ammonium

1.4.2. Asam Klorida

Sifat-sifat fisik

Rumus molekul	: HCl
Massa molekul	: 36,5 g/mol
Warna	: Tidak berwarna
Titik didih	: 48°C
Titik beku	: -114°C

Sifat-sifat kimia

Larut dalam air

Larut dalam alkohol

Larut dalam eter

Melarutkan Magnesium hidroksida

B. Bahan baku pembantu

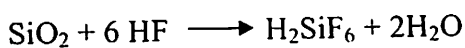
1.4.3. Silicon Dioxide

Sifat-sifat fisik

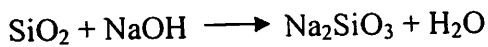
Rumus molekul	: SiO ₂
Massa molekul	: 60,08 gr/mol
Titik didih	: 2230°C
Titik beku	: 1650°C
Densitas	: 2,2 g/cm ³
Kelarutan dalam air	: 0,012 g/100 ml

Sifat-sifat kimia

Tidak larut dalam asam-asam apapun (asam-asam encer) kecuali HF dengan reaksi



Bereaksi dengan NaOH membentuk Natrium silika trioksida



1.4.4. Feri Oksida

Sifat-sifat fisik

Rumus molekul	: Fe ₂ O ₃
Massa molekul	: 159,69 gr/mol
Titik beku	: 1566°C
Densitas	: 2,2 g/cm ³ , padat

Sifat-sifat kimia

Tidak larut dalam air

Sukar larut dalam asam-asam encer

Larut dalam asam-asam kuat

1.4.5. Kalsium Oksida

Sifat-sifat fisik

Rumus molekul	: CaO
Massa molekul	: 56,077 g/mol
Titik didih	: 2850°C

Titik beku : 2572°C
Densitas : 3,35 g/cm³

Sifat kimia

Tidak bereaksi dengan asam klorida encer (2M-3M).

C. Produk

1.4.6. Magnesium Klorida

Sifat-sifat fisik

Rumus molekul : MgCl₂
Massa molekul : 95,211 g/mol (anhidrat)
: 203,31 g/mol (heksahidrat)
Warna : Putih atau Kristal padat tidak berwarna
Densitas : 2,32 g/cm³ (anhidrat)
: 1,56 g/cm³ (heksahidrat)
Titik lebur : 714°C
Titik didih : 1412°C
Kelarutan didalam air : 54,3 g/100 g air (30°C)

Sifat-sifat kimia

Larut dalam air dan alkohol
Mudah terbakar
Cukup mengandung racun

1.5. Perkiraan kapasitas produksi

Dalam mendirikan suatu pabrik diperlukan suatu perkiraan kapasitas produksi agar produksi yang dihasilkan sesuai dengan permintaan. Jumlah ini untuk memenuhi permintaan kebutuhan Magnesium Klorida didalam negeri dan juga kebutuhan dunia. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai import setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya. Untuk memperkirakan kebutuhan Magnesium Klorida pada tahun 2014 digunakan persamaan:

$$M = P (1 + I) ^ n$$

Dimana:

M = Jumlah kebutuhan tahun 2014 (ton/tahun)

P = Jumlah kebutuhan 2007 (ton/tahun)

i = Persentase rata-rata per tahun

n = Selisih waktu perkiraan (2014-2007 = 7 tahun)

Pada saat ini kebutuhan $MgCl_2$ di Indonesia masih ditunjang dari luar negeri, seperti terlihat pada tabel 1.3 dibawah ini.

Tabel 1.3 Data kebutuhan $MgCl_2$ di Indonesia tahun 2004-2007

Tahun	Import	
	Berat bersih (ton)	Kenaikan (%)
2004	3475,53	-
2005	3421,57	-1,552
2006	2331,31	-31,864
2007	3169,90	35,597
Jumlah	12398,31	2,181
Rata-rata	3099,5775	0,727

Sumber: Biro Pusat Statistik (berbagai tahun)

Dari data kebutuhan Magnesium Klorida di Indonesia, maka dapat diperkirakan kapasitas import Magnesium Klorida pada tahun 2014 adalah:

$$M = P (1 + i) ^ n$$

$$M = 3169,90 (1 + 0,00545) ^ 7$$

$$M = 3334,77 \text{ ton/tahun}$$

Pada umumnya kegiatan ekspor dapat memperlancar kinerja dari suatu pabrik, dimana umumnya asumsi ekspor suatu pendirian pabrik berkisar antara 30-60%. Oleh karena itu pendirian pabrik ini dapat diambil asumsi untuk ekspor sebesar 40% dari kapasitas pabrik dan ditambahkan dalam kapasitas pabrik, sehingga kapasitas pabrik baru adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pabrik baru} &= \text{import} + \text{ekspor} \\ &= 3334,77 + (0,4 \times 3334,77) \\ &= 4669 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Kapasitas pabrik baru dibuat sama dengan jumlah import dan ekspor. . Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka perkiraan kapasitas produksi pabrik pada tahun 2014 sebesar 5000 ton/tahun.

BAB II

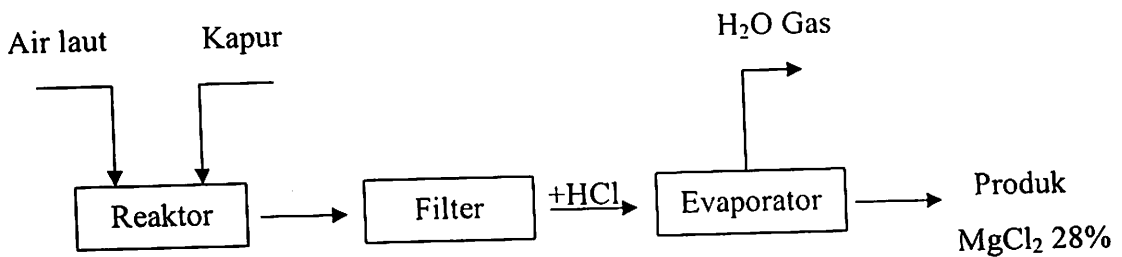
SELEKSI PROSES DAN URAIAN PROSES

2.1. Seleksi Proses

Proses pembuatan Magnesium Klorida ($MgCl_2$) pada prinsipnya ada enam cara, yaitu:

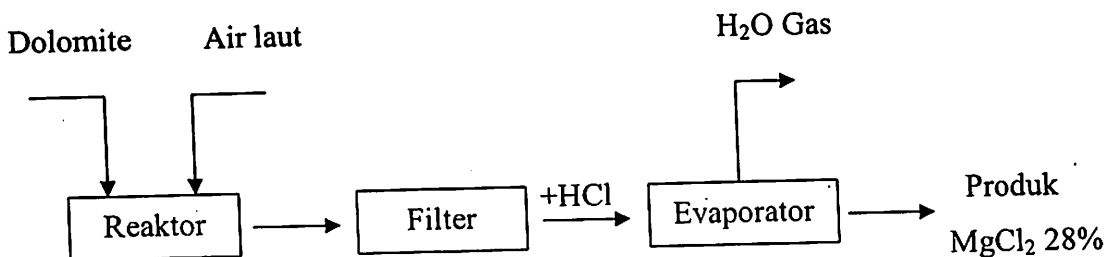
1. Pembuatan Magnesium Klorida dari air laut dan kapur
2. Pembuatan Magnesium Klorida dari Dolomite dan air laut
3. Pembuatan Magnesium Klorida dari Bittern
4. Pembuatan Magnesium Klorida dari Carnallite
5. Pembuatan Magnesium Klorida dari air garam bawah tanah
6. Pembuatan Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida

2.1.1. Pembuatan dari air laut dan kapur ($Ca(OH)_2$)



Sebagai bahan baku utama pembuatan magnesium klorida dipilih air laut, kapur dan asam klorida. Garam magnesium yang terkandung didalam air laut dimanfaatkan untuk memperoleh magnesium hidroksida pada temperature $45^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm dengan cara mereaksikan air laut dengan kapur, kemudian magnesium hidroksida dipisahkan dari larutannya dan direaksikan dengan HCl menghasilkan magnesium klorida. Dari proses ini dihasilkan magnesium klorida heksahidrat yang kemudian didehidrasi menghasilkan magnesium klorida anhidrat. (Kirk-Othmer, 1981)

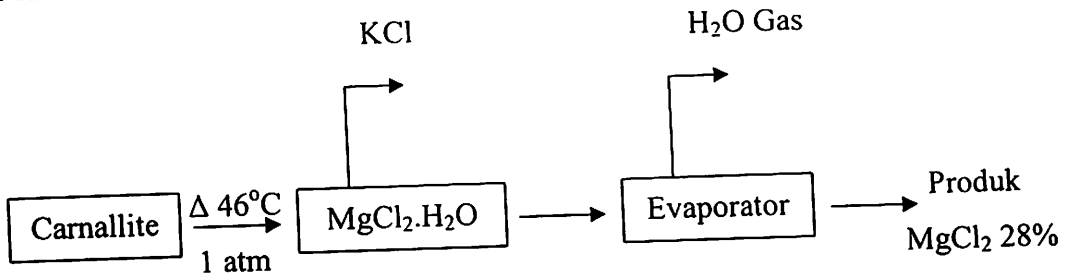
2.1.2. Pembuatan dari Dolomite dan air laut



Pada proses ini, Dolomite digunakan sebagai bahan untuk menyediakan magnesium hidroksida pada temperature $48^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm. Proses selanjutnya sama dengan proses pembuatan magnesium klorida dari air laut.

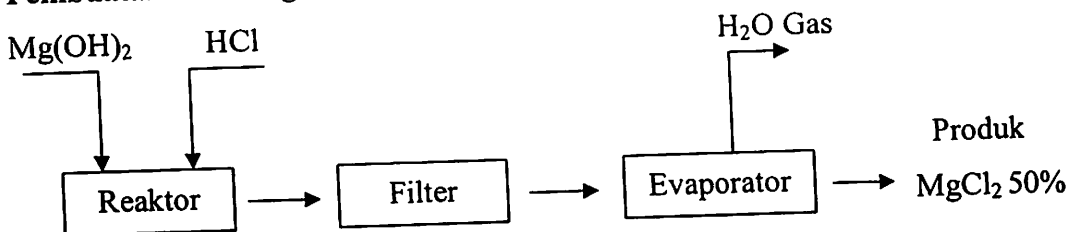
Pabrik yang menggunakan teknologi ini adalah Moss Landing California milik Kaiser Chemical Division. Di Pascagoula, Missisipi, Corning Glass Work membuat garam magnesium dari sumber yang sama. (Kainer, 2003)

2.1.3. Pembuatan dari Carnallite



Carnallite adalah salah satu mineral magnesium yang banyak terdapat di kerak bumi. Proses utama yang terjadi pada pembuatan magnesium klorida dari carnallite ($\text{KCl MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) pada temperature 46°C dan tekanan 1 atm adalah dekomposisi KCl dari mineral Carnallite dengan cara pemanasan. Dari proses ini akan diperoleh larutan MgCl_2 28%. Proses selanjutnya adalah menaikkan konsentrasi MgCl_2 dan menghilangkan pengotor yang masih ada dengan cara evaporasi. Logam besi yang masih terdapat didalam larutan dapat dipisahkan dengan cara oksidasi dengan menggunakan KCl pada akhir evaporasi dilanjutkan dengan pemisahan menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. (Ettouney, 2002)

2.1.4. Pembuatan dari magnesium hidroksida



Magnesium hidroksida terdiri dari Fe_2O_3 , SiO_2 , CaO untuk membentuk produk magnesium klorida. Dari proses ini dihasilkan magnesium klorida heksahidrat yang kemudian didehidrasi menghasilkan magnesium klorida anhidrat.

Cara ini sudah diterapkan di Dow Chemical Co di Freeport dan Velasco, Texas oleh Marine Magnesium Product Co di San Fransisco Selatan. Pembuatan magnesium klorida di Dow Chemical Co dilakukan dengan menambahkan magnesium hidroksida dengan HCl 10% untuk memperoleh magnesium klorida. Selanjutnya magnesium klorida dipekatkan dengan cara evaporasi melalui pemanasan langsung (Austin, 1986). Hasil akhir adalah magnesium klorida 76%.

2.2. Pemilihan Proses

Berdasarkan uraian macam-macam proses diatas, maka dapat ditabelkan perbandingan masing-masing proses sebagai berikut:

Tabel 2.2 Proses-proses pembuatan Magnesium Klorida

Parameter	Proses			
	Air laut	Dolomite	Carnallite	Mg(OH) ₂
a. Aspek bahan baku	Air laut dan Kapur	Dolomite dan Air laut	Carnallite	Magnesium Hidroksida
b. Aspek teknis:				
1. Kondisi proses:				
Konversi	94,5%	94,5%	94,5%	94,5%
Kemurnian produk	28%	28%	28%	50%
Proses	Direaksikan dengan HCl	Direaksikan dengan HCl	Dekomposisi KCl dari mineral Carnallite	Direaksikan dengan HCl
2. Kondisi operasi:				
Suhu	45°C	48°C	46°C	50°C
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
c. Aspek ekonomis	Mahal	Mahal	Mahal	Mahal
d. Aspek produk:				
Hasil utama	MgCl ₂	MgCl ₂	MgCl ₂	MgCl ₂
Hasil samping	H ₂	H ₂	H ₂	H ₂

Dari tinjauan proses pembuatan Magnesium Klorida diatas, proses yang dipilih adalah pembuatan magnesium klorida dari magnesium hidroksida yang direaksikan dengan HCl untuk menghasilkan MgCl₂. Alasan pemilihan ini karena:

- produk yang dihasilkan menghasilkan kemurnian produk yang lebih tinggi.
- Hasil samping yang sedikit.
- Bahan baku yang mudah diperoleh.

2.3. Uraian Proses

Pada pembuatan Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dapat dilakukan melalui tahap-tahap sebagai berikut:

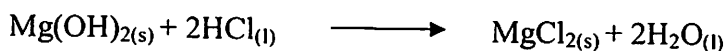
1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemisahan dan pemurnian
4. Tahap penanganan produk

2.3.1 Tahap persiapan bahan baku

Mula-mula magnesium hidroksida dengan ukuran 2 in disimpan dalam tangki penyimpanan, kemudian dialirkan melalui konveyor (J-115), dihancurkan di hammer mill (S-116) dengan ukuran 0.02 mesh, dialirkan ke bucket elevator (J-117) dan bin (F-118). HCl 37% sebelum dimasukkan ke dalam reaktor (R-110), terlebih dahulu diencerkan dengan tangki pengenceran berpengaduk (F-113) menjadi HCl 10% kemudian dipanaskan dengan heater (E-114) sampai suhu 50°C.

2.3.2 Tahap reaksi

Kondisi operasi di dalam reaktor (R-110) 50°C dan tekanan 1 atm, impurity seperti CaO, Fe₂O₃, SiO₂ tidak ikut larut dengan penambahan asam klorida encer tersebut sehingga terbentuk Magnesium Klorida dengan konversi 94,5%, dengan reaksi sebagai berikut:



Setelah dari reaktor (R-110), Magnesium Klorida dialirkan ke filter press (H-122) untuk memisahkan padatan dan cairan. Setelah cairan dipisahkan, dialirkan ke evaporator (V-120) untuk memekatkan larutan Magnesium Klorida.

2.3.3 Tahap pemisahan dan pemurnian

Aliran cairan yang keluar dari filter press (H-122) dialirkan ke evaporator (V-120) dengan temperatur 80°C dan tekanan 1 atm sehingga HCl dan air teruapkan, kemudian HCl dan air yang teruapkan dikondensasikan pada kondensor dan aliran HCl dan air tersebut dinetralkan pada perlakuan pengolahan limbah. Selanjutnya cairan yang keluar dari evaporator (V-120) dialirkan ke kristaliser (X-130).

Cairan yang berasal dari evaporator (V-120) dialirkan ke kristaliser (X-130) untuk di kristalkan. Campuran kristal dan pelarutnya dicampurkan ke dalam centrifuge (H-141) untuk dipisahkan antara Kristal dan pelarutnya, filtrat dibuang karena hanya mengandung sedikit Magnesium Klorida.

Setelah dari centrifuge (H-141), kristal Magnesium Klorida dimasukkan ke dalam rotary dryer (B-140) untuk dikeringkan, sehingga kadar airnya menjadi 0.5%. Kristal Magnesium Klorida yang telah dikeringkan kemudian dimasukkan ke dalam bin (F-145) menggunakan konveyor (J-142B) untuk dikemas.

2.3.4 Tahap penanganan produk

Kristal Magnesium Klorida dari bin (F-145) selanjutnya menuju ke mesin pengemas (F-146) untuk dikemas. Produk yang telah dikemas dimasukkan ke dalam gudang penyimpanan produk (F-148) dengan menggunakan konveyor (J-147), dan produk siap untuk dipasarkan.

BAB III

NERACA MASSA

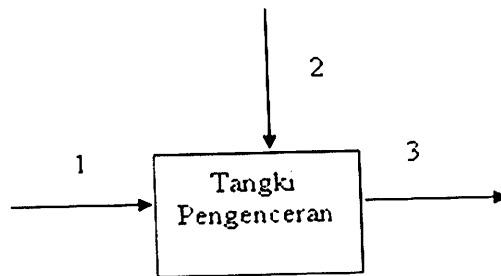
Kapasitas produksi = 5000 ton/tahun
 = 15.1515 ton/hari
 = 631.3131 kg/jam

(330 hari, 24 jam operasi)

Basis = 623.7596 kg/jam bahan baku

1. Tangki Pengenceran (F-114)

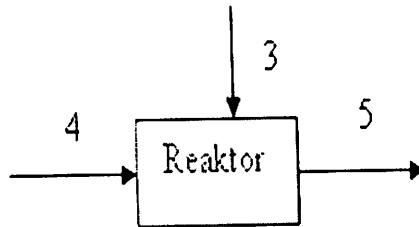
Fungsi: Untuk mengencerkan HCl 37% menjadi HCl 10%



Aliran masuk		Aliran keluar	
Aliran <1> bahan baku HCl 37%		Aliran <3> ke Reaktor	
Komponen	Berat (kg/jam)	Komponen	Berat (kg/jam)
HCl 37%	230.7911	HCl 10%	1,477.6865
H ₂ O	392.9685		
Jumlah	623.7596		
Aliran <2> bahan baku H ₂ O			
Komponen	Berat (kg/jam)		
H ₂ O	853.9269		
Total	1,477.6865	Total	1,477.6865

2. Reaktor (R-110)

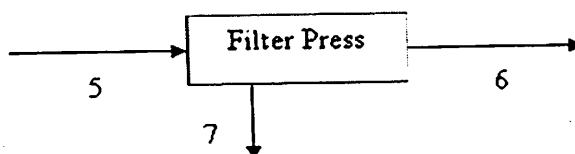
Fungsi: Sebagai tempat mereaksikan $Mg(OH)_2$ dan HCl



Aliran masuk		Aliran keluar	
Aliran <3> dari T. Pengenceran		Aliran <5> ke Filter Press	
Komponen	Berat (kg/jam)	Komponen	Berat (kg/jam)
HCl 10%	1,477.6865	$Mg(OH)_2$ sisa	32.5914
Aliran <4> bahan baku $Mg(OH)_2$		$MgCl_2$	914.1660
Komponen	Berat (kg/jam)	CaO	6.2376
$Mg(OH)_2$	592.5716	SiO_2	18.7128
CaO	6.2376	Fe_2O_3	2.1832
SiO_2	18.7128	H_2O	4.0544
Fe_2O_3	2.1832	HCl sisa	777.5812
H_2O	4.0544	H_2O terbentuk	345.9195
Jumlah	623.7596		
Total	2,101.4461	Total	2,101.4461

3. Filter Press (H-122)

Fungsi: Sebagai pemisah antara padatan dan cairan

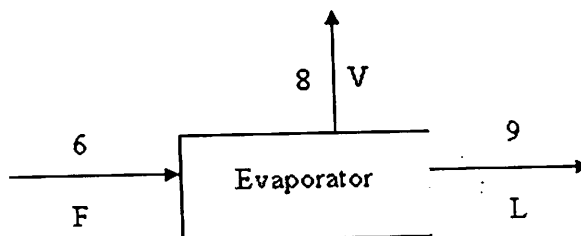


Aliran masuk	Aliran keluar
--------------	---------------

Aliran <5> dari Filter Press		Aliran <6> ke Evaporator	
Komponen	Berat (kg/jam)	Komponen	Berat (kg/jam)
Mg(OH) ₂ sisa	32.5914	Mg(OH) ₂ sisa	30.9619
MgCl ₂	914.1660	MgCl ₂	914.1660
CaO	6.2376	CaO	5.9257
SiO ₂	18.7128	SiO ₂	17.7771
Fe ₂ O ₃	2.1832	Fe ₂ O ₃	2.0740
H ₂ O	4.0544	H ₂ O	349.9740
HCl sisa	777.5812	HCl sisa	777.5812
H ₂ O terbentuk	345.9195	Jumlah	2,098.4598
		Aliran <7> Cake	
		Komponen	Berat (kg/jam)
		Mg(OH) ₂ sisa	1.6296
		CaO	0.3119
		SiO ₂	0.9356
		Fe ₂ O ₃	0.1092
		Jumlah	2.9862
Total	2,101.4461	Total	2,101.4461

4. Evaporator (V-120)

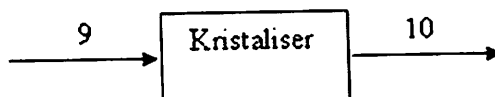
Fungsi: Untuk memekatkan MgCl₂ dengan cara menguapkan air dan HCl



