

PRA RENCANA PABRIK

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

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR**

SKRIPSI

Disusun oleh:

Z E F R I 10.14.921



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

THE
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
UNITED STATES DEPARTMENT OF JUSTICE
WASHINGTON, D. C. 20535

MEMORANDUM

TO :

FROM :

SUBJECT:

RE: [REDACTED]

1. [REDACTED]

2. [REDACTED]

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

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

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR**

SKRIPSI

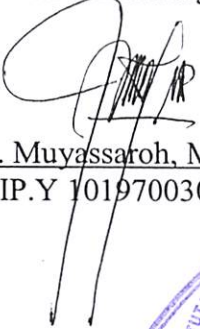
Diajukan sebagai syarat menempuh wisuda
Sarjana pada jenjang Strata Satu (S-1)
Di Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun oleh:

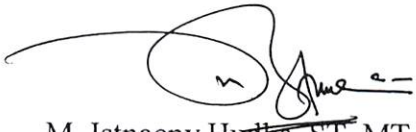
Z E F R I 10.14.921

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 : ZEFRI
NIM : 1014921
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 : Zefri
NIM : 1014921
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 KAPASITAS PRODUKSI 5000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR

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,



Zefri
10.14.921

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

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK	viii
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 PERALATAN	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 PURSTAKA	ix

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 D-55
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 9.1.	Peta Lokasi Pabrik Magnesium Klorida	IX - 5
Gambar 9.2.	Tata Letak Bangunan Pabrik Magnesium Klorida	IX - 7
Gambar 9.3.	Tata Letak Peralatan Pabrik Magnesium Klorida	IX - 9
Gambar 11.1.	Kurva BEP	XI - 6
Gambar E.1.	Grafik Hubungan antara Indeks Harga Alat dengan Tahun APP E-2	

ABSTRAK

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.

Kata kunci: Magnesium Klorida

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 industri magnesium klorida memiliki peluang pasar yang cukup besar.

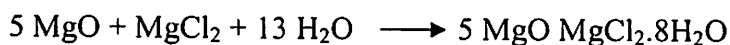
Tabel 1.1. Impor magnesium klorida di Indonesia

Tahun	Impor
	Berat (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 magnesita yang didapatkan dari kalsinasi magnesit dan magnesita yang terdapat dalam larutan garam.



Penggunaannya 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 Magnesium Klorida ini dapat dilihat pada tabel 1.2 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

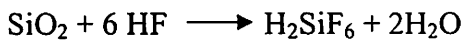
1.4.3. Silicon Dioxide

Sifat-sifat fisik

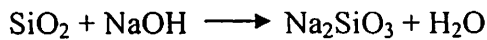
Rumus molekul	: SiO ₂
Massa molekul	: 60,08 gr/mol
Titik didih	: 2230°C
Titik beku	: 1650°C
Densitas	: 2,2 g/cm ³
Kelarutan dalam air	: 0,012 g/100 ml

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/cm ³

Sifat kimia

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

C. Produk

1.4.6. Magnesium Klorida

Sifat-sifat fisik

Rumus molekul	: MgCl_2
Massa molekul	: 95,211 g/mol (anhidrat) : 203,31 g/mol (heksahidrat)
Warna	: Putih atau Kristal padat tidak berwarna
Densitas	: 2,32 g/cm ³ (anhidrat) : 1,56 g/cm ³ (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:

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

$$M = 3169,90 (1 + 0,00727) ^ 7$$

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

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

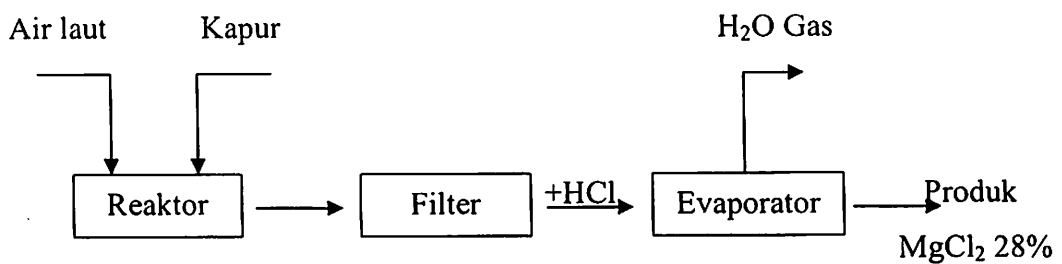
SELEKSI PROSES DAN URAIAN PROSES

2.1. Seleksi Proses

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

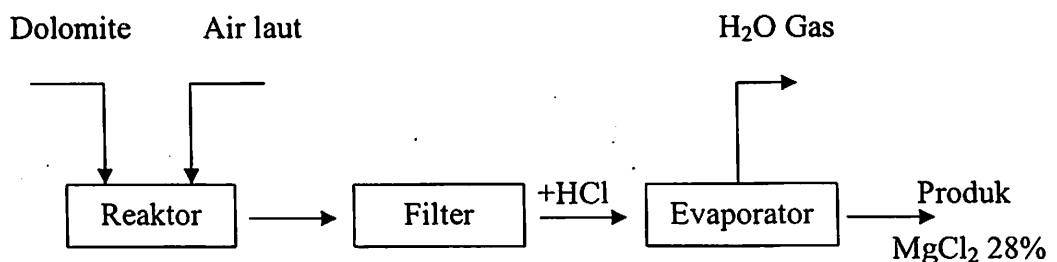
1. Pembuatan Magnesium Klorida dari air laut dan kapur
2. Pembuatan Magnesium Klorida dari Dolomite dan air laut
3. Pembuatan Magnesium Klorida dari Bittern
4. Pembuatan Magnesium Klorida dari Carnallite
5. Pembuatan Magnesium Klorida dari air garam bawah tanah
6. Pembuatan Magnesium Klorida dari Magnesium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

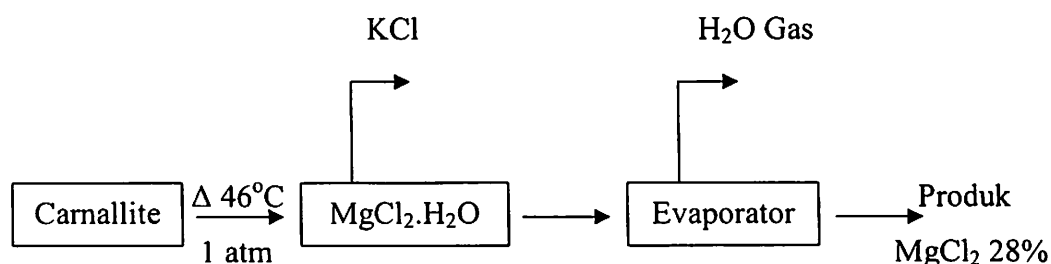
2.1.2. Pembuatan dari Dolomite dan air laut



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

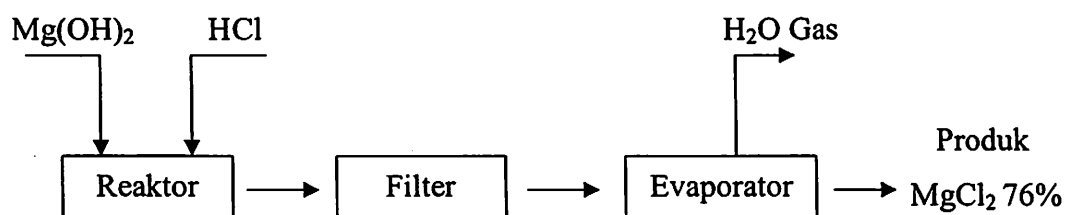
Pabrik yang menggunakan teknologi ini adalah Moss Landing California milik Kaiser Chemical Division. Di Pascagoula, Missisipi, Corning Glass Work membuat garam magnesium dari sumber yang sama. (Kainer, 2003)

2.1.3. Pembuatan dari Carnallitte



Carnallite adalah salah satu mineral magnesium yang banyak terdapat di kerak bumi. Proses utama yang terjadi pada pembuatan magnesium klorida dari carnallite ($\text{KCl MgCl}_2 \text{H}_2\text{O}$) 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 dipisahkan 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 2.1. 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%	76%
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:

- a. produk yang dihasilkan menghasilkan kemurnian produk yang lebih tinggi.

- b. Hasil samping yang sedikit.
- c. Bahan baku yang mudah diperoleh.

2.3. Uraian Proses

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

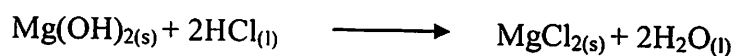
1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemisahan dan pemurnian
4. Tahap penanganan produk

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

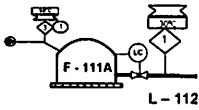
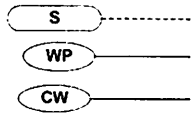
Aliran cairan yang keluar dari filter press (H-122) dialirkan ke evaporator (V-120) dengan temperatur 80°C dan tekanan 1 atm sehingga HCl dan air teruapkan, kemudian HCl dan air yang teruapkan dikondensasikan pada kondensor dan aliran HCl dan air tersebut dinetralkan pada perlakuan pengolahan limbah.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

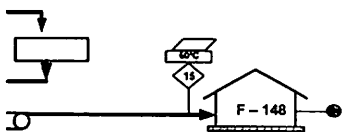
Kristal Magnesium Klorida dari bin (F-145) selanjutnya menuju ke mesin pengemas (F-146) untuk dikemas. Produk yang telah dikemas dimasukkan ke dalam gudang penyimpanan produk (F-148) dengan menggunakan konveyor (J-147), dan produk siap untuk dipasarkan.



15	WC	WEIGHT CONTROLLER
14	TC	TEMPERATURE CONTROLLER
13	CW	COOLING WATER
12	FC	FLOW CONTROLLER
11	SC	STEAM CONDENSAT
10	CTWR	COOLING TOWER WATER RETURN
9	S	STEAM
8	WP	WATER PROCESS
7	LC	LEVEL CONROLLER
6		PRESSURE
5		