Aliran masuk		Aliran keluar	
Aliran <6> dari Filter Press		Aliran <8> Uap keluar	
Komponen	Berat (kg/jam)	Komponen	Berat (kg/jam)
Mg(OH) ₂	30.9619	H ₂ O	336.0579
MgCl ₂	914.1660	HCl	746.6620
CaO	5.9257	Jumlah	1,082.7199
SiO ₂	17.7771	Aliran <9> ke Kristaliser	
Fe ₂ O ₃	2.0740	Komponen	Berat (kg/jam)
H ₂ O	349.9740	Mg(OH) ₂	30.9619
HCl	777.5812	MgCl ₂	914.1660
		CaO	5.9257
		SiO ₂	17.7771
		Fe ₂ O ₃	2.0740
		H ₂ O	13.9161
		HCl	30.9192
		Jumlah	1,015.7400
Total	2,098.4598	Total	2,098.4598

5. Kristaliser (X-130)

Fungsi: Untuk mengkristalkan bahan

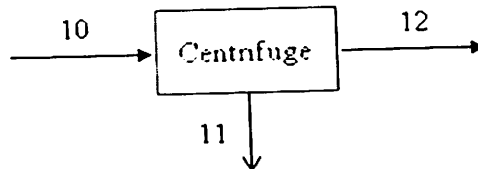


Aliran masuk		Aliran keluar	
Aliran <9> dari Evaporator		Aliran <10> ke Centrifuge	
Komponen	Berat (kg/jam)	Komponen	Berat (kg/jam)

Mg(OH) ₂	30.9619	MgCl ₂ terlarut	333.6706
MgCl ₂	914.1660	MgCl ₂ kristal	580.4954
CaO	5.9257	Mg(OH) ₂	30.9619
SiO ₂	17.7771	CaO	5.9257
Fe ₂ O ₃	2.0740	SiO ₂	17.7771
H ₂ O	13.9161	Fe ₂ O ₃	2.0740
HCl	30.9192	H ₂ O	13.9161
		HCl	30.9192
Total	1,015.7400	Total	1,015.7400

6. Centrifuge (H-141)

Fungsi: Untuk memisahkan kristal dari pelarutnya

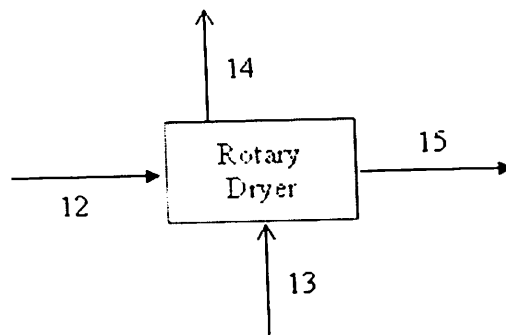


Aliran masuk		Aliran keluar	
Aliran <10> dari Kristaliser		Aliran <11> ke waste	
Komponen	Berat (kg/jam)	Komponen	Berat (kg/jam)
MgCl ₂ kristal	580.4954	MgCl ₂ terlarut	333.6706
MgCl ₂ terlarut	333.6706	H ₂ O	0.2783
Mg(OH) ₂	30.9619	HCl	30.9192
CaO	5.9257	Jumlah	364.8681
SiO ₂	17.7771	Aliran <12> ke Rotary Dryer	
Fe ₂ O ₃	2.0740	Komponen	Berat (kg/jam)
H ₂ O	13.9161	MgCl ₂ kristal	580.4954

HCl	30.9192	Mg(OH) ₂	30.9619
		CaO	5.9257
		SiO ₂	17.7771
		Fe ₂ O ₃	2.0740
		H ₂ O	13.6378
		Jumlah	650.8719
Total	1,015.7400	Total	1,015.7400

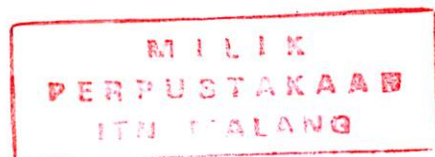
7. Rotary Dryer (B-140)

Fungsi: Untuk mengeringkan kristal MgCl₂ sampai kadar air 1%



Aliran masuk		Aliran keluar	
Aliran <12> dari Centrifuge		Aliran <14> Bahan teruapkan	
Komponen	Berat (kg/jam)	Komponen	Berat (kg/jam)
MgCl ₂ kristal	580.4954	MgCl ₂ (s)	11.6099
Mg(OH) ₂	30.9619	H ₂ O(g)	- 7.9489
CaO	5.9257	Udara keluar	3,327.7106
SiO ₂	17.7771	Jumlah	3,347.2694
Fe ₂ O ₃	2.0740	Aliran <15> ke Bin Produk	
H ₂ O	13.6378	Komponen	Berat (kg/jam)
Jumlah	650.8719	MgCl ₂ (s)	568.8855

Aliran <13> Udara masuk		Mg(OH) ₂	30.9619
Komponen	Berat (kg/jam)	CaO	5.9257
Udara masuk	3,327.7106	SiO ₂	17.7771
		Fe ₂ O ₃	2.0740
		H ₂ O	5.6889
		Jumlah	631.3131
Total	3,978.5825	Total	3,978.5825



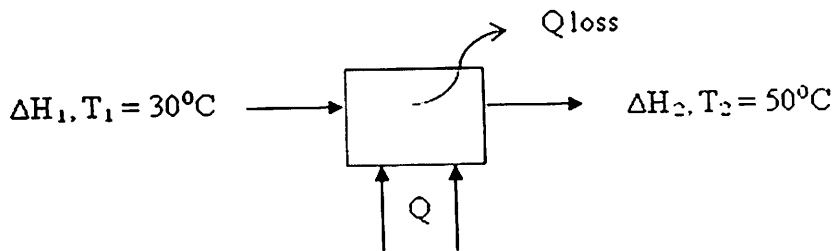
BAB IV

NERACA PANAS

Pabrik Magnesium Klorida

Kapasitas produksi = 5000 ton/tahun
 Waktu operasi = 330 hari/tahun
 Basis waktu = 1 jam
 Basis suhu = 25°C

1. Heater HCl (E-114)



Neraca panas total: $\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$

Dimana:

ΔH_1 = Panas yang terkandung dalam HCl masuk Heater

ΔH_2 = Panas yang terkandung dalam HCl keluar Heater

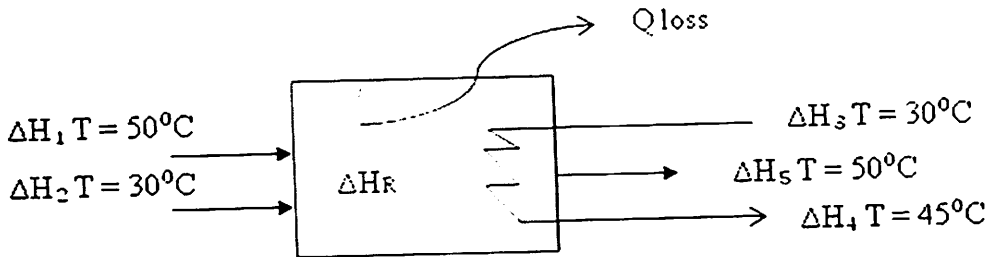
Q = Panas yang terkandung steam

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas pada Heater HCl

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_1	= 49688.6862	ΔH_2	= 249064.0596
Q_{steam}	= 201859.8076	Q_{loss}	= 2484.4343
Total	= 251548.4939	Total	= 251548.4939

2. Reaktor (R-110)



Neraca panas total: $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_R = \Delta H_4 + \Delta H_5 + Q_{\text{loss}}$

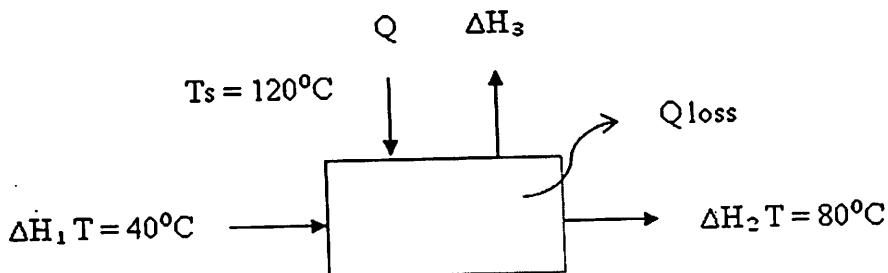
Dimana:

- ΔH_1 = Panas yang terkandung dalam HCl masuk Reaktor
- ΔH_2 = Panas yang terkandung dalam $\text{Mg}(\text{OH})_2$ masuk Reaktor
- ΔH_3 = Panas yang terkandung dalam air pendingin masuk coil
- ΔH_4 = Panas yang terkandung dalam air keluar coil
- ΔH_5 = Panas yang terkandung dalam produk keluar Reaktor
- ΔH_R = Panas reaksi

Neraca panas pada Reaktor

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_1	= 49688.6862	ΔH_4	= 1533091.7184
ΔH_2	= 55244.7978	ΔH_5	= 933930.8128
ΔH_3	= 383272.9296	Q loss	= 104148.2167
ΔH_R	= 2082964.3343		
Total	= 2571170.7479	Total	= 2571170.7479

3. Evaporator (V-120)



Neraca panas total: $\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q_{\text{loss}}$

Dimana:

ΔH_1 = Panas yang terkandung dalam bahan masuk Evaporator

ΔH_2 = Panas bahan keluar Evaporator

ΔH_3 = Panas uap

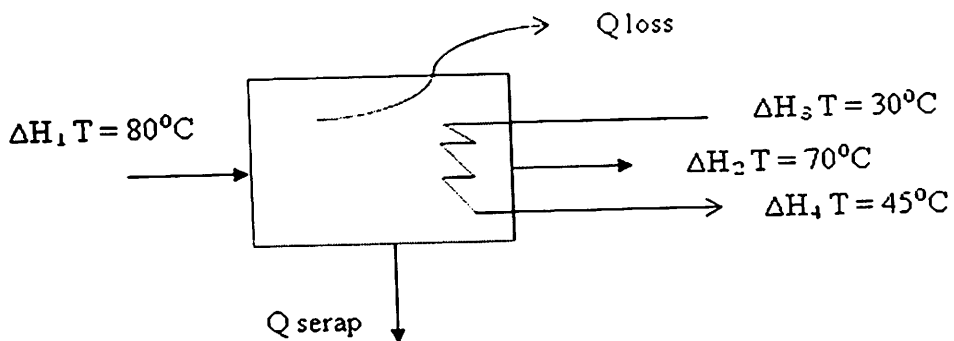
Q = Panas steam yang dibutuhkan

Q loss = Panas yang hilang

Neraca panas pada Evaporator

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_1 =	335333.5050	ΔH_2 =	943361.8378
Q =	1139120.9068	ΔH_3 =	514325.8988
		Q loss =	16766.6753
Total =	1474454.4119	Total =	1474454.4119

4. Kristaliser (X-130)



Neraca panas total: $\Delta H_1 = \Delta H_2 + Q \text{ serap} + Q \text{ loss}$

Dimana:

ΔH_1 = Panas yang terkandung dalam bahan masuk kristaliser

ΔH_2 = Panas yang terkandung dalam bahan keluar kristaliser

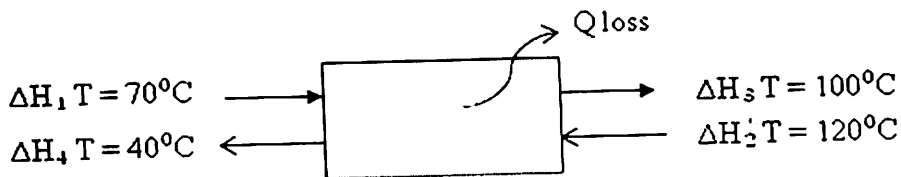
Q serap = Panas air pendingin keluar

Q loss = Panas yang hilang (5% ΔH_1)

Neraca panas pada Kristaliser

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_1	= 943361.8378	ΔH_2	= 770056.6113
		Q loss	= 47168.0919
		Q serap	= 126137.1346
Total	= 943361.8378	Total	= 943361.8378

5. Rotary Dryer (B-140)



Neraca panas total: $\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q \text{ loss}$

Dimana:

ΔH_1 = Panas yang terkandung dalam bahan masuk rotary dryer

ΔH_2 = Panas yang terkandung dalam udara masuk rotary dryer

ΔH_3 = Panas yang terkandung dalam bahan keluar rotary dryer

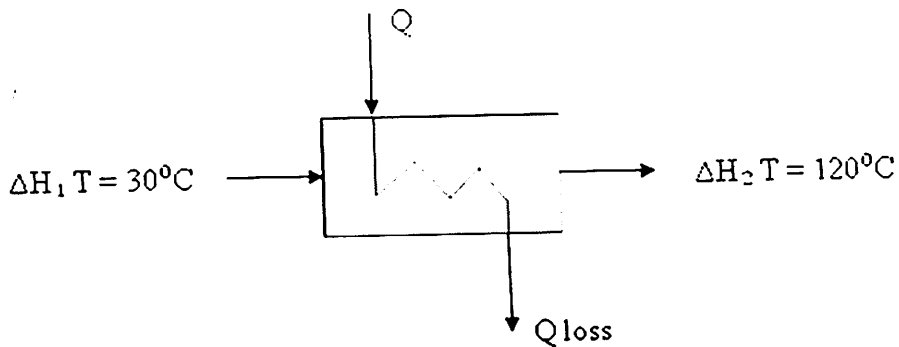
ΔH_4 = Panas yang terkandung dalam udara keluar rotary dryer

Q loss = Panas yang hilang

Neraca panas pada Rotary Dryer

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_1	= 496915.0695	ΔH_3	= 818187.2898
ΔH_2	= 349434.1511	ΔH_4	= 3158.2641
		Q loss	= 25003.6667
Total	= 846349.2206	Total	= 846349.2206

6. Heater Udara (E-145)



Neraca panas total di heater: $\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$

Dimana:

ΔH_1 = Panas yang terkandung dalam udara kering masuk heater

ΔH_2 = Panas yang terkandung dalam udara kering keluar heater

Q = Panas yang terkandung dalam steam masuk heater

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas pada Heater Udara

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_1	= 537.4286	ΔH_2	= 10589.5099
Q	= 10609.4239	Q_{loss}	= 557.3426
Total	= 11146.8525	Total	= 11146.8525

BAB V

SPESIFIKASI PERALATAN

1. STORAGE HCl (F-111A)

Fungsi	: Untuk menyimpan HCl
Type	: Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standart dishead
Kapasitas	: 623,7596 kg/jam
Tinggi	: 27,1544 ft
Do	: 182,4244 in
Tebal tangki	: 2/16 in
Tebal tutup	: 3/16 in
Bahan konstruksi	: High Alloy Steel SA - 240 grade M type 316
Jumlah	: 1 buah

2. POMPA (L-112)

Fungsi	: Mengalirkan HCl ke tangki pengenceran
Type	: Centrifugal pump
Bahan	: Cast Iron
Effisiensi pompa	: 78%
Effisiensi motor	: 83%
Ukuran pipa	: 4 in sch 40
Power	: 0,2 Hp
Jumlah	: 5 buah

3. TANGKI PENGECERAN HCl (F-113)

Fungsi	: Untuk mengencerkan HCL 37%
Type	: Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah standart dishead
Pengelasan	: Double welded butt joint
Volume bahan	: 45,0114 ft ³ /jam
Di	: 13,2522 in
Do	: 13,6272 in

ts : 3/16 in
 Ls : 19,8783 in
 tha : 5/16 in

4. STORAGE $Mg(OH)_2$ (F-111B)

Fungsi : Untuk menyimpan $Mg(OH)_2$
 Jenis : Tangki vertikal dengan tutup atas konikal
 Kapasitas : 623.7596 kg/jam
 Tinggi : 27.1544 ft
 Do : 182.4244 in
 Tebal tangki : 2/16 in
 Tebal tutup : 3/16 in
 Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA - 240 grade M type 316
 Jumlah : 1 buah

5. BELT CONVEYOR (J-115)

Fungsi : Mengangkut $Mg(OH)_2$ dari Storage ke Bucket elevator
 Type : Trought belt
 Bahan : Carbon steel
 Panjang : 49.2120 ft
 Lebar : 1.1667 ft
 Kecepatan belt : 100 ft/men
 Power motor : 0.01 HP
 Jumlah : 4 buah

6. HAMMER MILL (S-116)

Fungsi : Untuk memecahkan $Mg(OH)_2$
 Type : Hammer Mill
 Bahan : Carbon steel
 Kapasitas : 623.7596 kg/jam
 Daya : 10 HP
 Jumlah : 1 buah

7. BUCKET ELEVATOR (J-116)

Fungsi	: Mengangkut $Mg(OH)_2$ dari Hammer Mill ke Bin
Type	: Centrifugal discharge bucket
Ukuran bucket	: 8 x 5 x 5.5 in
Tinggi	: 20 ft
Kapasitas	: 20 ton
Kecepatan bucket	: 10.0247 ft/menit
Putaran head shaft	: 1.9158 rpm
Daya pada head shaft	: 0.0713 HP
Bucket spacing	: 14 m
Power motor	: 1.6 HP
Jumlah	: 1 buah

8. BIN (F-118)

Fungsi	: Menampung $Mg(OH)_2$ sementara sebelum dimasukkan ke Reaktor.
Type	: Berbentuk persegi panjang dengan posisi vertikal di bagian Bawah berbentuk limas.
Bahan	: Carbon steel
Volume	: 27.1756 ft ³
Diameter dalam	: 2.0625 ft ³
Diameter luar	: 2.0833 ft ³
Tebal bin	: 2/16 in
Jumlah	: 1 buah

9. REAKTOR (R-110)

Perancangan alat utama Zefri (1014921)

10. FILTER PRESS (H-122)

Fungsi	: Sebagai pemisah antara padatan dan cairan
Tipe	: Plate dan Frame
Volume	: 1.0885 m ³

Luas Frame	: 2.6716 m ²
Jumlah plate	: 1 buah
Tebal plate	: 0.0165 m
Jumlah	: 1 buah

11. EVAPORATOR (V-120)

Fungsi	: Untuk memekatkan larutan Magnesium Klorida
Type	: Short tube vertikal (calandria), dengan tutup atas berbentuk standart dishead dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut puncak 120°
Bahan konstruksi	: <i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
Tipe pengelasan	: <i>Single welding butt joint without backing up strip</i>
Volume tangki (VT)	: 93.7508 ft ³
Diameter tangki (DT)	: 53.8696 in
Diameter luar (Do)	: 54 in
Tebal silinder (ts)	: 0.0652 in
Tinggi silinder (Ls)	: 6.1865 ft
Tebal tutup atas (tha)	: 0.0675 in
Tinggi tutup atas (ha)	: 0.7587 ft
Tebal tutup bawah (thb)	: 0.0640 in
Tinggi tutup bawah (hb)	: 1.2959 ft
Tinggi tangki (H)	: 8.2410 ft

12. KRISTALISER (X-130)

Fungsi	: Membentuk kristal MgCl ₂
Type	: Swenson walker
Bahan	: Carbon steel SA 53 Grade B
Diameter	: 2 ft
Panjang	: 20 ft
Putaran pengaduk	: 15 rpm
Jumlah	: 1 buah

13. CENTRIFUGE (H-141)

Fungsi	: Untuk memisahkan kristal dari pelarutnya
Tipe	: Recyprocoating pusper, single stage with cylinder screen
Bahan	: Carbon steel SA 53 Grade A
Diameter	: 30 in
Kecepatan putar	: 1200 rpm
Power	: 7 HP
Jumlah	: 1 buah

14. ROTARY DRYER (B-140)

Perancangan alat utama Andang Yuwana (1014904)

15. MESIN PENGEMAS PRODUK (F-146)

Fungsi	: Mengemas produk ke dalam karung
Kapasitas bahan masuk	: 1391.7929 lb/jam
Bahan	: Carbon steel
Kapasitas mesin	: 9.6097 ft ³
Jumlah	: 1 buah

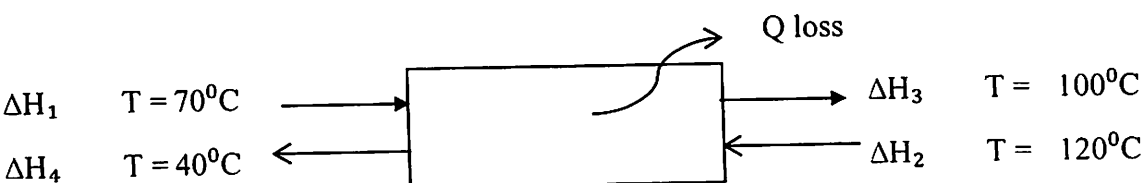
16. GUDANG MAGNESIUM KLORIDA (F-148)

Fungsi	: Menyimpan Magnesium Klorida selama 30 hari
Tipe	: Bangunan gudang
Bahan	: Beton
Kapasitas	: 8648.7028 ft ³
Tinggi	: 15 ft
Lebar	: 16.9791 ft
Panjang	: 33.9582 ft
Jumlah	: 1 buah

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat : **ROTARY DRYER**
 No. : B - 140
 Fungsi : Meringkakan Kristal $MgCl_2$
 Jumlah : 1 buah
 Tipe : Single Shell Direct Heat Rotary Dryer
 Bahan : High alloy steel SA-240 Grade O type 405
 Kondisi operasi :



Tekanan : 1 atm

Rate aliran umpan	=	1,015.7400	kg/jam
	=	2,239.3004	lb/jam
Rate aliran produk	=	1,015.7400	kg/jam
	=	2,239.3004	lb/jam
Rate udara kering masuk	=	3,327.7106	kg/jam
	=	7,336.2708	lb/jam
Suhu umpan masuk	=	70 °C	
Suhu produk keluar	=	100 °C	
Suhu udara pemanas masuk	=	120 °C	
Suhu udara pemanas keluar	=	40 °C	

Prinsip kerja

Rotary Dryer merupakan alat pengeringan putar yang terdiri dari silinder horisontal dengan kecepatan berputar tertentu. Putaran pada silinder disebabkan oleh roda gigi (gear), yang dihubungkan

in suatu alat penggerak oleh motor penggerak. Umpan basah masuk pada hopper yang
 la pada bagian silinder yang lebih tinggi, dan produk keluar pada ujung yang lain.

Perancangan alat utama Single Shell Direct Heat Rotary ini memiliki spesifikasi sebagai berikut

- Mengurangi kandungan air dari 2% menjadi 1 %
- Media pemanas yang digunakan adalah udara kering, masuk dari ujung yang lebih rendah sehingga akan berkontak langsung dengan bahan baku secara berlawanan arah dan diharapkan efisiensi panas yang diperoleh lebih besar.

Tahapan perancangan

Perancangan Rotary Dryer meliputi :

1. Perancangan Dimensi Rotary Dryer

- a. Dimensi silinder
- b. Volume bahan
- c. Volume silinder
- d. Tebal silinder
- e. Putaran rotary dryer
- f. kecepatan aliran solid
- g. Slope rotary dryer
- h. Hopper rotary dryer
- i. Sudu - sudu rotary dryer

3.2. Perancangan penggerak Rotary Dryer

- a. Jumlah gigi, putaran gigi dan pinion
- b. Pitch line velocity gear dan pinion
- c. Safe strenght gear dan pinion
- d. Tenaga yang ditransmisikan gear drive ke pinion
- e. Batas pemakain muatan gear drive
- f. berat beban total
- g. Tenaga yang dibutuhkan untuk memutar rotary dryer
- h. Putaran reducer

Perancangan Poros Penyangga Roll Support

Roll support

Bearing dan housing

3 - tahap perancangan :

Menghitung Diameter Silinder Rotary Dryer

Perlu 1 rotary dryer, sehingga :

$$\text{Rate udara kering panas masuk} = 3,327.7106 \text{ kg/jam}$$

$$= 7,336.2708 \text{ lb/jam}$$

Dari Perry ed 7 hal 12-55, diperoleh :

$$\text{Range kecepatan udara dalam rotary dryer} = 0,5 - 5 \text{ Kg/m}^2 \cdot \text{dt}$$

$$= 100 - 4000 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{jam}$$

$$\text{Dalam perancangan di ambil kecepatan udara} = 400 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas dryer (A)} &= \frac{\text{massa udara kering masuk}}{\text{kecepatan udara}} \\ &= \frac{7336.270789}{400} \end{aligned}$$

$$= 18.340677 \text{ ft}^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$18.3407 = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$D^2 = 23.36392$$

$$D = 4.8336 \text{ ft} = 1.473 \text{ m}$$

Dari Tabel 4.10 Ulrich, diketahui range diameter rotary dryer (direct) adalah 1- 3m, sehingga diambil ukuran 1 m.

Menghitung Volume bahan

$$\text{Rate bahan masuk} = 1,015.7400 \text{ g/jam} = 2,239.3004 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas bahan} = 61.683 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Diasumsikan waktu tinggal} = 30 \text{ menit} = 0,5 \text{ jam}$$

$$\text{berat bahan} = 2,239.3004 \text{ lb jam} \times 0,5 \text{ jam} = 1119.650202 \text{ lb}$$

$$\text{Volume bahan} = \frac{\text{Berat bahan}}{\rho} = \frac{1119.6502}{61.68} = 18.151682 \text{ ft}^3 = 0.51400118 \text{ m}^3$$

Penentuan Volume Silinder Rotary Dryer

Volume bahan dari rotary dryer 10% - 15% dari volume rotary dryer (Ulrich

tabel 4-10 hal 132) maka didapatkan persamaan :

$$\text{Volume bahan} < \text{Volume rotary dryer}$$

$$\text{Volume bahan} = 15\% \text{ Volume rotary dryer}$$

$$0.5140012 \text{ m}^3 = 15\% \text{ Volume rotary dryer}$$

$$\text{Volume rotary dryer} = 3.426675 \text{ m}^3 = 121.0112 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volume rotary dryer} = \frac{\pi}{4} \cdot (3)^2 \cdot L$$

$$3.4267 \text{ m}^3 = \frac{\pi}{4} \cdot (3)^2 \cdot L$$

$$L = 0.485021 \text{ m} = 1.591 \text{ ft}$$

Dari Ulrich, tabel 4 - 10 hal 132, diketahui range rotary dryer (direct) adalah = 4-20 m, sehingga ukuran panjang di ambil 4 m.

maka :

Perbandingan L/D = 4-6 (Ulrich tabel 4-10, hal 132)

$$D = 1 \text{ m} = 3.2808 \text{ ft}$$

$$L = 4 \text{ m} = 13.123 \text{ ft}$$

$$\frac{L}{D} = \frac{4 \text{ m}}{1 \text{ m}} = 4 \text{ (memenuhi)}$$

$$\text{Kecepatan solid} = \frac{\text{panjang}}{\text{waktu tinggal solid}}$$

$$= \frac{4}{1800} \quad 0.002222222 \text{ m-detik}$$

Dari Ulrich tab 4-10 hlm 132 kecepatan solid = (0,22-0,06)m/detik, karena kecepatan solid tidak memenuhi maka diambil kecepatan solid = 0.02 m/detik.

$$= \frac{4 \text{ m}}{0.02 \text{ m/detik}} = 200 \text{ detik}$$

Jadi dimensi rotary dryer :

$$\text{Panjang} = 4 \text{ m} = 9.8424 \text{ ft} = 157.5 \text{ in}$$

$$\text{Diameter} = 1 \text{ m} = 3.2808 \text{ ft} = 39.37 \text{ in}$$

Menentukan Tebal Shell

Rotary dryer bekerja pada tekanan 1 atm = 14.7 psia

$$t_s = \frac{P \times D}{2 \times (F \cdot E - 0,6)} + C$$

Dimana :

t_s = tebal shell yang dikehendaki

D = diameter rotary dryer = 3.2808 ft

P = tekanan operasi = 1 = 4,7psia = 0 psig

F = stress maksimum yang diijinkan = 14.7000 lb/in²

E = faktor pengelasan = 0.8

C = faktor korosi = 1/16

Perencanaan :

Bahan konstruksi shell dryer : High alloy stell SA-240 Grade O type 405

tekanan : 14.7 psia

$$t_s = \frac{14,7 \times 9,8424 \times 12}{(2 \times 14.700 \text{ lb/in}^2/\text{lb}) - 0,6} \quad 16$$

$$= 0.0590556 \times \frac{16}{16}$$

$$= \frac{0.9449}{16} \text{ in menjadi } \frac{3}{16} \text{ in}$$

tebal shell rotary dryer adalah 3/16 in

Perhitungan Putaran Rotary Dryer

$$\text{Persamaan : } N = \frac{V}{\pi \times D}$$

Dimana : N = Jumlah Putaran rotary dryer (rpm)
 V = Kecepatan perphetal (ft/menit)
 D = Diameter Dryer (ft)

Dari Perry ed 7. hal 12-56, diketahui kecepatan periphetal rotary dryer (30-150) ft/menit dan diambil $V = 80$ ft/menit

Sehingga :

$$N = \frac{80}{3.14 \times 3.2808} = 7.7656995 \text{ rpm}$$

$$N \times D = 7.7657 \times 3.2808 = 25.4777 \text{ (memenuhi)}$$

Dari Perry ed.3 hal 20-83 diketahui $N \times D = 25 - 30$, sehingga perhitungan diatas memenuhi.

Menentukan Slope Rotary Dryer

Persamaan untuk aliran counter current :

$$\Theta = \frac{0,23 \times L}{S \times N^{0,9} \times D} \times 0,6 \times \frac{B \times L \times G}{F}$$

Dimana :

Θ = Waktu tinggal

- . = Panjang Dryer
-) = Diameter Dryer (ft)
-) = Slope
- N = Perputaran Dryer
- B = Konstanta beban material
- = Kecepatan umpan (lb/jam.ft²)
- G = Kecepatan massa udara (lb/jam .ft²)

Menghitung waktu tinggal

$$\text{Waktu tinggal} = \frac{\text{hold up}}{\text{rate feed}}$$

$$\text{Volume dryer} = \frac{\text{volume bahan}}{15\%} = \frac{0.51400118 \text{ m}^3}{0.15} = 3.427 \text{ m}^3 = 121.01121 \text{ ft}^3$$

Dari perry ed. 6, ditentukan hold up sebesar = 3% - 15% volume dryer,
digunakan hold up = 15% volume dryer

$$\text{Maka, Volume Dryer} = 15\% \cdot 121.0112135 \text{ ft}^3 = 18.151682 \text{ ft}^3$$

$$\text{Rate feed} = \frac{\text{rate bahan}}{\rho} = \frac{2239.300404 \text{ lb/jam}}{61.683 \text{ lb/ft}^3} = 36.3 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\text{Waktu tinggal} = \frac{18.15168202}{36.30336404} = 0.5 \text{ jam} = 1800 \text{ detik} \\ = 30 \text{ menit}$$

Konstanta beban material :

$$B = \frac{5}{D_p^{0.5}}$$

$$\text{Dimana } D_p = 0.0003 \text{ ft} = 0,000091 \text{ m} = 91.4411 \text{ mikron}$$

$$= \frac{5}{(91,4411)^{0.5}} = 0.522877$$

Menghitung kecepatan umpan (F)

$$= \frac{\text{rate aliran umpan}}{1/4 \times D^2} = \frac{2,239.3004 \text{ lb/jam}}{1/4 \times (3)^2} = 995.24462 \text{ lb/ft}^3 \cdot \text{jam}$$

sehingga :

$$30 \text{ menit} = \frac{0,23 \times 13.123 \text{ ft}}{S \times (7.7657)^{0.9}} + \frac{0,6 \times 0.523 \times 13 \text{ ft} \times 400 \text{ lb/ft}^3 \cdot \text{jam}}{995.244624 \text{ lb/ft}^3 \cdot \text{jam}} \times 3.2808 \text{ ft}$$

$$30 \text{ menit} = \frac{3.018336}{S \times 23.17} + 1.6547044$$

$$695.09011 S = 4.673040441$$

$$S = 0.006722928$$

$$\text{Jadi slope} = 0.0067$$

$$\alpha = \text{tg}^{-1}(0.0067) = 0.3838^\circ = 1^\circ$$

Dari Perry. Ed.5 hal 20-36, diperoleh harga slope 0-1 sehingga perhitungan diatas memenuhi.

Menghitung Dimensi Hopper

$$\text{Laju umpan} = 2,239.3004 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas campuran} = 61.683$$

$$\text{Rate Volumetrik} = \frac{2239.3 \text{ lb/jam}}{61.683 \text{ lb/ft}^3} = 36.303364 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\text{Asumsi waktu tinggal} = 50 \text{ detik}$$

$$\text{Volume} = \frac{36.303364}{\text{jam}} \times \frac{1 \text{ jam}}{3600 \text{ detik}} \times 50 \text{ detik} = 0.50421 \text{ ft}^3$$

faktor keamanan = 20 %

$$\text{kapasitas total} = 1.2 \times 0.504213389 \text{ ft}^3 = 0.605 \text{ ft}^3$$

Direncanakan corong berbentuk kerucut terpancung dengan ketentuan :

$$D_{\text{luar}} = 2 \text{ ft dan } D_{\text{dalam}} = 0,5 \text{ ft maka :}$$

$$V = \frac{1}{3} \times r^2 \times t$$

$$0.6051 \text{ ft}^3 = \frac{1}{3} \times (2^2 - 0,5^2) \times t$$

$$0.6051 \text{ ft}^3 = 1.24875 t$$

$$t = 0.484529 \text{ ft} = 5.814 \text{ in}$$

Menghitung sudu - sudu (flight)

Dari Perry edisi 6 hlm 20-33 diketahui :

$$\text{Jumlah flight (n)} = (0,6-1) D$$

$$\text{Tinggi radial fligh} = (1/2 - 1/8) D$$

maka ditetapkan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah flight} = 1 D$$

$$= 1 \times 3.2808 = 3.281 = 3 \text{ buah}$$

$$\text{Tinggi radial fligh} = 1/12 \times D$$

$$= 1/12 \times 3.2808 = 0.273 \text{ ft} = 3.2795 \text{ in}$$

$$\text{Jarak antara sudu-sudu (L)} = D \cdot \sin 1/2 \beta$$

Dimana : L = Jarak antara sudu-sudu (ft)

$$\beta = \text{Sudut apit fisik pusat} = \frac{360^\circ}{\text{Jumlah flight}} = \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$$

$$D = \text{Diameter dryer (ft)}$$

Maka :

$$L = 3.27948768 \sin (1/2 \cdot 90) = 2.319 \text{ ft} = 27.827 \text{ in}$$

Perancangan Penggerak Rotary Dryer

Untuk menggerakkan rotary dryer digunakan gear drive, yaitu suatu roda gigi yang digerakkan oleh pinion, sedangkan pinionnya sendiri digerakkan oleh motor.

Hubungan antara pitch dan circular pitch pada drive gear adalah :

$$Dg = \frac{Ng \times Pc}{\pi} \quad (\text{Hesse, pers. 15-1, hal 420})$$

Dimana :

Dg = Diameter pitch

Pc = Circular pitch

$$Dg = \frac{Ng}{Pc} \quad (\text{Hesse, pers. 15-2, hal 420})$$

Hubungan antara circular pitch dan diameter adalah :

$$Pc \cdot Pd = \pi \quad (\text{Hesse, pers. 15-3, hal 420})$$

$$\text{Range circular pitch} = 1 \frac{3}{4} - 2 \text{ in} \quad (\text{Hesse, pers. 15-2, hal 420})$$

$$\text{Ditentukan} = Pc = \text{in}$$

$$\text{Maka : } Pd = \frac{\pi}{2} = 1.57 \text{ in} = 0.131 \text{ ft}$$

$$\text{Ditetapkan } Dg = 10 \text{ ft} = 120 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah gigi gear} &= Ng = \frac{Dg}{Pd} \\ &= \frac{120 \text{ in}}{1.57 \text{ in}} = 188 \approx 189 \text{ Buah} \end{aligned}$$

Menentukan Jumlah Gigi Pinion dan Putaran Drive Gear

Jumlah gigi penggerak

$$Np = \text{putar } 1/5 \times Ng$$

$$Np = 1/5 \times 189 \text{ buah} = 37.8 \approx 38 \text{ buah}$$

Diameter gigi penggerak

$$D_p = \frac{N_p \times P_c}{\pi} = \frac{38 \times 2}{3.14} = 24.2 \text{ in} = 2.02 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan gear drive} &= (D_g/D_p) \times \text{putaran rotary dryer} \\ &= (120/24,2) \times 7.766 \text{ rpm} = 38.51 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Tentukan Pitch Line Velocity Gear Dan Pinion

Untuk pitch velocity gear

$$V_m = \frac{\pi \times D_g \times \text{rpm}}{12}$$

$$\text{Sedangkan } D_g = \frac{N_g}{P_d}$$

$$V_m = \frac{\pi \times 120 \times 7.766}{12} = 243.84297 \text{ ft/menit}$$

Untuk Pitch line velocity pinion

$$V_m = \frac{\pi \times D_p \times \text{rpm}}{12} = \frac{\pi \times 24.2 \times 38.51}{12} = 243.84 \text{ ft/menit}$$

Menghitung safe Strength Gear Dan Pinion

Persamaan :

$$F_s = \frac{S \times k \times b \times y}{P_d} \quad (\text{Hesse, tabel 15.15, hal.431})$$

Dimana :

F_s = safe strength

S = Allowable stress

k = faktor kecepatan

b = lebar permukaan gigi

y = faktor permukaan gigi

P_d = rasio jumlah gigi depan pitch diameter

Bahan yang digunakan : cast iron

$$S = 8000 \text{ psi} \quad (\text{Hesse, tabel 15.1,hal.430})$$

Untuk metallic gearing dengan pitch line velocity (V_m), lebih kecil dari 100 rpm, mempunyai faktor kecepatan :

$$K = \frac{600}{(600+V_m)} \quad (\text{Hesse, tabel 15.13,hal.431})$$

$$K = \frac{600}{(600 + 243.8440624)} = 0.7110318$$

Lebar permukaan gear (b) :

$$\text{Harga } b = 9,5/P_d \text{ sampai } 12,5/P_d \quad (\text{Hesse, hal 431})$$

Menentukan faktor permukaan gigi

$$\text{Digunakan} = 14 \frac{1}{2} \text{ involute} \quad (\text{Hesse, hal.430})$$

$$\text{Untuk pinion dengan jumlah gigi} = 38 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} Y &= 0.39 - 2,15/N \\ &= 0.39 - 2,15/189 \\ &= 0.3334 \end{aligned}$$

$$\text{Untuk gear dengan jumlah gigi} = 189 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} Y &= 0.39 - 2,15/N \\ &= 0.39 - 2,15/189 \quad 189 \\ &= 0.3786 \end{aligned}$$

Jadi safe strenght (F_s)

$$\begin{aligned} \text{Pinion, } F_s &= \frac{8000 \times 0.7110318 \times \left(\frac{12.5}{1.57}\right) \times 0.3}{1.57} \\ &= 9617.609837 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear, } F_s &= \frac{8000 \times 0.7110318 \times \left(\frac{12.5}{1.57}\right) \times 0.4}{1.57} \\ &= 10921.49695 \text{ lb} \end{aligned}$$

Menentukan tenaga yang ditransmisikan oleh gear drive ke pinion.

Persamaan :

$$p = \frac{F_s \times V_m}{33000}$$

Untuk pinion

$$Hp = \frac{9617.609837 \times 243.84406}{33000} = 71.066577 \approx 72 \text{ Hp}$$

Untuk gear

$$\frac{10921.49695 \times 243.84406}{33000} = 80.701278 \approx 81 \text{ Hp}$$

Menentukan Batas Pemakaian Muatan Gear Drive

Untuk menentukan apakah beban total yang diterima oleh gear drive pada rotary dryer ini memenuhi atau tidak, maka perlu diperhitungkan batas pemakaian muatan gear drive terlebih dahulu.

$$F_w = D_p \times b \times Q \times W$$

(Hesse, pers. 15-16, hal 432)

Dimana :

F_w = Batas beban (lb)

D_p = Diameter pinion (in)

b = lebar permukaan gear (in)

W = Konstanta kombinasi material (psi)

Untuk cast iron pinion dan gear, $W = 190$

(Hesse, pers. 15-2, hal 432)

Faktor perbandingan kecepatan :

$$Q = \frac{2N_g}{N_g + N_p}$$

(Hesse, pers. 15-17, hal 432)

$$Q = \frac{2 \times 189}{189 + 38} = 1.6652$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 F_w &= 24,2 \text{ in} \times (12,5/1,57) \text{ in} \times 1,6652 \times 190 \text{ psi} \\
 &= 24.2 \times 7.96 \text{ in} \times 1.6652 \times 190 \\
 &= 60946.389 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Jadi beban maksimum yang diijinkan adalah = 60946.389 lb

Menghitung Berat Beban Total

Berat silinder (w_1)

$$W_1 = \pi/4 \times (D_o^2 - D^2) \times L \times \rho$$

$$D_o = D_i + 2 \text{ ts}$$

$$= (3.2795 \times 12) + (2 \times 3/16) = 39.729 \text{ in} = 3.311 \text{ ft}$$

$$\rho \text{ Stainless steel} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned}
 w_1 &= \pi/4 \times (3,3107 - 3,2808^2) \text{ ft}^2 \times 13,1232 \text{ ft} \times 489 \text{ lb/ft}^3 \\
 &= 0.785 \times (10.96098399 - 10.76) \times 9.8424 \times 489 \\
 &= 0.785 \times 0.197335346 \times 9.8424 \times 489 \\
 &= 745.5631042 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Berat flight (w_2)

$$w_2 = n \times L \times H \times t \times \rho$$

Dimana :

$$n = \text{Jumlah flight} = 3 \text{ buah}$$

$$H = \text{Tinggi flight} = 0.273 \text{ ft}$$

$$L = \text{panjang flight} = 2.319 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal flight, ditetapkan } 0,25 \text{ in} = 0,0208 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{Densitas stainless steel} = 489 \text{ lb/ft}^3 \text{ (perry, edisi.6 tabel 3-118, hal.3-95)}$$

$$w_2 = 3 \times 2.3189 \times 0.2732906 \times 0.0208 \times 489$$

$$w_2 = 19.3377102 \text{ lb}$$

Berat gear (w_3)

$$w_3 = \pi/4 \times (D_g^2 - D^2) \times b \times \rho$$

Dimana :

$$D_g = \text{Diameter gear} = 10 \text{ ft} = 120 \text{ in}$$

$$D_o = \text{Diameter luas gear} = 3.311 \text{ ft}$$

$$b = \text{lebar permukaan gear} = 7.962 \text{ in} = 0.6635 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{Densitas cast iron} = 450 \text{ lb/ft}^3 \text{ (perry, ed.6 tabel 3-118, hal .3-95)}$$

$$\begin{aligned} w_3 &= \pi/4 \times (10^2 - 3,3107^2) \text{ft}^2 \times 0,6635 \text{ ft} \times 450 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 0.785 \times 89.03902 \times 0.6635 \times 450 \\ &= 20869 \text{ lb} \end{aligned}$$

Berat umpan (W_4)

$$\begin{aligned} w_4 &= \text{Berat umpan masuk rotary dryer} \\ &= 1,119.6502 \text{ lb} \end{aligned}$$

Berat Material (W^5)

$$w_5 = 2 \times \pi/4 \times (D_r^2 - D^2) \times b \times \rho$$

$$\text{Dimana : } D_r = D_g = \text{Diameter dinding ring} = 10 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} w_5 &= 2 \times 0.785 \times (10^2 - 3.311^2) \text{ft}^2 \times 0.664 \times 450 \\ &= 1.57 \times 89.04 \text{ ft}^2 \times 0.664 \text{ ft} \times 450 \text{ ft} \\ &= 41738.174 \end{aligned}$$

Maka W total =

$$\begin{aligned} W \text{ total} &= W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 \\ &= 745.5631 + 19.3377 + 20869 + 1119.65 + 41738 \\ &= 64491.812 \text{ lb} \end{aligned}$$

g. Menentukan Tenaga Yang Diperlukan Untuk Memutar Rotary Dryer

$$H_p = \frac{N \times [(4,75 \times D_o \times W) + (0,1925 \times D \times W_t) + (0,33 \times W_t)]}{100,000}$$

Dimana :

$$N = \text{Putaran rotary dryer} = 7.766 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned}
 W &= \text{berat umpan} = 1.119.6502 \text{ lb} \\
 D &= \text{diameter riding ring} = 10 \text{ ft} \\
 W_t &= \text{berat total} = 64491.812 \text{ lb} \\
 D_o &= \text{Diameter luar shell} = 3.311 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 H_p &= N \times \frac{[(4,75 \times 3,3107 \times 1119,6502) + (0,1925 \times 10 \times 64491,812) + (0,33 \times 64491,812)]}{100,000} \\
 &= \frac{7.7657 (17607.62353 + 124146.74 + 21282.29797)}{100,000} \\
 &= \frac{7.7657 \times 163036.6596}{100,000} \\
 &= 12.660937 \text{ Hp} \approx 13 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

Menentukan Putaran pada Reducer

$$\begin{aligned}
 \text{Putaran gear drive} &= 38.50777 \text{ rpm} \\
 \text{Dipilih motor dengan putaran} &= 200 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung putaran reducer, digunakan persamaan :

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_1}{N_3}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 i &= \text{perbandingan putaran} \\
 N_1 &= \text{putaran motor} \\
 N_2 &= \text{putaran reducer} \\
 N_3 &= \text{putaran gear drive}
 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 (N_2)^2 &= N_1 \times N_3 \\
 &= 200 \times 38.507774 \\
 &= 7701.554848 \\
 N_2 &= 87.758503 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

naka :

$$i = \frac{200}{87.7585} = 2.2789814 \text{ rpm}$$

3. Perancangan Poros Penyangga dan Roll Supporting

Dalam perancangan ini digunakan 4 buah Roll supporting dengan 4 buah poros dengan suhu 30° .

Berat beban total = 64491.8120 lb, sehingga tiap penyangga menerima vertical

(p) sebesar :

$$P = \frac{W}{a}$$

Dimana :

W = berat beban total

$$a = \frac{L}{5} = \frac{9.8424}{5} = 1.96848 \text{ ft}$$

$$P = \frac{64491.8120 \text{ lb}}{1.9685 \text{ ft}} = 32762.239 \text{ lb/ft}$$

Sedangkan beban yang diterima roll suport (P1) adalah =

$$P/P1 = \cos 30^\circ$$

$$P1 = \frac{32762.239 \text{ lb/ft}}{\cos 30^\circ} = 37831.68464 \text{ lb/ft}$$

Direncanakan jenis poros support dibuat dari bahan forged or hot-rolled steel (20% carbon content), maka harga ultimate tensile = 65000 psi (*Hesse, hal 467*)

Poros support tidak berputar, hanya roll support yang berputar

Untuk menentukan diameter poros, maka berlaku persamaan :

$$D = \left[\frac{5,09}{S} x [(KxT)^2 + (BxM)^2]^{1/2} \right]^{1/2} \quad (\text{pers. 16-5, Hesse, hal 467})$$

Dimana :

D = Diameter poros (in)

T = Torque = 0

K = faktor kelebihan beban tiba-tiba = 1 (Hesse, hal 467)

M = momen (lb)

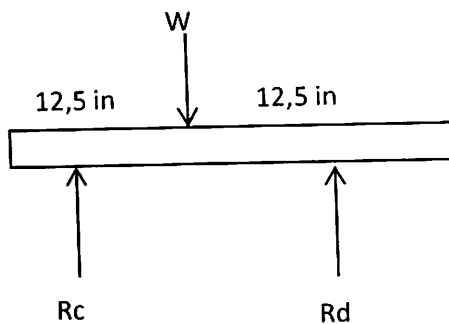
B = faktor momen = 1,5 - 3 (Hesse, hal 467)

S = stress yang diijinkan

= 75% x 6500 (Hesse, hal 467)

= 48750 psi

Ditetapkan panjang poros = 25 in



$$R_c + R_d = W$$

$$R_c = R_d = W/2 = \frac{64491.812 \text{ lb}}{2} = 32245.90601 \text{ lb}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen terbesar ada ditengah} &= 0,5 L \times 0,5 W \\ &= 0,5 (9.8424 \text{ ft}) \times 0,5 (64491.812 \text{ lb}) \\ &= 158688.5527 \text{ lb} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} D &= \left[\frac{5,09}{48750 \text{ psi}} \times \left[\left((1 \times 0)^2 + (1,75 \times 3797923,77 \text{ lb})^2 \right)^{1/2} \right] \right]^{1/3} \\ D &= \left[0.0001044 \times (14164906920)^{1/2} \right]^{1/3} \\ &= (0.0001044 \times 119016)^{1/3} \end{aligned}$$

$$= 2.31429415 \text{ in} = 0.1928578 \text{ ft}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh ukuran sebagai berikut :

- Diameter poros = 2.314294154 in = 0.193 ft
- Panjang poros = 25 in = 2.083 ft
- Bahan konstruksi forget or hot-rolled steel (20% carbon content)
- Densitas stainless steel $\rho = 489 \text{ lb/ft}^3$
- Berat poros = $\pi/4 \times D^2 \times L \times \rho$
 $= \pi/4 \times (0.193)^2 \times 2.0833 \text{ ft} \times 489 \text{ lb/ft}^3$
 $= 29.7448582 \text{ lb}$

a. Menghitung Berat Roll Support

Direncanakan :

Bahan = Cast Iron

$$\text{Diameter luar} = D_o = 5 \text{ in} = 0.417 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter dalam} = D_i &= D_o - 2t_s \\ &= 5 - 2(3/16) \\ &= 4.625 \text{ in} = 0.385 \text{ ft} \end{aligned}$$

Lebar roll support = lebar riding ring

$$b = 7.9618 \text{ in} = 0.663483333 \text{ ft}$$

$$\text{Densitas cast iron} = 450 \text{ lb/ft}^3 \quad (\text{perry, ed 6 tabel 3-118, hal 3-95})$$

$$\begin{aligned} \text{Berat roll support} &= \pi/4 \times b \times (D_o^2 - D_i^2) \times \rho \\ &= \pi/4 \times 0,6635 \text{ ft} \times (0,8333^2 - 0,8021^2) \text{ ft}^2 \times 450 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 0.520834417 \text{ ft} \times (0.025) \text{ ft}^2 \times 450 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 5.874646008 \text{ lb} \end{aligned}$$

b. Menghitung Bearing dan Housting

Fungsi Bearing atau bantalan adalah menumpu poros dan roll supporting.

Direncanakan bearing jenis roll :

- Beban yang di terima roll = 37831.68464 lb
- Beban poros = 29.7448582 lb

$$\begin{aligned}
 - \text{ Berat roll support} &= \frac{5.874646008 \text{ lb}}{+} \\
 - \text{ Total} &= 37867.30414 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Digunakan 2 buah Bearing, maka setiap bearing menerima beban sebesar

$$= \frac{37867.3041}{2} = 18933.65207 \text{ lb}$$

Tiap penyangga menahan 1/4 beban total, yaitu :

$$\begin{aligned}
 &= 1/4 \times 64491.81202 \text{ lb} \\
 &= 16122.95301 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Pemilih Bearing :

$$P_t = \frac{P_r}{K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + k_5}$$

Dimana :

$$P_t = \text{Radial load (lb)}$$

$$P_r = \text{Radial load yang sesungguhnya} = 37867.30414 \text{ lb}$$

$$K_1 = \frac{P_r}{P_r + P_a} = \frac{P_r}{P_r + 0} = 1$$

$$K_2 = \text{Faktor yang menyangkut umur Bearing} = 0.7863$$

$$\begin{aligned}
 K_3 &= \text{Faktor kecepatan putaran} = \left(\frac{400}{7.766} \right)^{1/2} \\
 &= 7.177
 \end{aligned}$$

$$k_4 = \text{Faktor rotasi} = 1$$

$$k_5 = \text{Faktor impact load, untuk beban konstan dan tetap, } k = 1$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 P_t &= \frac{37867.30414 \text{ lb}}{1 \times 0.7863 \times 7.177 \times 1 \times 1} \\
 &= 6710.2146 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Pemilihan Bearing :

Dari Hesse hal 498 diperoleh type Cylindrical Roller Single Row dengan harga yang mendekati

$$D = 7.25 \text{ in} = 18.415 \text{ cm} = 0.18415 \text{ m}$$

$$L = 6.417 \text{ in} = 16.29918 \text{ cm} = 0.1629918 \text{ m}$$

Pemilihan Hosing :

Dari Hesse hal 490 diperoleh :

Type : Plummer Blacks (SN - 522)

$$D = 4 \text{ in} = 10.16 \text{ cm} = 0.102 \text{ m}$$

$$L = 9.25 \text{ in} = 23.495 \text{ cm} = 0.23495 \text{ m}$$

4. Perancangan Sistem Podasi Tanpa Tulang

- Beton = 140 lb/ft^3 (Dirjen Bina Marga dan tenaga kerja)
- Tegangan beton yang diijinkan tanpa penulangan 6 kg/m^2 (peraturan beton Indonesia, 1971, hal 105)
- Direncanakan sistem konstruksi pondasi beton, campuran beton terdiri dari perbandingan semen : kerikil : pasir = 1 : 2 : 3 (Van Denicum teknik sipil oleh Ir. Imam S)
- Diasumsikan kondisi tanah adalah alluvial soil dengan tegangan yang diijinkan : $0,5 \text{ s/d } 1 \text{ ton/ft}^2$ (Hesse, hal 327)

Untuk itu diadakan perbaikan dengan cara tanah yang sudah digali selanjutnya dilapisi

dengan :

- pasir kasar 8 in
- Pacahan bati kali 6 in
- Kerikil/pasir sampai rata, kemudian disiram dengan air dan dipadatkan sebagai dasar perhitungan disesuaikan dengan pondasi yang tahan terhadap getaran.

Perancangan :

- Bentuk pondasi limas terpacung dengan ukuran :
 - Jumlah pondasi = 3 buah yang dianggap sama besar
 - Luas atas = 3 ft x 8 ft = 24 ft^2
 - Luas bawah = 6 ft x 10 ft = 60 ft^2
 - Tinggi = 1 ft

Volume pondasi

$$\begin{aligned}
 V &= 1/3 \times t \times \left[(a + b) + (a + b)^{1/2} \right] \\
 &= 1/3 \times 1 \times \left[(20 + 60) + (24 + 60)^{1/2} \right] \\
 V &= 31.055 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

Berat pondasi

$$\begin{aligned}
 W &= V \times \rho \text{ beton} \\
 W &= 31.055 \text{ ft}^3 \times 140 \text{ lb/ft}^3 \\
 &= 4347.7 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Berat yang diterima tanah

$$\begin{aligned}
 P &= \text{Berat pondasi} + \text{Berat bearing} \\
 P &= (4347.7 + 37867.30414) \text{ lb} \\
 P &= 42215.0041 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Tegangan tanah karena beban

$$\tau = \frac{P}{F} < 1 \text{ ton/ft}^2$$

Dimana :

$$P = \text{Beban yang diterima tanah (lb)}$$

$$F = \text{Luas alat (ft}^2\text{)}$$

Sehingga :

$$\tau = \frac{42215.0041 \text{ lb}}{6 \text{ ft} \times 10 \text{ ft}} = 703.5834 \text{ lb/ft}^2$$

$$= 703.5834 \text{ lb/ft}^2 = 319.14543 \text{ kg/ft}^2 = 0.31915 \text{ ton/ft}^2$$

$$\text{Untuk 3 pondasi} = 3 \times 0.319154 \text{ ton/ft}^2 = 0.957 \text{ ton/ft}^2$$

Karena tegangan yang terjadi akibat kurang dari 1 ton/ft², maka ukuran pondasi tersebut dapat digunakan.

- Menentukan slope atau sudut pondasi yang diijinkan pada tegangan

$$\text{Lebar permukaan atas} = 3 \text{ ft}$$

$$\text{Lebar permukaan bawah} = 6 \text{ ft}$$

maka sudut pondasi :

$$D = \frac{a}{57} \sqrt{\tau}$$

$$D = \frac{a}{57} \sqrt{703,5834}$$

$$D = 0.465 a$$

$$\text{tg } \Theta = \frac{a}{D} = \frac{a}{0.465 a} = 2.149$$

Letak titik kekuatan pondasi terletak pada jarak 2 in diatas permukaan (Hesse, hal.336)

$$\text{Tinggi pondasi} = (1 \times 12) \text{ in} - 2 \text{ in} = 10 \text{ in}$$

$$\text{Slope} = \text{tg } \Theta = \frac{(10 - 8) \times 12}{10} = 2.4 < 2.4426 \text{ (memenuhi)}$$

Dari hasil perhitungan ternyata sudut pondasi cukup memenuhi syarat karena $\text{tg } \Theta$ yang terjadi lebih kecil dari $\text{tg } \Theta$ perhitungan

Perhitungan :

- Ketahanan pondasi terhadap moment akibat gaya horisontal yang terjadi pada bearing.
- Beban vertical, $P_1 = 37831.68464 \text{ lb/ft}$
- Beban horizontal, $P_2 = P_1 \sin 30^\circ$
 $= 18915.84232 \text{ lb}$
- Momen akibat gaya vertical
 $M_v = \sum P \times h$

Dimana :

$$\begin{aligned} \sum P &= \text{Beban yang diterima oleh suatu bearing} \\ &= \frac{18915.8423 \text{ lb}}{2} = 9457.921159 \text{ lb} \end{aligned}$$

2

Sehingga :

$$M_v = 9457.92116 \text{ lb} \times (3 \times 12)$$

$$= 340485.1617 \text{ lb}$$

Momen akibat gaya horizontal

$$M_h = P_2 \times h$$

$$= 18915.8423 \times (6 \times 12)$$

$$= 1361940.6470 \text{ lb}$$

Jadi ketahanan terhadap momen akibat gaya horizontal (M_h) cukup kuat karena momen horizontal (M_h) lebih besar dari momen vertikal (M_v).

LENSI ALAT :

a. Silinder (Shell)

Jenis	:	Silinder horisontal
Diameter	:	39.37 in = 40 in
Panjang	:	157.48 in = 158 in
Tebal	:	3/16 in
Kecepatan putar	:	7.7657 rpm
Waktu tinggal	:	0.5 Jam
Tenaga putar	:	13 Hp
Bahan konstruksi	:	High alloy steel SA-240 Grade O tipe 405
Jumlah	:	1 buah

b. Corong Pemasukan (Hopper)

Bentuk	:	Kerucut terpancung
Diameter luar	:	2 ft = 24 in
Diameter dalam	:	0.5 ft = 6 in
Tinggi	:	5.814 in = 6 in
Jumlah	:	1 buah

c. Sudu - sudu (flight)

Jenis	:	flight 90° lip flight
Jarak antar flight	:	27.83 in = 28 in
Tinggi	:	3.279 in = 3.5 in
Jumlah	:	3 buah

Roda Gigi (gear)

Jumlah gigi	:	189	buah
Diameter	:	120	in
Lebar permukaan	:	7.9618	in
Kecepatan putar	:	38.50777424	rpm
Bahan konstruksi	:	Cast iron	
Safe strength	:	10921.49695	lb
Pitch Line Velocity	:	243.8429651	ft/menit
Daya motor	:	81	Hp

Gigi Penggerak (Pinion)

Jumlah gigi	:	38	buah
Diameter	:	24.2	in
Lebar permukaan	:	7.9618	in
Bahan konstruksi	:	cast iron	
Safe strength	:	9617.609837	lb
Pitch Line Velocity	:	243.8440624	ft/menit
Daya motor	:	72	Hp

f. Poros Penyangga

Diameter	:	2.314294154 in =	2.4 in
Panjang	:	25	in
Bahan konstruksi	:	Forged or hot roller steell (20% Carbon content)	
Berat poros	:	29.7448582	lb
Jumlah	:	4	buah

g. Roll Supporting

Diameter	:	5	in
Lebar	:	7.9618	in = 8 in
Bahan konstruksi	:	cast iron	
erat Roll Supporting:	:	5.874646008	lb
Jumlah	:	4	buah

i. Bearing

Type	:	Cylindrical roller single row
Diameter	:	7.25 in = 7.5 in
Panjang	:	6.417 in = 6.5 in
Jumlah	:	2 buah

ii. Housing

Type	:	Pelumer black (SN-522)
Diameter	:	4 in
Panjang	:	9.25 in = 9.5 in
Jumlah	:	2 buah

j. Pondasi

Bentuk	:	limas terpancung
Bahan konstruksi	:	beton
Luas alas atas	:	(36 x 96) in
luas alas bawah	:	(72 x 120) in
Tinggi	:	1 ft = 12 in
Jumlah	:	3 buah

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

7.1. Instrumentasi

Pengoperasian suatu pabrik kimia harus memenuhi beberapa persyaratan yang ditetapkan dalam perancangannya. Persyaratan tersebut meliputi keselamatan, spesifikasi produk, peraturan mengenai lingkungan hidup, kendala operasional, dan factor ekonomi. Pemenuhan persyaratan tersebut berhadapan dengan keadaan lingkungan yang berubah-ubah, yang dapat mempengaruhi jalannya proses atau yang disebut *disturbance* (gangguan) (Stephanopoulos, 1984). Adanya gangguan tersebut menuntut penting dilakukannya pemantauan secara terus-menerus maupun pengendalian terhadap jalannya operasi suatu pabrik kimia untuk menjamin tercapainya tujuan operasi pabrik. Pengendalian atau pemantauan tersebut dilaksanakan melalui penggunaan peralatan dan *engineer* (sebagai operator terhadap peralatan tersebut) sehingga kedua unsur ini membentuk satu sistem kendali terhadap pabrik.

Instrumentasi adalah peralatan yang dipakai didalam suatu proses kontrol untuk mengatur jalannya suatu proses agar diperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan. Fungsi instrumentasi adalah sebagai pengontrol, penunjuk, pencatat dan pemberi tanda bahaya. Peralatan instrumentasi biasanya bekerja dengan tenaga mekanik atau tenaga listrik dan pengontrolannya dapat dilakukan secara manual atau otomatis. Penggunaan instrumen pada suatu peralatan proses tergantung pada pertimbangan ekonomi dan sistem peralatan itu sendiri. Pada pemakaian alat-alat instrumen juga harus ditentukan apakah alat-alat tersebut dipasang diatas papan instrumen dekat peralatan proses (kontrol manual) atau disatukan dalam suatu ruang kontrol yang dihubungkan dengan bangsal peralatan (kontrol otomatis) (Timmerhaus, 2004).

Variabel-variabel proses yang biasanya dikontrol/diukur oleh instrumen adalah:

1. Variabel utama, seperti temperatur, tekanan, laju alir dan level cairan.
2. Variabel tambahan, seperti densitas, viskositas, panas spesifik, konduktivitas, pH, humiditas, titik embun, komposisi kimia, kandungan kelembaban, dan variabel lainnya.

Pada dasarnya sistem pengendalian diri terdiri dari:

1. Elemen perasa/*sensing* (Primary Element)

Elemen yang merasakan (menunjukkan) adanya perubahan dari harga variabel yang diukur.

2. Elemen pengukur (Measuring Element)

Elemen pengukur adalah suatu elemen yang sensitif terhadap adanya perubahan temperatur, tekanan, laju aliran, maupun tinggi fluida. Perubahan merupakan sinyal dari proses dan disampaikan oleh elemen pengukur ke elemen pengontrol.

3. Elemen pengontrol (Controlling Element)

Elemen pengontrol yang menerima sinyal kemudian akan segera mengatur perubahan-perubahan proses tersebut sama dengan nilai set point (nilai yang diinginkan). Dengan demikian elemen ini dapat segera memperkecil atau meniadakan penyimpangan yang terjadi.

4. Elemen pengontrol akhir (Final Control Element)

Elemen ini merupakan elemen yang akan mengubah masukan yang keluar dari elemen pengontrol ke dalam proses sehingga variabel yang diukur tetap berada dalam batas yang diinginkan dan merupakan hasil yang dikehendaki.

Pengendalian peralatan instrumentasi dapat dilakukan secara otomatis dan semi otomatis. Pengendalian secara otomatis adalah pengendalian yang dilakukan dengan mengatur instrumen dengan kondisi tertentu, bila terjadi penyimpangan variabel yang dikontrol maka instrument akan bekerja sendiri untuk mengembalikan variabel pada kondisi semula, instrumen ini bekerja sebagai controller. Pengendalian secara semi otomatis adalah pengendalian yang mencatat perubahan-perubahan yang terjadi pada variabel yang dikontrol. Untuk mengubah variabel-variabel ke nilai yang diinginkan dilakukan secara manual, instrumen ini bekerja sebagai pencatat (recorder).

Factor-faktor yang perlu diperhatikan dalam instrumen-instrumen adalah:

1. *Range* yang diperlukan untuk pengukuran
2. *Level* instrumentasi
3. Ketelitian yang dibutuhkan
4. Bahan konstruksinya
5. Pengaruh pemasangan instrumentasi pada kondisi proses

Alat-alat kontrol yang biasa dipakai pada peralatan proses antara lain:

1. *Temperature controller* (TC)

Adalah alat/instrumen yang digunakan sebagai alat pengatur suhu atau pengatur sinyal mekanis atau listrik. Pengaturan temperatur dilakukan dengan mengatur jumlah material proses yang harus ditambahkan/dikeluarkan dari dalam suatu proses yang sedang bekerja.

Prinsip kerja:

Rate fluida masuk atau keluar alat dikontrol oleh *diafragma valve*. *Rate* fluida ini memberikan sinyal kepada TC untuk mendeteksi dan mengukur suhu system pada *set point*.

2. *Pressure Controller (PC)*

Adalah alat/instrumentasi yang dapat digunakan sebagai alat pengatur tekanan atau pengukur tekanan atau pengubah sinyal dalam bentuk gas menjadi sinyal mekanis. Pengatur tekanan dapat dilakukan dengan mengatur jumlah uap/gas yang keluar dari suatu alat dimana tekanannya ingin dideteksi.

Prinsip kerja:

Pressure Controller (PC) akibat tekanan uap keluar akan membuka/menutup *diafragma valve*. Kemudian *valve* memberikan sinyal kepada PC untuk mengukur dan mengeteksi tekanan pada *set point*.

3. *Flow Controller (FC)*

Adalah alat/instrumen yang bisa digunakan untuk mengatur kecepatan aliran fluida dalam pipa *line* atau unit proses lainnya. Pengukuran kecepatan aliran fluida dalam pipa biasanya diatur dengan mengatur *output* dari alat, yang mengakibatkan fluida mengalir dalam pipa *line*.

Prinsip kerja:

Kecepatan aliran diatur oleh *regulating valve* dengan mengubah tekanan *discharge* dari pompa. Tekanan *discharge* pompa melakukan bukaan/tutupan *valve* dan FC menerima sinyal untuk mendeteksi dan mengukur kecepatan aliran pada *set point*.

4. *Level Controller (LC)*

Adalah alat/instrumen yang dipakai untuk mengatur ketinggian (level) cairan dalam suatu alat dimana cairan tersebut bekerja. Pengukuran tinggi permukaan cairan dilakukan dengan operasi dari sebuah *control valve*, yaitu dengan mengatur *rate* cairan masuk atau keluar proses.

Prinsip kerja:

Jumlah aliran fluida diatur oleh *control valve*. Kemudian *rate* fluida melalui *valve* ini akan memberikan sinyal kepada LC untuk mendeteksi tinggi permukaan pada *set point*.

Hal-hal yang diharapkan dari pemakaian alat-alat instrumentasi adalah:

- a. Kualitas produk dapat diperoleh sesuai dengan yang diinginkan
- b. Pengoperasian sistem perlatan lebih mudah
- c. Sistem kerja lebih efisien
- d. Penyimpangan yang mungkin terjadi dapat diketahui dengan cepat

Beberapa syarat penting yang harus diperhatikan dalam perancangan pabrik antara lain:

1. Tidak boleh terjadi konflik antar unit, dimana terdapat dua pengendali pada satu aliran.
2. Penggunaan *Supervisory computer control* untuk mengkoordinasikan tiap unit pengendali.
3. *Control valve* yang digunakan sebagai elemen pengendali akhir memiliki *opening position* 70%.
4. Dilakukan pemasangan *check valve* pada pompa dengan tujuan untuk menghindari fluida kembali ke aliran sebelumnya. *Check valve* yang dipasangkan pada pipa tidak boleh lebih dari satu dalam *one dependent line*. Pemasangan *check valve* diletakkan setelah pompa.
5. Seluruh pompa yang digunakan dalam proses diletakkan di permukaan tanah dengan pertimbangan syarat *safety* dari kebocoran.
6. Pada perpipaan yang dekat dengan alat utama dipasang *flange* dengan tujuan untuk mempermudah pada saat *maintenance*.

7.2. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan bagian dari kelangsungan produksi pabrik, oleh karena itu aspek ini harus diperhatikan secara serius dan terpadu. Untuk maksud tersebut perlu diperhatikan cara pengendalian keselamatan kerja dan keamanan pabrik pada saat perancangan dan saat pabrik beroperasi.

Statistik menunjukkan bahwa angka kecelakaan rata-rata dalam pabrik kimia relatif tidak terlalu tinggi. Tetapi situasi beresiko memiliki bentuk khusus, misalnya reaksi kimia yang berlangsung tanpa terlihat dan hanya dapat diamati dan dikendalikan

berdasarkan akibat yang akan ditimbulkannya. Kesalahan-kesalahan dalam hal ini dapat mengakibatkan kejadian yang fatal.

Sebagai pedoman pokok dalam usaha penanggulangan masalah kerja, pemerintah Republik Indonesia telah mengeluarkan undang-undang keselamatan kerja No 1 Tanggal 12 Januari 1970. Semakin tinggi tingkat keselamatan kerja dari suatu pabrik maka makin meningkat pula aktivitas kerja para karyawan. Hal ini disebabkan oleh keselamatan kerja yang sudah terjamin dan suasana kerja yang menyenangkan.

Untuk mencapai hal tersebut adalah menjadi tanggung jawab dan kewajiban para perancang untuk merencanakannya. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan pabrik untuk menjamin adanya keselamatan kerja adalah sebagai berikut:

1. Penanganan dan pengangkutan bahan harus seminimal mungkin.
2. Adanya penerangan yang cukup dan sistem pertukaran udara yang baik.
3. Jarak antar mesin dan peralatan lain cukup luas.
4. Setiap ruang gerak harus aman dan tidak licin.
5. Setiap mesin dan peralatan lainnya harus dilengkapi alat pencegah kebakaran.
6. Tanda-tanda pengaman harus dipasang pada setiap tempat yang berbahaya.
7. Penyediaan fasilitas pengungsian bila terjadi kebakaran.

Pada pra rancangan pabrik pembuatan Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida, usaha-usaha pencegahan terhadap bahaya-bahaya yang mungkin terjadi dilakukan dengan cara:

1. Pencegahan terhadap kebakaran
 - a. Memasang sistem alarm pada tempat yang strategis dan penting, seperti *power station*, laboratorium dan ruang proses.
 - b. Mobil pemadam kebakaran harus selalu dalam keadaan siap siaga di *fire station*.
 - c. *Fire hydrant* ditempatkan didaerah *storage*, proses dan perkanroran.
 - d. *Fire extinguisher* disediakan pada bangunan pabrik untuk memadamkan api yang relative kecil.
 - e. *Gas detector* dipasang pada daerah proses, *storage*, dan daerah perpipaan dan dihubungkan dengan *gas alarm* di ruang kontrol untuk mendeteksi kebocoran gas.
 - f. *Smoke detector* ditempatkan pada setiap sub-stasiun listrik untuk mendeteksi kebakaran melalui asapnya.

2. Memakai peralatan perlindungan diri

Di dalam pabrik disediakan peralatan perlindungan diri, seperti:

a. Pakaian kerja

Pakaian luar dibuat dari bahan-bahan seperti katun, wol, serat, sintetis dan asbes. Pada musim panas sekalipun tidak diperkenankan bekerja dengan badan atas terbuka.

b. Sepatu pengaman

Sepatu harus kuat dan harus dapat melindungi kaki dari bahan kimia dan panas. Sepatu pengaman bertutup baja dapat melindungi kaki dari bahaya terjepit. Sepatu setengah tertutup atau bot dapat dipakai tergantung pada jenis pekerjaan yang dilakukan.

c. Topi pengaman

Topi yang lembut baik dari plastik maupun dari kulit memberikan perlindungan terhadap percikan-percikan bahan kimia, terutama apabila bekerja dengan pipa-pipa yang letaknya lebih tinggi dari kepala, maupun tangki-tangki serta peralatan lain yang dapat bocor.

d. Sarung tangan

Dalam menangani beberapa bahan kimia yang bersifat korosif, maka para operator diwajibkan menggunakan sarung tangan untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan.

e. Masker

Berguna untuk memberikan perlindungan terhadap debu-debu yang berbahaya ataupun uap bahan kimia agar tidak terhirup.

3. Pencegahan terhadap bahaya mekanis

a. Sistem ruang gerak karyawan dibuat cukup luas dan tidak menghambat kegiatan kerja karyawan.

b. Alat-alat dipasang dengan penahan yang cukup kuat.

c. Peralatan yang berbahaya seperti ketel uap bertekanan tinggi, reaktor bertekanan tinggi dan tangki gas bertekanan tinggi, harus diberi pagar pengaman.

4. Pencegahan terhadap bahaya listrik

a. Setiap instalasi dan alat-alat listrik harus diamankan dengan pemakaian sikring atau pemutus hubungan arus listrik secara otomatis lainnya.

- b. Sistem perkabelan listrik harus dipasang secara terpadu dengan tata letak pabrik, sehingga jika ada perbaikan dapat dilakukan dengan mudah.
 - c. Memasang papan tanda bahaya yang jelas pada daerah sumber tegangan tinggi.
 - d. Kabel-kabel listrik yang letaknya berdekatan dengan alat-alat yang beroperasi pada suhu tinggi harus diisolasi secara khusus.
 - e. Setiap peralatan atau bangunan yang menjulang tinggi harus dilengkapi dengan penangkal petir yang dibumikan.
5. Menerapkan nilai-nilai disiplin bagi karyawan
- a. Setiap karyawan bertugas sesuai dengan pedoman-pedoman yang diberikan dan mematuhi setiap peraturan dan ketentuan yang diberikan.
 - b. Setiap kecelakaan kerja atau kejadian yang merugikan segera dilaporkan ke atasan.
 - c. Setiap karyawan harus saling mengingatkan akan perbuatan yang dapat menimbulkan bahaya.
 - d. Setiap ketentuan dan peraturan harus dipatuhi.
6. Penyediaan poliklinik di lokasi pabrik
- Poliklinik disediakan untuk tempat pengobatan akibat terjadinya kecelakaan secara tiba-tiba, misalnya menghirup gas beracun, patah tulang, luka bakar, pingsan/syok dan lain sebagainya.

Apabila terjadi kecelakaan kerja, seperti terjadinya kebakaran pada pabrik, maka hal-hal yang harus dilakukan adalah:

1. Mematikan seluruh kegiatan pabrik, baik mesin maupun listrik.
2. Mengaktifkan alat pemadam kebakaran, dalam hal ini alat pemadam kebakaran yang digunakan disesuaikan dengan jenis kebakaran yang terjadi, yaitu:
 - a. Instalasi pemadam dengan air

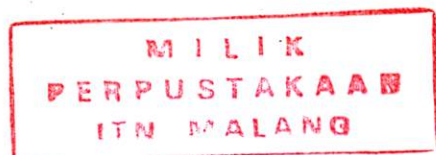
Untuk kebakaran yang terjadi pada bahan berpijar seperti kayu, arang, kertas dan bahan berserat. Air ini dapat disemprotkan dalam bentuk kabut. Sebagai sumber air, biasanya digunakan air tanah yang dialirkan melalui pipa-pipa yang dipasang pada instalasi-instalasi tertentu di sekitar areal pabrik. Air dipompakan dengan menggunakan pompa yang bekerja dengan instalansi listrik tersendiri, sehingga tidak terganggu apabila listrik pada pabrik dimatikan ketika kebakaran terjadi.

b. Instalasi pemadan dengan CO₂

CO₂ yang digunakan berbentuk cair dan mengalir dari beberapa tabung gas yang bertekanan yang disambung secara seri menuju *nozel-nozel*. Instalasi ini digunakan untuk kebakaran dalam ruang tertutup, seperti pada tempat tangki penyimpanan dan juga pemadam pada instalasi listrik.

Keselamatan kerja yang tinggi dapat dicapai dengan penambahan nilai-nilai disiplin bagi para karyawan, yaitu:

1. Setiap karyawan bertugas sesuai dengan pedoman-pedoman yang diberikan.
2. Setiap peraturan dan ketentuan yang ada harus dipatuhi.
3. Perlu keterampilan untuk mengatasi kecelakaan dengan menggunakan peralatan yang ada.
4. Setiap kecelakaan atau kejadian yang merugikan harus segera dilaporkan pada atasan.
5. Setiap karyawan harus saling mengingatkan perbuatan yang dapat menimbulkan bahaya.
6. Setiap kontrol secara periodik terhadap alat instalansi pabrik oleh petugas *maintenance*.



BAB VIII

UTILITAS

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia. Unit utilitas yang diperlukan pada Pra Rencana Pabrik Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida ini yaitu :

- Air yang berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler, air sanitasi dan air untuk pemadam kebakaran.
- Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi.
- Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan.
- Bahan bakar untuk mengoperasikan boiler.

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 4 unit, yaitu :

- a. Unit penyediaan steam
- b. Unit penyediaan air
- c. Unit penyediaan tenaga listrik
- d. Unit penyediaan bahan bakar

8.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air pada pabrik, maka direncanakan diambil dari air sungai. Pengambilan air sungai ditampung dalam bak penampung air sungai untuk mengalami pengolahan selanjutnya yang dipergunakan sebagai air sanitasi. Sedangkan untuk air proses, air pendingin dan air umpan boiler akan diolah lebih lanjut sesuai dengan kebutuhan masing-masing.

a. Air Sanitasi

Air sanitasi ini dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, taman dan kebutuhan yang lain. Air sanitasi yang dipergunakan harus memenuhi syarat kualitas air sebagai berikut :

1. Syarat fisik
 - Berada di bawah suhu kamar

- Warnanya jernih
 - Tidak berasa, dan
 - Tidak berbau
2. Syarat kimia
- Tidak mengandung logam berat seperti Pb, As, Cr, Cd, Hg
 - Tidak mengandung zat-zat kimia beracun
3. Syarat mikrobiologis
- Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri patogen
- Kebutuhan air sanitasi pada pra rencana pabrik Magnesium Klorida ini adalah :

b. Air Steam

Steam yang dibutuhkan digunakan pada alat-alat seperti pada Tabel D.1. dengan jumlah steam yang dibutuhkan adalah 2144.8182 kg/jam.

Direncanakan banyaknya steam yang disupply adalah 20% *excess*, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan steam} &= 1.2 \times 2144.8182 \text{ kg/jam} \\ &= 2573.7818 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Make up untuk kebutuhan steam direncanakan 10% *excess*, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Make up steam} &= 1.1 \times 2573.7818 \text{ kg/jam} \\ &= 2831.1600 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

c. Air Pendingin

Air pendingin yang dibutuhkan digunakan pada alat-alat sebagai berikut :

Tabel D.2. Kebutuhan Air Pendingin pada Peralatan

No.	Kode alat	Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
1.	R-110	Reaktor	76654.5859
2.	X-130	Kristaliser	3153.4284
		Jumlah	79808.0143

Direncanakan banyaknya air pendingin yang disupply dengan *excess* 20%.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air pendingin} &= 1.2 \times 79808.0143 \text{ kg/jam} \\ &= 95769.6172 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Make up untuk kebutuhan air pendingin direncanakan 10% *excess*, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Make up air pendingin} &= 1.1 \times 95769.6172 \text{ kg/jam} \\ &= 105346.5789 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

d. Air Proses

Air proses yang dibutuhkan digunakan pada alat-alat sebagai berikut :

Tabel D.3. Kebutuhan Air Proses pada Peralatan

No.	Kode alat	Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
1.	F-113	T. Pengenceran	853.9269
		Jumlah	853.9269

Jadi jumlah kebutuhan air yang harus disupply dalam Pra Rencana Pabrik Magnesium Klorida ini adalah :

Tabel D.4. Kebutuhan Total Air

No.	Keterangan	Jumlah (kg/jam)
1.	Air sanitasi	462.0000
2.	Steam	2831.1600
3.	Air Pendingin	105346.5789
4.	Air Proses	853.9269
	J u m l a h	109493.6658

Untuk memenuhi kebutuhan air, maka Pra Rencana Pabrik Magnesium Klorida ini menggunakan air sungai. Sebelum digunakan, air sungai tersebut masih perlu diproses (*water treatment*) untuk memenuhi air sanitasi, air pemanas, air pendingin dan juga air proses.

8.2 Unit Penyediaan Steam

Kebutuhan air pengisi boiler atau air umpan boiler pada Pra Rencana Pabrik Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida ini berdasarkan pada kebutuhan steam. Adapun alat-alat yang membutuhkan steam adalah :

Tabel D.1. Kebutuhan Steam pada Peralatan

No.	Kode alat	Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
1.	V-120	Evaporator	1761.3015
2.	E-114	Heater HCl	383.5167
		J u m l a h	2144.8182

Direncanakan banyaknya steam yang disuplay adalah 20% *excess*, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan steam} &= 1.2 \times 2144.8182 \text{ kg/jam} \\ &= 2573.7818 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Make up untuk kebutuhan steam direncanakan 10% *excess*, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Make up steam} &= 1.1 \times 2573.7818 \text{ kg/jam} \\ &= 2831.1600 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Jadi jumlah steam yang harus dihasilkan oleh 1 buah boiler adalah :

$$\begin{aligned} \text{Massa steam (m}_s) &= 2831.1600 \text{ kg/jam} \\ &= 6241.5754 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

Spesifikasi boiler (Q-220) :

<i>Type</i>	: <i>Fire tube boiler</i>
Kapasitas boiler	: 5919.8097 Btu/jam
<i>Rate steam</i>	: 6241.5754 lb/jam (1 atm = 14.7 psia)
Bahan bakar	: <i>Fuel oil 33° api</i>
Efisiensi	: 85%
<i>Heating surface</i>	: 1820 ft ²
Jumlah tube	: 332 buah
Ukuran tube	: 1.5 in
Panjang tube	: 10 ft
Jumlah boiler	: 1 buah

8.3 Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik pada Pra Rencana Pabrik Magnesium Klorida ini direncanakan dan disediakan oleh PLN dan generator set. Tenaga listrik yang disediakan dipergunakan untuk menggerakkan motor, penerangan, instrumentasi dan lainnya.

Perincian kebutuhan listrik terbagi menjadi :

- Peralatan proses produksi
- Penerangan pabrik
- Listrik untuk penerangan

8.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Kebutuhan bahan bakar untuk generator :

- Tenaga generator = 300 kW = (300) x (81891.6982 Btu/hari)
= 24567509.47 Btu/hari
- Bahan bakar yang digunakan adalah diesel oil
 - Heating value (Hv) = 19000 Btu/hari
 - Densitas = 55 lb/ft³
 - η = 0.805
- Kebutuhan bahan bakar = $\frac{24567509.47}{(19000) \times (0,805)}$ = 1606.2449 lb/hari
= 728.5877 kg/hari
- Volume bahan bakar = $\frac{1606.2449 \text{ lb/hari}}{55 \text{ lb/ft}^3}$ = 29.2044 /hari

Tangki Bahan Bakar

- Fungsi : Untuk menyimpan bahan bakar yang akan digunakan.
- Type : *Fixed roof*
- Bahan : High Alloy Steel SA 240 Grade A
- Kondisi : Tekanan (P) = 14.7 psi dan T = 30 °C

8.5 Unit pengolahan limbah

Limbah dari suatu pabrik harus diolah sebelum dibuang ke badan air atau atmosfer, karena limbah tersebut mengandung bermacam-macam zat yang dapat membahayakan alam sekitar maupun manusia itu sendiri. Demi kelestarian lingkungan hidup, maka setiap pabrik harus mempunyai unit pengolahan limbah.

Pada pabrik pembuatan magnesium klorida ini dihasilkan limbah cair dan padat terlarut dari proses industrinya. Sumber-sumber limbah cair-padat pada pembuatan magnesium klorida ini meliputi:

Perhitungan untuk sistem pengolahan limbah

Diperkirakan air jumlah buangan pabrik:

1. Limbah cair-padat hasil pencucian peralatan pabrik

Limbah ini diperkirakan mengandung kerak dan kotoran-kotoran yang melekat pada peralatan pabrik. Diperkirakan limbah yang terikut sebagai limbah hasil pencucian sebanyak 0,1% dari bahan baku dan produk yang dihasilkan.

2. Limbah domestic dan kantor

Limbah ini mengandung bahan organik sisa pencernaan yang berasal dari kamar mandi di lokasi pabrik, serta limbah dari kantin berupa limbah padat dan limbah cair.

3. Laboratorium

Limbah yang berasal dari laboratorium ini mengandung bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menganalisa mutu bahan baku yang dipergunakan dan mutu produk yang dihasilkan, serta yang dipergunakan untuk penelitian dan pengembangan proses.

Dari penjelasan diatas diketahui bahwa limbah pabrik magnesium klorida ini berasal dari limbah hasil pencucian peralatan, limbah domestik dan limbah proses. Dan dari pemaparan berbagai sumber limbah ini, diketahui bahwa limbah yang dihasilkan limbah domestik yang merupakan limbah organik. Sehingga pengolahan limbah cair pabrik ini dilakukan dengan penetralan.

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

Tata letak peralatan dan fasilitas dalam suatu rancangan pabrik merupakan syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik yang meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan dan kelistrikan. Hal ini secara khusus akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tempat sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum pendirian pabrik.

9.1 Lokasi pabrik

Secara geografis, penentu lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri kini dan pada masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemilihan lokasi pabrik harus tepat berdasarkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik (Timmerhaus, 2004).

9.1.1 Faktor utama

Faktor ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik yaitu meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut macam dan kualitasnya. Yang termasuk dalam faktor utama adalah (Bernasconi, 1995):

1. Letak pasar

Pabrik yang letaknya dekat dengan pasar dapat lebih cepat melayani konsumen, sedangkan biayanya juga lebih rendah terutama biaya angkutan.

2. Letak sumber bahan baku

Idealnya, sumber bahan baku tersedia dekat dengan lokasi pabrik. Hal ini lebih menjamin penyediaan bahan baku, setidaknya dapat mengurangi keterlambatan penyediaan bahan baku, terutama untuk bahan baku yang berat. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah:

- a. Lokasi sumber bahan baku
- b. Besarnya kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya
- c. Cara mendapatkan bahan baku tersebut dan transportasinya
- d. Harga bahan baku serta biaya pengangkutan
- e. Kemungkinan mendapatkan sumber bahan baku yang lain

3. Fasilitas pengangkutan

Pertimbangan-pertimbangan kemungkinan pengangkutan bahan baku dan produk menggunakan angkutan gerbong kereta api, truk, angkutan melalui sungai dan laut serta juga angkutan melalui udara yang sangat mahal.

4. Tenaga kerja

Tersedianya tenaga kerja menurut kualifikasi tertentu merupakan faktor pertimbangan pada penetapan lokasi pabrik tetapi tenaga terlatih di daerah setempat tidak selalu tersedia. Jika didatangkan dari daerah lain diperlukan peningkatan upah atau penyediaan fasilitas lainnya sebagai daya tarik.

5. Pembangkit tenaga listrik

Pabrik yang menggunakan tenaga listrik yang besar akan memilih lokasi yang dekat dengan sumber tenaga listrik.

9.1.2 Faktor khusus

Yang termasuk ke dalam faktor khusus antara lain adalah:

1. Harga tanah dan gedung

Harga tanah dan gedung yang murah merupakan daya tarik tersendiri. Perlu dikaitkan dengan rencana jangka panjang. Jika harga tanah mahal mungkin hanya dapat diperoleh luasan tanah yang terbatas, sehingga perlu dipikirkan untuk membuat bangunan bertingkat walaupun pembangunan gedungnya lebih mahal.

2. Kemungkinan perluasan

Perlu diperhatikan apakah perluasan di masa yang akan datang dapat dikerjakan di satu tempat atau perlu lokasi lain, apakah di sekitar sudah banyak pabrik lain. Hal ini menjadi masalah tersendiri dalam hal perluasan pabrik di masa mendatang.

3. Fasilitas servis

Terutama untuk pabrik kimia yang relative kecil yang tidak memiliki bengkel sendiri. Perlu dipelajari adanya bengkel-bengkel di sekitar daerah tersebut yang mungkin diperlukan untuk perbaikan alat-alat pabrik. Perlu juga dipelajari adanya fasilitas layanan masyarakat, misalnya rumah sakit umum, sekolah-sekolah, tempat-tempat ibadah, tempat-tempat kegiatan olahraga, tempat-tempat rekreasi dan sebagainya.

Untuk pabrik yang besar, mungkin beberapa fasilitas tersebut dapat dilayani sendiri walaupun merupakan beban tambahan. Keuntungannya, selain merupakan daya tarik bagi para pekerja, juga membantu menjaga kesehatan fisik dan mental sehingga efisiensi kerja dapat tetap dipertahankan.

4. Fasilitas finansial

Perkembangan perusahaan dibantu oleh fasilitas finansial, misalnya adanya pasar modal, bursa, sumber-sumber modal, bank, koperasi simpan pinjam dan lembaga keuangan lainnya. Fasilitas tersebut akan lebih membantu untuk memberikan kemudahan bagi suksesnya dalam usaha pengembangan pabrik.

5. Persediaan air

Suatu jenis pabrik memerlukan sejumlah air yang cukup banyak, misalnya pabrik kertas. Karena itu di daerah lokasi diperlukan adanya sumber air yang kemungkinan diperoleh dari air sungai, danau, sumur dan laut.

6. Peraturan daerah setempat

Peraturan daerah setempat perlu dipelajari terlebih dahulu, mungkin terdapat beberapa persyaratan atau aturan yang berbeda dengan daerah lain.

7. Masyarakat daerah

Sikap, tanggapan dari masyarakat daerah terhadap pembangunan pabrik perlu diperhatikan dengan seksama, karena hal ini akan menentukan perkembangan pabrik di masa yang akan datang. Keselamatan dan keamanan masyarakat perlu dijaga dengan baik. Hal ini merupakan suatu keharusan sebagai sumbangan kepada masyarakat.

8. Iklim di daerah lokasi

Suatu pabrik ditinjau dari segi teknik, adakalanya membutuhkan kondisi operasi misalnya kelembapan udara, panas matahari dan sebagainya. Hal ini berhubungan

dengan kegiatan pengolahan, penyimpanan bahan baku atau produk. Disamping itu, iklim juga mempengaruhi gairah kerja dan moral para karyawan. Keaktifan kerja karyawan dapat meningkatkan hasil produksi.

9. Keadaan tanah

Sifat-sifat mekanika tanah dan tempat pembangunan pabrik harus diketahui. Hal ini berhubungan dengan rencana pondasi untuk alat-alat, bangunan gedung dan bangunan pabrik.

10. Perumahan

Bila di sekitar daerah lokasi pabrik telah banyak perumahan, selain lebih membuat kerasan para karyawan juga dapat meringankan investasi untuk perumahan karyawan.

11. Daerah pinggiran kota

Daerah pinggiran kota dapat menjadi lebih menarik untuk pembangunan pabrik. Akibatnya dapat timbul aspek desentralisasi industri. Alasan pemilihan daerah lokasi di pinggiran kota antara lain:

- a. Upah buruh relatif rendah
- b. Harga tanah lebih murah
- c. Servis industri tidak terlalu jauh dari kota

9.2 Pemilihan lokasi

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka pabrik pembuatan Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida ini direncanakan berlokasi di daerah Pasuruan Jawa Timur.

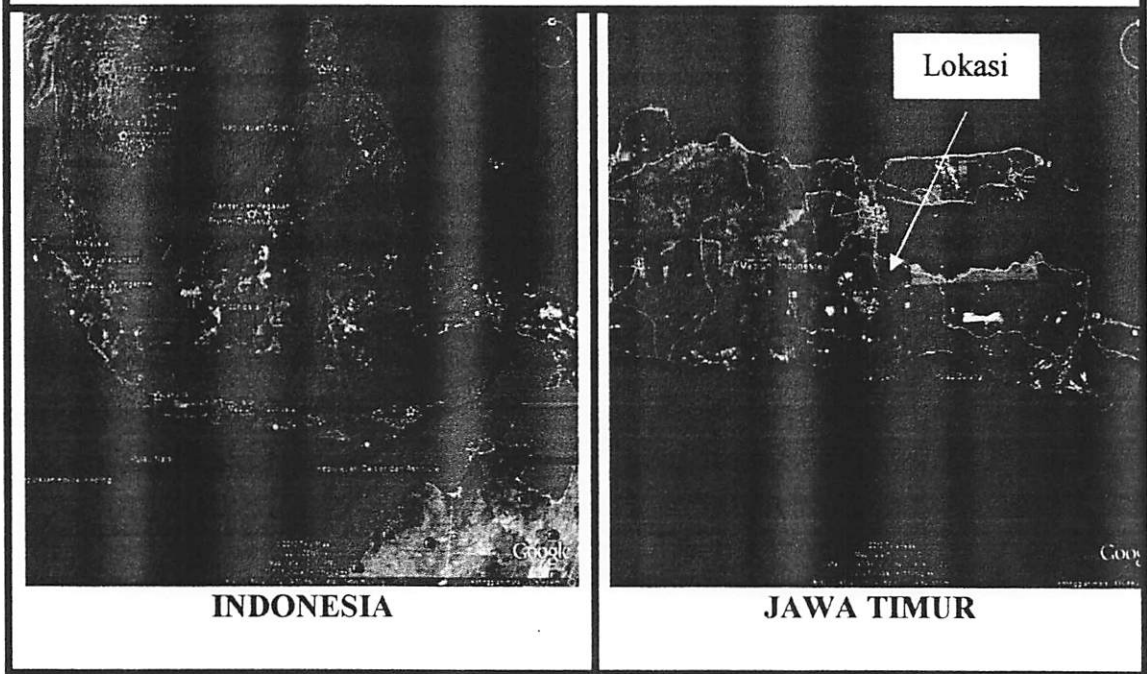
Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah:

- a. Suatu pabrik sebaiknya didirikan di daerah yang dekat dengan sumber bahan baku, disamping juga harus diperhatikan jarak pabrik tersebut dengan daerah pemasaran, sehingga pengaduan transportasi mudah diatasi. Bahan baku utama magnesium klorida dan bahan kimia pendukung didatangkan dari Surabaya.
- b. Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui laut. Lokasi yang dipilih dalam rencana pendirian pabrik ini merupakan kawasan perluasan industri, yang dekat dengan pelabuhan.

- c. Kebutuhan akan magnesium klorida menunjukkan nilai fluktuatif dari tahun ke tahun, seiring dengan adanya kebutuhan akan magnesium klorida. Maka pemasaran hasil produksi mudah, karena banyak industri besar di daerah sekitar.
- d. Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Pembangkit listrik utama untuk pabrik adalah menggunakan generator diesel dengan bahan bakar solar yang diperoleh dari PT Pertamina.
- e. Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Di daerah ini tersedia tenaga kerja terdidik maupun yang tidak terdidik serta tenaga terlatih maupun yang tidak terlatih.
- f. Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau.
- g. Ekspansi pabrik dimungkinkan karena tanah yang tersedia cukup luas dan di sekeliling lahan tersebut belum banyak berdiri pabrik serta tidak mengganggu pemukiman penduduk.
- h. Sikap masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik ini karena akan menjamin tersedianya lapangan kerja bagi mereka.

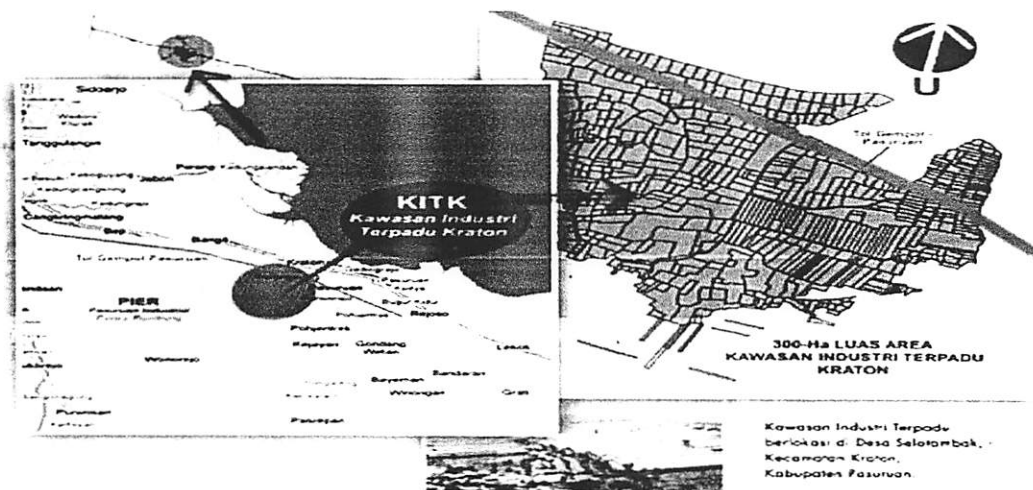
Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka pabrik pembuatan Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida ini direncanakan berlokasi di daerah Pasuruan Jawa Timur. Adapun peta lokasi pabrik dapat dilihat pada gambar.

PETA PASURUAN - JAWA TIMUR



kawasan industri

Kawasan Industri Terpadu Kraton ini bersebelahan dengan kawasan industri PIER Pasuruan, lalu lintas keluar masuk barang sangat mudah dari ke akses dermaga perikanan di Tanjung Perak Surabaya, dengan adanya jalur Tol Gempol - Surabaya, Surabaya - Gresik, Surabaya - Pulau Madura serta rencana jalan Tol Pasuruan - Gempol.



Gambar 9.2.2 Peta Lokasi Pabrik Magnesium Klorida

9.3 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu hubungan yang efisien dan efektif antara operator, peralatan dan gerakan material dari bahan baku menjadi produk.

Desain yang rasional harus memasukkan unsure lahan proses, persediaan dan lahan alternative dalam posisi yang efisien dan dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut:

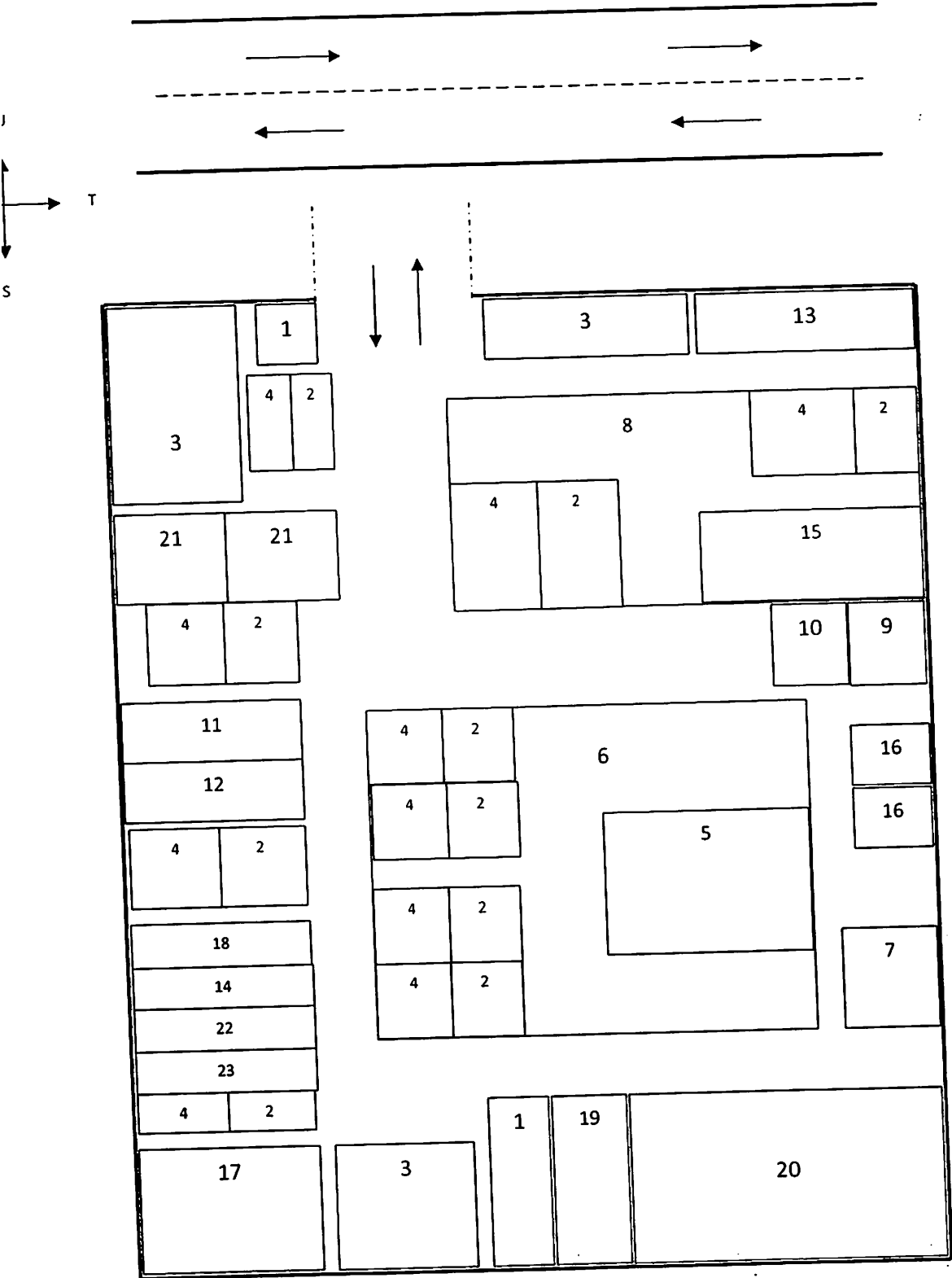
1. Urutan proses produksi.
2. Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
3. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, steam proses, tenaga listrik dan bahan baku.
4. Pemeliharaan dan perbaikan.
5. Keamanan terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
6. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
7. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.
8. Masalah pembuangan limbah cair.
9. Service area, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

9.4 Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas pabrik Magnesium Klorida dilihat dalam tabel 9.4

Tabel 9.4 Perkiraan luas daerah pabrik (m²)

No	Daerah	Banyak	Ukuran	Luas (m ²)
1	Pos keamanan	2	7,5 x 5	75
2	Parkir	1	18 x 15	270
3	Taman	1	75 x 15	1.125
4	Area bahan baku	1	12 x 18	216
5	Ruang control	1	17 x 15	255
6	Area proses	1	75 x 75	5.625
7	Area produk	1	17 x 20	340
8	Perkantoran	1	75 x 25	1.875
9	Laboratorium	1	12 x 12	144
10	Poliklinik	1	15 x 9	135
11	Kantin	1	15 x 9	135
12	Ruang ibadah	1	12 x 10	120
13	Toilet	10	4 x 3	120
14	Bengkel	1	9 x 11	99
15	Perpustakaan	1	5 x 4	20
16	Unit pemadam kebakaran	10	1 x 1	10
17	Unit pengolahan air	1	17 x 15	255
18	Pembangkit listrik	1	11 x 12	132
19	Pengolahan limbah	1	17 x 15	255
20	Area perluasan	1	180 x 30	5.400
21	Perumahan karyawan	1	16 x 10	160
22	Boiler	1	15 x 12	180
23	Bahan bakar	1	11 x 9	99
Total				17.045



Gambar 9.4 Denah Pabrik Magnesium Klorida

Keterangan Gambar 9.4 :

1.Pos keamanan, 2.Toilet, 3.Taman, 4.Unit pemadam kebakaran, 5.Ruang control, 6.Area proses, 7.Area produk, 8.Perkantoran, 9.Laboratorium, 10.Poliklinik, 11.Kantin, 12.Ruang ibadah, 13.Parkir, 14.Bengkel, 15.Perpustakaan, 16.Area bahan baku, 17.Unit pengolahan air, 18.Pembangkit listrik, 19.Pengolahan limbah, 20.Area perluasan, 21.Perumahan karyawan, 22.Boiler, 23.Bahan bakar.

9.5 Tata Letak Peralatan Pabrik (*Lay Out Pilot Plant*)

Lay Out Pilot Plant hanya menggambarkan unit-unit atau peralatan proses saja. Dalam penyusunan peralatan proses, yang diperlukan adalah :

- Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

- Aliran udara

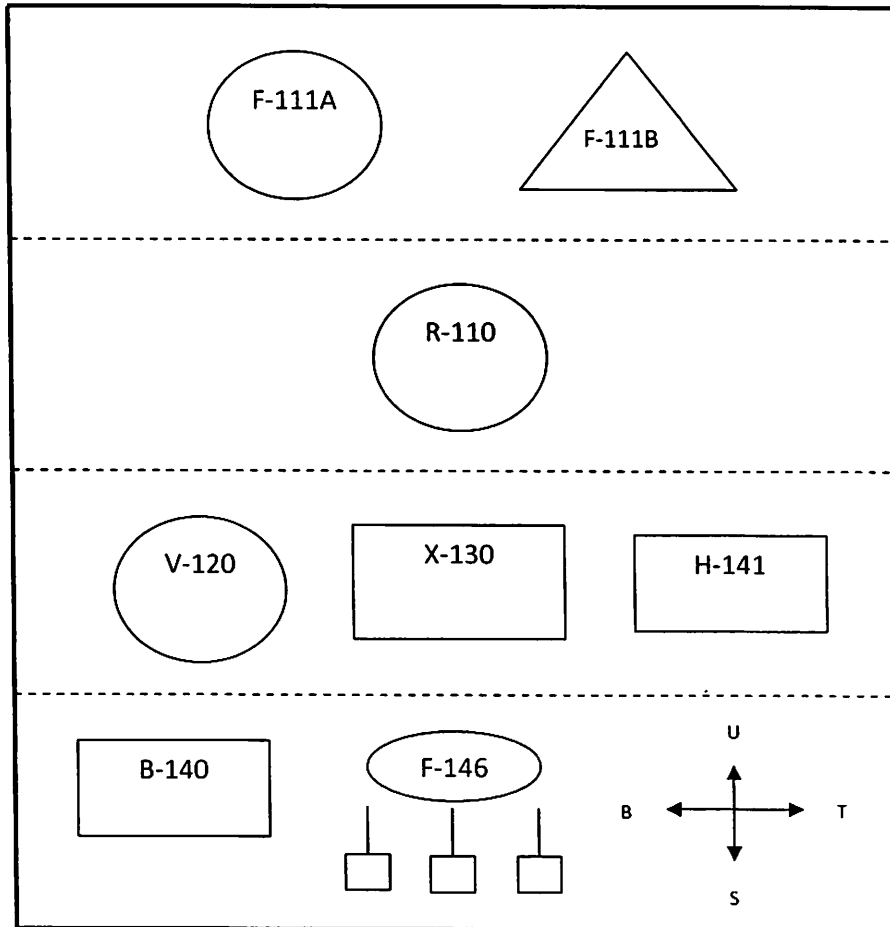
Aliran udara di dalam dan sekitar area proses harus lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat membahayakan keselamatan kerja karyawan.

- Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai, tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu diperhatikan penerangan tambahan.

- Jarak antara alat-alat proses perlu diatur sedemikian rupa misalnya untuk alat proses yang mempunyai tekanan dan temperatur tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat yang lainnya.
- Menyusun berdasarkan urutan proses dengan memperhatikan kemungkinan perluasan di masa mendatang.
- Memberikan ruang cukup untuk memudahkan ruang gerak.
- Memberikan ruang yang cukup untuk memudahkan ruang gerak bagi karyawan perluasan dan memudahkan peralatan secara keseluruhan.

Adapaun *Lay Out Pilot Plant* peralatan proses pra Rencana Pabrik Magnesium Klorida dapat dilihat pada gambar 9.5.1.



Gambar 9.5.1. Tata Letak Peralatan Pabrik Magnesium Klorida

Keterangan gambar 9.3 :

1. Tahap Persiapan Bahan Baku
Storage HCl (F-111A)
Storage $Mg(OH)_2$ (F-111B)
2. Tahap Reaksi
Reaktor (R-110)
3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian
Evaporator (V-120)
Kristaliser (X-130)
Centrifuge (H-141)
4. Tahap Penanganan Produk

Rotary Dryer (B-140)

Mesin Pengemas (F-146)

BAB X

ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN

Masalah organisasi merupakan hal yang penting dalam perusahaan, hal ini menyangkut efektivitas dan peningkatan kemampuan perusahaan dalam memproduksi dan mendistribusikan produk yang dihasilkan. Dalam upaya peningkatan efektivitas dan kinerja perusahaan maka pengaturan atau manajemen harus menjadi hal yang mutlak. Tanpa manajemen yang efektif dan efisien tidak akan ada usaha yang berhasil cukup lama. Dengan adanya manajemen yang teratur baik dari kinerja sumber daya manusia maupun terhadap fasilitas yang ada secara otomatis organisasi dan berkembang (madura,2000).

10.1 Organisasi Perusahaan

Peningkatan organisasi, berasal dari kata latin “organum” yang dapat berarti alat, anggota badan, James D. Mooney, mengatakan: “Organisasi adalah bentuk setiap perserikatan manusia untuk mencapai suatu tujuan bersama”, sedangkan Chester I. Bernard memberikan pengertian organisasi sebagai:”suatu sistem daripada aktivitas kerjasama yang dilakukan dua orang atau lebih” (Siagian,1992).

Dari pendapat ahli yang dikemukakan diatas dapat diambil arti dari kata organisasi, yaitu kelompok orang yang secara sadar bekerjasama untuk mencapai tujuan bersama dengan menekankan wewenang dan tanggung jawab masing-masing. Secara ringkas, ada tiga unsur utama dalam organisasi, yaitu (Sutarto, 2002):

1. Adanya sekelompok orang
2. Adanya hubungan dan pembagian tugas
3. Adanya tujuan yang dicapai

Menurut pola hubungan kerja, serta lalu lintas wewenang dan tanggung jawab, maka bentuk-bentuk organisasi itu dapat dibedakan atas (siagian, 1992):

1. Bentuk organisasi garis
2. Bentuk organisasi fungsional
3. Bentuk organisasi garis dan staf
4. Bentuk organisasi fungsional dan staf

10.1.1 Bentuk Organisasi Garis

Ciri dari organisasi garis adalah: organisasi masih kecil, jumlah karyawan sedikit, pimpinan dan semua karyawan saling kenal dan spesialisasi kerja belum begitu tinggi (Siagian, 1992).

Kebaikan bentuk organisasi garis, yaitu:

- Kesatuan komando terjamin dengan baik, karena pimpinan berada di atas satu tangan.
- Proses pengambilan keputusan berjalan dengan cepat karena jumlah orang yang di ajak berdiskusi masih sedikit atau tidak ada masalah sama sekali.
- Rasa solidaritas di antara para karyawan umumnya tinggi karena saling mengenal.

Keburukan bentuk organisasi garis, yaitu:

- Seluruh kegiatan dalam organisasi telah tergantung kepada satu orang sehingga kalau seseorang itu tidak mamapu, seluruh organisasi akan terancam kehancuran.
- Kencenderungan pimpinan bertindak secara otoriter.
- Karyawan tidak mempunyai kesempatan untuk berkembang.

10.1.2 Bentuk Organisasi Fungsional

Ciri-ciri organisasi fungsional adalah segelintir pimpinan tidak mempunyai bawahan yang jelas, sebab setiap atasan berwenang memberi komando kepada setiap bawahan, sepanjang dan hubungannya dengan fungsi atasan tersebut (Siagian, 1991).

Kebagian bentuk organisasi fungsional, yaitu:

- Pembagian tugas-tugas jelas
- Spesifikasi karyawan dapat dikembangkan dan digunakan semaksimal mungkin.
- Digunakan tenaga-tenaga ahli dalam berbagai bidang sesuai dengan fungsi-fungsinya.

Keburukan bentuk organisasi fungsional, yaitu:

- Karena adanya spesialisasi, sukar mengadakan pemikiran atau pengalihan tanggung jawab kepada fungsinya.
- Para karyawan mementingkan bidang pekerjaannya, sehingga sukar dilaksanakan koordinasi.

10.1.3 Bentuk Organisasi Garis dan Staf

Kebaikan bentuk organisasi garis dan staf adalah:

- Dapat digunakan oleh setiap organisasi yang besar, apapun tujuannya, betapa pun luas tugasnya dan betapa pun kompleks susunan organisasinya.
- Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah diambil, karena adanya staf ahli.

keburuan bentuk organisasi garis dan staf, adalah:

- Karyawan tidak saling mengenal, solidaritas sukar diharapkan.
- Karena rumit dan kompleksnya susunan organisasi, koordinasi kadang-kadang sukar diharapkan.

10.1.4 Bentuk Organisasi fungsional dan staf

Bentuk organisasi fungsional dan staf, merupakan kombinasi dari bentuk organisasi fungsional dan bentuk organisasi garis dan staf. Kebaikan dan keburukan dari bentuk organisasi ini merupakan perpaduan dari bentuk organisasi yang dikombinasikan (Siagian, 1992).

Dari uraian di atas dapat diketahui kebaikan dan keburukan dari beberapa bentuk organisasi. Setelah mempertimbangkan baik dan buruknya maka pada prancangan pabrik pembuatan magnesium klorida menggunakan bentuk organisasi garis dan staf. Bagan Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik Magnesium klorida ditampilkan pada gambar 9.1

10.2 Manajemen Perusahaan

Umunya perusahaan modern mempunyai kecenderungan bukan saja terhadap produksi, melainkan juga terhadap penanganan hingga menyakut organisasi dan hubungan sosial atau manajemen keseluruhan. Hal ini disebabkan oleh aktivitas yang terdapat dalam suatu perusahaan atau suatu pabrik oleh manajemen. Keseluruhan hal ini disebabkan oleh aktivitas yang terdapat dalam suatu perusahaan atau suatu pabrik diatur oleh manajemen. Dengan kata lain bahwa manajemen bertindak memimpin, merencanakan, menyusun, mengawasi, dan meneliti hasil pekerjaan. Perusahaan dapat berjalan dengan baik secara menyeluruh, apabila perusahaan memiliki manajemen yang baik antara atasan dan bawahan (Siagian, 1992).

Fungsi dari manajemen adalah meliputi usaha memimpin dan mengatur faktor-faktor ekonomis sedemikian rupa, sehingga usaha itu memberikan perkembangan dan keuntungan bagi mereka yang ada di lingkungan perusahaan.

Dengan demikian, jelaslah bahwa pengertian manajemen itu meliputi semua tugas dan fungsi yang mempunyai hubungan erat dengan permulaan dari pembelanjaan perusahaan (financing).

Dengan penjelasan ini dapat diambil suatu pengertian bahwa manajemen itu diartikan sebagai seni dan ilmu perencanaan (planning), pengorganisasian, penyusunan, pengarahan, dan pengawasan dari sumber daya manusia untuk mencapai tujuan (criteria) yang telah ditetapkan (siagian, 1992).

Menurut siagian (1992), manajemen dibagi menjadi tiga kelas pada perusahaan besar yaitu:

- 1 Top manajemen
- 2 Middle manajemen
- 3 Operating manajemen

Orang yang memimpin (pelaksana) manajemen disebut sebagai manajer. Manajer itu berfungsi atau bertugas untuk mengawasi dan mengontrol agar manajemen dapat dilaksanakan dengan baik sesuai dengan ketetapan yang digariskan bersama menurut Madura (2000), syarat-syarat manajer yang baik:

1. Harus menjadi contoh (teladan)
2. Harus dapat menggerakkan bawahan
3. Harus bersifat mendorong
4. Penuh pengabdian terhadap tugas-tugas
5. Berani dan mampu mengatasi kesulitan yang terjadi
6. Bertanggung jawab, tegas dalam mengambil keputusan yang diambil
7. Berjiwa besar

10.3 Bentuk Hukum Badan Usaha

Dalam mendirikan suatu perusahaan yang dapat mencapai tujuan dari perusahaan itu secara terus-menerus, maka harus dipilih bentuk perusahaan apa yang harus didirikan agar tujuan ini tercapai, Menurut Sutarto (2003). Bentuk-bentuk badan usaha yang ada dalam praktek di Indonesia, antara lain adalah:

1. Perusahaan Perorangan
2. Persekutuna dan firma
3. Persekutuan komanditer
4. Perseroan Terbatas
5. Koperasi
6. Perusahaan Negara
7. Perusahaan Daerah

Bentuk badan usaha dalam Pra-perancangan Pabrik Pembuatan Magnesium klorida direncanakan adalah perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas adalah badan hukum yang didirikan berdasarkan perjanjian, melakukan kegiatan usaha dengan modal dasar yang seluruhnya terbagi dalam sehari, dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam UU No. 1 Tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas (UUPT), serta peraturan pelaksanaannya.

Syarat-syarat pendirina perseroan terbatas adalah:

1. Didirikan oleh dua orang atau lebih, yang dimaksud dengan “orang” dalah orang perseorangan atau badan hukum.
2. Didirikan dengan akta otentik, yaitu dihadapan notaris.
3. Modal dasar perseroan, yaitu paling sedikit Rp.20.000.000,- (dua puluh juta rupiah) atau 25% dari modal dasar, tergantung mana yang lebih besar dan lurus telah ditempatkan dan telah disetor.

Prosedur pendirian Perseroan Terbatas adalah:

1. Pembuatan akta pendirian dihadapan notaris
2. Pengesahan oleh Menteri Kehakiman
3. Pendaftaran Perseroan.
4. Pengumuman dalam tambahan berita Negara.

Dasar-dasar pertimbangan pemilihan bentuk perusahaan PT adalah sebagai berikut:

1. Kontinuitas perusahaan sebagai badan hukum lebih terjamin, sebab tidak tergantung pada pemegang saham, dimana pemegang saham dapat berganti-ganti.
2. Mudah memindahkan hak pemilik dengan menjual sahamnya kepada orang lain.
3. Mudah mendapatkan modal, yaitu dari bank maupun dengan menjual saham.

4. Tanggung jawab yang terbatas dari pemegang saham terhadap hutang perusahaan.
5. Penempatan pemimpin atas kemampuan pelaksanaan tugas

10.4 Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab

10.4.1 Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)

Pemegang kekuasaan tertinggi pada struktur organisasi garis dan staf adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang dilakukan minimal satu kali dalam setahun. Bila ada sesuatu hal, RUPS dapat dilakukan secara mendadak sesuai dengan jumlah forum. RUPS dihadiri oleh pemilik saham. Dewan komisaris dan Direktur.

Hak dan wewenang RUPS (sutarto, 2002):

1. Meminta pertanggung jawaban dewan komisaris dan direktur lewat suatu sidang.
2. Dengan musyawarah dapat mengganti dewan komisaris dan direktur serta mengesahkan anggota pemegang saham bila mengundurkan diri.
3. Menetapkan besar laba tahunan yang diperoleh untuk dibagikan, dicadangkan, atau ditanamkan kembali.

10.4.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris dalam RUPS untuk mewakili para pemegang saham dalam mengawasi jalannya perusahaan. Dewan komisaris ini bertanggung jawab kepada RUPS. Tugas-tugas dewan adalah:

1. Menentukan garis besar kebijaksanaan perusahaan.
2. Mengadakan rapat tahunan para pemegang saham.
3. Meminta laporan pertanggung jawaban direktur secara berkala.
4. Melaksanakan pembinaan dan pengawasan terhadap seluruh kegiatan dan pelaksanaan tugas direktur.

10.4.3 Direktur

Direktur merupakan pimpinan tertinggi yang diangkat oleh dewan komisaris.

Adapun tugas-tugas direktur adalah:

1. Memimpin dan membina perusahaan secara efektif dan efisien.
2. Menyusun dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS.

3. Mengadakan kerjasama dengan pihak luar demi kepentingan perusahaan.
4. Mewakili perusahaan dalam mengadakan hubungan maupun perjanjian-perjanjian dengan pihak ketiga.
5. Merencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas setiap personalia yang bekerja pada perusahaan.
6. Dalam melaksanakan tugasnya, direktur dibantu oleh manajer produksi, manajer teknik, manajer umum dan keuangann, manajer pembelian dan pemasaran.

10.4.4 Staf Ahli

Staf ahli bertugas memberi masukan, baik berupa saran, nasehat, maupun pandangan terhadap segala aspek operasional perusahaan

10.4.5 Sekertaris

Sekretaris diangkat oleh direktur untuk menangani masalah surat-menyurat untuk pihak perusahaan, menangani kearsipan dan pekerjaan lainnya untuk membantu direktur dalam menangani administrasi perusahaan.

10.4.6 Manajer Produksi

Manajer produksi bertanggung jawab langsung kepada direktur. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan masalah proses baik dibagian produksi maupun utilitas. Dalam menjalankan tugasnya manajer produksi dibantu oleh tiga kepala seksi, yaitu kepala seksi proses, kepala seksi laboratorium dan kepala seksi utilitas

10.4.7 Manajer Teknik

Manajer teknik bertanggung jawab langsung kepada direktur. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan masalah teknik baik dilapangan maupun di kantor. Dalam menjalankan tugasnya manajer teknik dibantu oleh tiga kepala seksi, yaitu kepala seksi listrik, kepala seksi instrumentasi dan kepala seksi maintenance atau pemeliharaan mesin pabrik.

10.4.8 Manajer Umum dan Keuangan

Manajer umum dan keuangan bertanggung jawab langsung kepada direktur dalam mengawasi dan mengatur keuangan, administrasi, dan personalia. Dalam menjalankan tugasnya manajer umum dan keuangan dibantu oleh tiga kepala seksi, yaitu kepala seksi keuangan, kepala seksi administrasi, dan kepala seksi personalia.

10.4.9 Manajer Pembelian dan Pemasaran

Manajer pembelian dan pemasaran bertanggung jawab langsung kepada direktur. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan pembelian, kepala seksi penjualan serta kepala seksi gudang/Logistik.

10.5 Sistem Kerja

Pabrik pembuatan magnesium klorida ini direncanakan beroperasi 330 hari per tahun secara kontinu 24 jam sehari. Berdasarkan pengaturan jam kerja, karyawan dapat digolongkan menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Karyawan non-shift

karyawan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi, misalnya direktur, staf ahli, manajer, bagian administrasi, bagian gudang, dan lain-lain. Jam kerja karyawan non-shift ditetapkan sesuai keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor: Kep.234/Men/2003 yaitu 8 jam sehari atau 40 jam per minggu dan jam kerja selebihnya dianggap lembur. Perhitungan uang lembur menggunakan acuan 1/173 dari upah sebulan (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. Perincian jam kerja non-shift.

Senin – Kamis

Pukul 08.00 – 12.00 WIB	→	Waktu kerja
Pukul 12.00 – 13.00 WIB	→	Waktu istirahat
Pukul 13.00 – 17.00 WIB	→	Waktu kerja

Jumat

Pukul 08.00 – 12.00 WIB → Waktu kerja
 Pukul 12.00 – 14.00 WIB → Waktu istirahat
 Pukul 14.00 – 17.00 WIB → Waktu kerja

2. Karyawan Shift

Untuk pekerjaan yang langsung berhubungan dengan produksi yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, para karyawan diberi pekerjaan bergilir (shift work). Pekerjaan dalam satu hari dibagi menjadi tiga shift, yaitu tiap shift bekerja selama 8 jam dari 15 menit pergantian shift dengan pembagian sebagai berikut:

Shift I (pagi) : 00.00 – 08.15 WIB

Shift II (sore) : 08.00 – 16.15 WIB

Shift III (malam) : 16.00 – 06.15 WIB

Jam kerja bergiliran berlaku bagi karyawan. Untuk memenuhi kebutuhan pabrik, setiap karyawan shift dibagi menjadi empat regu dimana tiga regu dan satu regu istirahat. Pada hari minggu dan libur nasional karyawan shift tetap bekerja dan libur 1 hari setelah tiga kali shift.

3. Karyawan borongan

Apabila diperlukan, maka perusahaan dapat menambah jumlah karyawan yang dikerjakan secara borongan selama kurun jangka waktu tertentu yang ditentukan menurut kebijaksanaan perusahaan.

10.6 Jumlah karyawan dan Tingkat Pendidikan

Dalam melaksanakan kegiatan perusahaan pabrik, dibutuhkan susunan karyawan seperti pada struktur organisasi. Jumlah karyawan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Tabel 10.2 Jumlah Karyawan dan Kualifikasinya

Jabatan	Jumlah	Pendidikan
Dewan Komisaris	1	Ekonomi/Teknik (S1)
Direktur	1	Teknik Kimia (S2), Pengalaman 10 tahun
Staff Ahli	1	Teknik Kimia (S2)
Sekretaris	1	Sekretaris (D3)

Manajer Produksi	1	Teknik Kimia/Industri (S1)), Pengalaman 5 tahun
Manajer Teknik	1	Teknik Industri/Mesin (S1), Pengalaman 5 tahun
Manajer QC dan Lab.	1	Teknik Kimia (S1)), Pengalaman 5 tahun
Manajer Umum dan Keuangan	1	Ekonomi/Manajemen (S1) Pengalaman 5 tahun
Manajer Pembelian dan Pemasaran	1	Ekonomi/Manajemen (S1), Pengalaman 5 tahun
Kepala Seksi Proses	1	Teknik Kimia (S1)
Kepala Seksi Quality Control	1	Teknik Kimia (S1)
Kepala Seksi Laboratorium	1	Teknik Kimia (S1)
Kepala Seksi Utilitas	1	Teknik Kimia (S1)
Kepala Seksi Maintenance	1	Teknik Mesin (S1)
Kepala Seksi Listrik	1	Teknik Elektro (S1)
Kepala Seksi Instrumentasi	1	Tekni Instrumentasi Pabrik (D4)
Kepala Seksi Keuangan	1	Ekonomi (S1)
Kepala Seksi Administrasi	1	Manajemen/Akuntansi (S1)
Kepala Seksi Personalia	1	Hukum (S1)
Kepala Seksi Pembelian	1	Manajemen Pemasaran (S1)
Kepala Seksi Penjualan	1	Manajemen Pemasaran (S1)
Kepala Seksi Gudang	1	Teknik Industri (S1)
Karyawan Produksi	32	SMK/SMA
Karyawan Teknik	17	SMK/SMA
Karyawan Umum dan Keuangan	4	SMK/SMA
Karyawan Pembelian dan Pemasaran	12	SMK/SMA
Karyawan QC dan Lab.	12	SMK/SMA
Karyawan Personalia	3	SMK/SMA
Karyawan Gudang	7	SMK/SMA

Dokter	1	Kedokteran (S1)
Perawat	2	Akademi Perawat (D3)
Petugas Keamanan	9	SMK/SMA
Petugas Kebersihan	4	SMP
Perwira Keamanan	1	Polri Yang masih aktif
Supir	6	SMP
Jumlah	132	

10.7 Sistem Penggajian

Penggajian karyawan didasarkan kepada jabatan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, keahlian dan resiko kerja.

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp/orang)	TOTAL
1	Dewan komisaris	1	Rp 13,000,000	Rp 13,000,000
2	Direktur	1	Rp 18,000,000	Rp 18,000,000
3	Staff ahli	1	Rp 9,000,000	Rp 9,000,000
4	Sekretaris	1	Rp 2,000,000	Rp 2,000,000
5	Manajer Teknik	1	Rp 7,000,000	Rp 7,000,000
6	Manajer Produksi	1	Rp 7,000,000	Rp 7,000,000
7	Manajer QC dan Lab.	1	Rp 7,000,000	Rp 7,000,000
8	Manajer Umum & Keuangan	1	Rp 7,000,000	Rp 7,000,000
9	Manajer Pembelian & Pemasaran	1	Rp 7,000,000	Rp 7,000,000
10	Kasek. Maintenance	1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
11	Kasek. Proses	1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
12	Kasek. Instrumentasi	1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
13	Kasek. Utilitas	1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
14	Kasek. Quality Control	1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
15	Kasek. Laboratorium	1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
16	Kasek. Administrasi	1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
17	Kasek. Keuangan	1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
18	Kasek. Pembelian	1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
19	Kasek. Personalia	1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
20	Kasek. Listrik	1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
21	Kasek. Penjualan	1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
22	Kasek. Gudang	1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
23	Karyawan Produksi	32	Rp 1,500,000	Rp 48,000,000
24	Karyawan Teknik	17	Rp 1,500,000	Rp 25,500,000
25	Karyawan Umum & Keuangan	4	Rp 1,500,000	Rp 6,000,000
26	Karyawan Pembelian & Pemasaran	12	Rp 1,500,000	Rp 18,000,000

27	Karyawan QC dan Lab.	12	Rp 1,500,000	Rp 18,000,000
28	Karyawan Personalia	3	Rp 1,500,000	Rp 4,500,000
29	Karyawan Gudang	7	Rp 1,500,000	Rp 10,500,000
30	Dokter	1	Rp 3,000,000	Rp 3,000,000
31	Perawat	2	Rp 1,500,000	Rp 3,000,000
32	Petugas keamanan	9	Rp 1,300,000	Rp 11,700,000
33	Petugas kebersihan	4	Rp 1,100,000	Rp 4,400,000
34	Perwira keamanan	1	Rp 1,300,000	Rp 1,300,000
35	Supir	6	Rp 1,300,000	Rp 7,800,000
Jumlah		132		Rp 297,200,000

10.8 Fasilitas Tenaga Kerja

Selain upah resmi, perusahaan juga memberikan beberapa fasilitas kepada setiap tenaga kerja antara lain:

1. Fasilitas cuti tahunan
2. Tunjangan hari raya dan bonus
3. Fasilitas asuransi tenaga kerja, meliputi tunjangan kecelakaan kerja dan tunjangan kematian, yang diberikan kepada keluarga tenaga kerja yang meninggal dunia baik kecelakaan sewaktu bekerja maupun diluar pekerjaan.
4. Pelayanan kesalahan yang memadai.
5. Penyediaan sarana transportasi/bus karyawan.
6. Penyediaan kantin, tempat ibadah dan sarana olah raga.
7. Penyediaan seragam dan alat-alat pengaman (sepatu,seragam,helm dan sarung tangan).
8. Fasilitas kendaraan untuk para manajer bagi karyawan pemasaran dan pembelian.
9. Family Gathering Party (acara berkumpul semua karyawan dan keluarga) setiap satu tahun sekali.
10. Bonus 1% dari keuntungan perusahaan akan didistribusikan untuk seluruh karyawan.

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Untuk mengevaluasi kelayakan berdirinya suatu pabrik dan tingkat pendapatannya, maka dilakukan perhitungan secara teknik. Selanjutnya perlu juga dilakukan analisa terhadap aspek ekonomi dan pembiayaannya. Dari hasil analisa tersebut diharapkan berbagai kebijakan dapat diambil untuk pengarahannya secara tepat. Suatu rancangan pabrik dianggap layak didirikan bila dapat beroperasi dalam kondisi yang memberikan keuntungan.

Berbagai parameter ekonomi digunakan sebagai pedoman untuk menentukan layak tidaknya suatu pabrik didirikan dan besarnya tingkat pendapatan yang dapat diterima dari segi ekonomi. Parameter-parameter tersebut antara lain:

1. Modal investasi / Capital Investment (TCI)
2. Biaya produksi total / Total Cost (TPC)
3. Laju pengembalian Modal / Return On Investment (ROI)
4. Waktu pengembalian Modal / Pay Out Time (POT)
5. Laju pengembalian internal / Internal Rate of Return (IRR)

A. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

1. Fixed Capital Investment (FCI)

a. Biaya langsung (DC)

Direct Cost (DC) (dalam rupiah)		
Harga peralatan	E	Rp. 12,161,569,078
Instrument dan Control	13% E	Rp. 1,581,003,980
Perpipaan Terpasang	10% E	Rp. 1,216,156,908
Listrik Terpasang	5% E	Rp. 608,078,454
Tanah		Rp. 7,670,250,000
Bangunan		Rp. 15,022,050,000
Instalasi alat	40% E	Rp. 4,864,627,631
Pengembangan lahan	5% E	Rp. 608,078,454
<i>Service facilities</i>	30% E	Rp. 3,648,470,723
Total Direct Cost (DC)		Rp. 47,380,285,228

b. Biaya Tak Langsung (IC)

Indect Cost (IC)		
Engineering	35% E	Rp. 4,256,549,177
Biaya konstruksi	40% E	Rp. 4,864,627,631
Total Indirect Cost (IC)		Rp. 9,121,176,808

c. Fixed Capital Investment (FCI)

Fixed Capital Investment (FCI)		
Biaya langsung (DC) + biaya tak langsung (IC)		Rp. 56,501,462,036
Biaya kontraktor	5% (DC + IC)	Rp. 2,825,073,102
Biaya tak terduga	1%(DC + IC)	Rp. 565,014,620
Total Fixed Capital Investment (FCI)		Rp. 59,891,549,759

2. Work Capital Investment (WCI)

$$\text{Work Capital Investment (WCI)} = 15\% \cdot \text{FCI}$$

$$\text{WCI} = 0.15 \times \text{Rp. } 59,891,549,759$$

$$\text{WCI} = \text{Rp. } 8,983,732,464$$

$$\text{Total Capital Invesment (TCI)} = \text{FCI} + \text{WCI}$$

$$\text{TCI} = \text{Rp. } 59,891,549,759 + \text{Rp. } 8,983,732,464 = \text{Rp. } 68,875,282,222$$

Modal yang digunakan terdiri dari :

a. Modal sendiri = 60% x TCI = Rp. 41,325,169,333

b. Modal Pinjaman (MP) = 40% x TCI = Rp. 27,550,112,889

Total = Rp. 68,875,282,222

B. Penentuan Total Production Cost (TPC)

1. Biaya Pembuatan (MC)

a. Biaya Produksi Langsung (DPC)

Direct Production Cost (DPC)		
Bahan baku untuk 1 tahun		Rp. 51,871,848,336
Gaji karyawan untuk 1 tahun (GK)		Rp. 3,566,400,000
Utilitas untuk 1 tahun		Rp. 217,270,269,150
Biaya pengemasan 1 tahun		Rp. 99,999,995
Pemeliharaan dan perawatan (PP)	10% FCI	Rp. 5,989,154,976

Laboratorium	8% GK	Rp. 285,312,000
Patent dan Royalti	1% TPC	Rp. 565,014,620
Supervisi	15% FCI	Rp. 534,960,000
Operation Supplies	20% PP	Rp. 1,197,830,995
Total Direct Production Cost (DPC)		Rp. 281,380,790,072

b. Biaya Produksi Tetap (FPC)

Fixed Cost (FC)		
Depresiasi alat	13% FCI	Rp. 7,785,901,469
Depresiasi bangunan	1% FCI	Rp. 598,915,498
Pajak Kekayaan	2% FCI	Rp. 1,197,830,995
Asuransi	3% FCI	Rp. 1,796,746,493
Bunga pinjaman	15% MP	Rp. 4,132,516,933
Total Fixed Production Cost (FPC)		Rp. 15,511,911,387

c. Biaya Overhead Pabrik (OP)

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Overhead} &= 40 \% \text{ GK} = 0.4 \text{ GK} \\
 &= 0.4 * \text{Rp. 3,566,400,000} \\
 &= \text{Rp. 1,426,560,000}
 \end{aligned}$$

d. Total biaya pembuatan (COM) = DPC + FPC + OP

$$\begin{aligned}
 \text{COM} &= \text{Rp. 281,380,790,072} + \text{Rp. 15,511,911,387} + \text{Rp. 1,426,560,000} \\
 &= \text{Rp. 298,319,261,460}
 \end{aligned}$$

2. Biaya Umum (GE)

General Expense (GE)		
Administrasi	15% GK	Rp. 534,960,000
Distribusi dan pemasaran	2% TPC	Rp. 1,130,029,241
LITBANG (R&D)	3% TPC	Rp. 1,695,043,861
Total GE		Rp. 3,360,033,102

Biaya produksi total (TPC) = GE + COM

$$\text{TPC} = \text{Rp. 3,360,033,102} + \text{Rp. 298,319,261,460} = \text{Rp. 301,679,294,562}$$

C. Penentuan Laba Perusahaan

Labanya perusahaan yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk.

Total penjualan per tahun = Rp. 324,999,983,880

Labanya kotor = Harga Jual - Biaya Produksi
 = Rp. 324,999,983,880 - Rp. 301,679,294,562
 = Rp. 23,320,689,318

Pajak penghasilan = 30 % dari labanya kotor
 = $(0.3 \times \text{Rp. } 23,320,689,318)$
 = Rp. 6,996,206,795

Labanya bersih = labanya kotor $\times (1 - \% \text{ pajak})$ (Vilbrant, hal. 252)
 = $\text{Rp. } 23,320,689,318 \times (1 - 0.3)$
 = Rp. 16,324,482,523

Nilai penerimaan *Cash Flow* setelah pajak (C_A):

C_A = Labanya bersih + Depresiasi alat
 = $\text{Rp. } 16,324,482,523 + \text{Rp. } 7,785,901,469$
 = Rp. 24,110,383,991

D. Analisis Probabilitas

D.1. Laju Pengembalian Modal (*Rate On Investment = ROI*)

ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan labanya tahunan sebagai usaha untuk mengembalikannya modal.

- ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{BT}} &= \frac{\text{Labanya kotor}}{\text{Modal tetap}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Rp. } 23,320,689,318}{\text{Rp. } 59,891,549,759} \times 100 \% \\ &= 38.94 \% \end{aligned}$$

- ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{AT}} &= \frac{\text{Labanya bersih}}{\text{Modal tetap}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Rp. } 16,324,482,523}{\text{Rp. } 59,891,549,759} \times 100 \% \\ &= 27.26 \% \end{aligned}$$

D.2. Lama Pengembalian Modal (POT)

POT adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari laba yang dihitung dikurangi penyusutan atau waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal investasi.

$$\begin{aligned}
 \text{POT} &= \frac{\text{Modal tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= \frac{\text{Rp.59,891,549,759}}{\text{Rp.24,110,383,991}} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= 2.5 \text{ tahun} \approx 3 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

D.3. Break Event Point (BEP)

BEP adalah titik dimana jika tingkat kapasitas pabrik berada pada titik tersebut maka pabrik tidak untung dan tidak rugi atau harga penjualan sama dengan biaya produksi.

$$\text{BEP} = \frac{\text{FPC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - (0,7 \text{ SVC} - \text{VC})} \times 100\%$$

Biaya produksi tetap (FPC) = Rp. 15,511,911,387

◆ Biaya semi variabel (SVC)

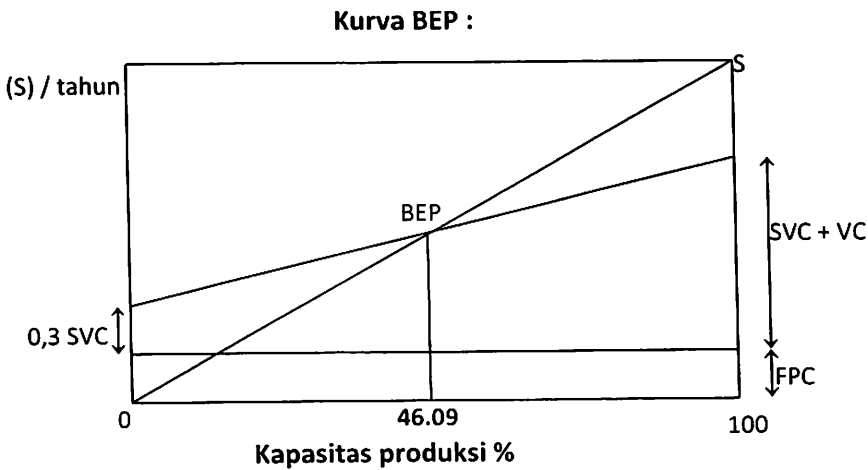
Biaya umum (GE)	Rp. 3,360,033,102
Biaya overhead	Rp. 1,426,560,000
<i>Operation Supplies</i>	Rp. 1,197,830,995
Biaya lab	Rp. 285,312,000
Gaji karyawan langsung	Rp. 3,566,400,000
<i>Supervise</i>	Rp. 534,960,000
Perawatan dan Pemeliharaan	Rp. 5,989,154,976
TOTAL	Rp. 16,360,251,073

Menghitung Biaya Variabel (VC)

- ◆ Bahan baku = Rp. 51,871,848,336
 - ◆ Utilitas = Rp. 217,270,269,150
 - ◆ Biaya pengemasan = Rp. 99,999,995
- Total VC = Rp. 269,242,117,481**

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \frac{\text{FPC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - (0,7 \text{ SVC} - \text{VC})} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp.15,511,911,387} + (0,3 \times \text{Rp.16,360,251,073})}{\text{Rp.324,999,983,880} - (0,7 \times \text{Rp.16,360,251,073} - \text{Rp.269,242,117,481})} \times 100\% \\
 &= 46.09 \%
 \end{aligned}$$



Gambar D.3.1 Kurva *Break Event Point* Pabrik Magnesium Klorida

Titik BEP terjadi pada kapasitas produksi = 46.09 % x 5000 ton/tahun
 = 2304.4429 ton/tahun

Nilai BEP untuk Pabrik Magnesium Klorida berada diantara nilai 40 – 60%, sehingga nilai BEP diatas memadai.

Untuk produksi tahun pertama kapasitas pabrik 80 % dari kapasitas yang sesungguhnya, sehingga keuntungan adalah :

$$\frac{\text{PBi}}{\text{PB}} = \frac{(100 - \text{BEP}) - (100 - \% \text{kapasitas})}{(100 - \text{BEP})}$$

Dimana :

PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

% kapasitas = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{\text{PBi}}{\text{Rp.16,324,482,523}} = \frac{(100 - 46.09) - (100 - 80)}{(100 - 46.09)}$$

$$\text{PBi} = \text{Rp. 10,268,412,545}$$

Sehingga *Cash Flow* setelah pajak untuk tahun pertama adalah :

$$\begin{aligned} CA_1 &= PB_i + \text{Depresiasi alat} \\ &= \text{Rp. } 10,268,412,545 + \text{Rp. } 7,785,901,469 \\ &= \text{Rp. } 18,054,314,013 \end{aligned}$$

D.4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal suatu pabrik yang masih boleh beroperasi

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0,3 \text{ SVC}}{S - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\ &= \frac{0.3 (\text{Rp. } 16,360,251,073)}{\text{Rp. } 324,999,983,880 - 0,7(\text{Rp. } 16,360,251,073) - \text{Rp. } 269,242,117,481} \times 100\% \\ &= 11.08 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik SDP terjadi pada kapasitas produksi} &= 11.08 \% \times 5000 \text{ ton/tahun} \\ &= 553.8877 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

D.5. Net Present Value (NPV)

Motode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih sekarang dengan nilai investasi sekarang dengan bunga bank 15%.

Langkah – langkah menghitung NPV :

a. menghitung C_{A_0} (tahun ke – 0) untuk masa konstruksi 2 tahun

$$\begin{aligned} C_{A-2} &= 40 \% \times \text{FCI} \times (1 + i)^2 \\ &= 40 \% \times \text{Rp. } 59,891,549,759 \times (1 + 0.15)^2 \\ &= \text{Rp. } 31,682,629,822 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A-1} &= 60\% \times \text{FCI} \times (1 + i)^1 \\ &= 60 \% \times \text{Rp. } 59,891,549,759 (1 + 0.15)^1 \\ &= \text{Rp. } 47,523,944,733 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A-0} &= - (C_{A-2} + C_{A-1}) \\ &= - (\text{Rp. } 31,682,629,822 + 47,523,944,733) \\ &= - \text{Rp. } 79,206,574,556 \end{aligned}$$

b. Menghitung NPV tiap tahun

$$\text{NPV} = C_A \times \text{Fd}$$

dimana : C_A = *Cash flow* setelah pajak

$$Fd = \text{faktor diskon} = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

n = tahun ke-n

i = tingkat bunga bank

Tabel D.1. Cash Flow untuk NPV selama 10 tahun dengan nilai sisa = 0

Tahun	Cash Flow/CA (Rp)	Fd (i = 0.15)	NPV1
0	-79,206,574,556	1.0000	-79,206,574,556
1	18,054,314,013	0.8696	15,699,403,490
2	24,110,383,991	0.7561	18,230,914,171
3	24,110,383,991	0.6575	15,852,968,845
4	24,110,383,991	0.5718	13,785,190,300
5	24,110,383,991	0.4972	11,987,122,000
6	24,110,383,991	0.4323	10,423,584,348
7	24,110,383,991	0.3759	9,063,986,389
8	24,110,383,991	0.3269	7,881,727,295
9	24,110,383,991	0.2843	6,853,675,909
10	24,110,383,991	0.2472	5,959,718,181
Nilai sisa	0	0.2472	0
WCI	8,983,732,464	0.2472	2,220,641,269
Jumlah			38,752,357,640

Karena harga NPV = (+) maka pabrik layak untuk didirikan dengan suku bunga 15%.

c. *Internal Rate of Return (IRR)*

Tabel D.2. Cash flow untuk IRR

Tahun	Cash Flow / CA (Rp)	Fd 15% 15	NPV1	20% 20	NPV2
0	-79,206,574,556	1.0000	-79,206,574,556	1.0000	-79,206,574,556
1	18,054,314,013	0.8696	15,699,403,490	0.8333	15,045,261,678
2	24,110,383,991	0.7561	18,230,914,171	0.6944	16,743,322,216

3	24,110,383,991	0.6575	15,852,968,845	0.5787	13,952,768,514
4	24,110,383,991	0.5718	13,785,190,300	0.4823	11,627,307,095
5	24,110,383,991	0.4972	11,987,122,000	0.4019	9,689,422,579
6	24,110,383,991	0.4323	10,423,584,348	0.3349	8,074,518,816
7	24,110,383,991	0.3759	9,063,986,389	0.2791	6,728,765,680
8	24,110,383,991	0.3269	7,881,727,295	0.2326	5,607,304,733
9	24,110,383,991	0.2843	6,853,675,909	0.1938	4,672,753,944
10	24,110,383,991	0.2472	5,959,718,181	0.1615	3,893,961,620
Nilai sisa	0	0.2472	0	0.1615	0
WCI	8,983,732,464	0.2472	2,220,641,269	0.1615	1,450,922,948
Jumlah			38,752,357,640		18,279,735,266

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} x (i_2 - i_1)$$

Dimana: i_1 = Bunga pinjaman ke-1 yang di trial 15%

i_2 = Bunga pinjaman ke-1 yang di trial 20%

$$= 15\% + \frac{Rp.38,752,357,640}{Rp.38,752,357,640 - Rp.18,279,735,266} x (20\% - 15\%)$$

$$= 24.46 \%$$

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (15%) maka pabrik Magnesium Klorida layak untuk didirikan.

BAB XII

KESIMPULAN

Pra rencana pabrik Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida ini diharapkan dapat mencapai hasil produksi yang maksimal sesuai dengan tujuan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dari hasil analisis yang dilakukan, pra rencana pabrik Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida ini layak untuk ditindaklanjuti dengan memperhatikan beberapa aspek berikut:

12.1. Segi Teknis

Ditinjau dari segi teknis, proses pembuatan Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida cukup menguntungkan karena hasil yang diperoleh cukup banyak dan kualitasnya cukup baik.

12.2. Segi Sosial

Pendirian pabrik ini dinilai cukup menguntungkan dilihat dari segi sosial karena dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat, dapat meningkatkan pendapatan per kapita daerah dan meningkatkan devisa negara.

12.3. Segi Lokasi

Penempatan pabrik Magnesium Klorida di daerah Pasuruan, Jawa Timur dinilai cukup menguntungkan dari segi lokasi karena:

- a. Bahan baku yang banyak terdapat di daerah Surabaya dan sekitarnya, sehingga letak pabrik mendekati lokasi bahan baku.
- b. Sarana transportasi yang cukup menunjang karena dekat dengan jalur lintas utama.
- c. Tenaga kerja yang tersedia cukup banyak.
- d. Persediaan utilitas yang cukup besar.
- e. Cukup dekat dengan daerah pemasaran.

12.4. Segi Ekonomi

Kebutuhan akan Magnesium Klorida semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya perkembangan industri di Indonesia, sedangkan sampai saat ini Indonesia masih terus mendatangkan dari luar negeri (import).

Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap pra rencana pabrik Magnesium Klorida, dinilai cukup menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut:

TCI = Rp. 68,875,282,222

ROI_{AT} = 27.26 %

ROI_{BT} = 38.94 %

POT = 3 tahun

BEP = 46.09 %

IRR = 24.46 %

DAFTAR PUSTAKA

- Austin George. T, Sherever, 1986. *Chemical Proses Industries*, fifth edition, Mc. Grow Hill-Book Company, Singapore.
- Brownell, E. Lloyd and Young, H. Edwin, 1959. "*Process Equipment Design*", First Edition, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Brown, G. G, 1950. "*Unit Operation*", First edition, John Willey and Son Inc, New York.
- C Vannes M. M, J. M. Smith H. Abbot 1996. "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*". Fourth Edition. McGraw-Hill Book CompanyInc. New York.
- Ettouney. 2002. *Fundamentals of Salt Water Desalination*. Department of Chemical Engineering College of Engineering and Petroleum Kuwait University. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Geankoplis, J. Christie, 1993. "*Transport Processes And Unit Operations*", Third Edition, Prentice Hall of India, New Delhi.
- Hesse, H. C, 1945. "*Process equipment design, First edition*", D, Van NostrandCompany, United States of America.
- Kainer. 2003. "*Inorganic Chemistry*", John Willey and Sons Inc. New York.
- Kern, Q. Donald, 1988. "*Process Heat Transfer*", McGraw-Hill Book Company, New York.
- Kirk, R.E. dan Othmer, D.F. 1981. "*Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*". John Wiley and Sons Inc. New York.
- McCabe, L. Warren, 1993. "*Unit Operation of Chemical Engineering*", Fifth Edition, McGraw – Hill, Inc, Singapore.
- Peters, S. Max and Timmerhaus, D. Klaus.,1991. "*Plant Design And Economics For Chemical Engineers*", Fourth Edition, McGraw-Hill, Inc., New York.
- Perry, Robert H. 1997. "*Perry's Chemical Engineer's' Handbook*". McGraw-Hill Book Company Inc. New York.
- Ulrich, D. Gael.,1984. "*A Guide To Chemical Engineering Process Design And Economics*". New York: John Wiley and Sons.

Vogel. 1979. "*Textbook of Macro and Semimacro Qualitative Inorganic Analysis*". G Svehla, Longman Inc. New York.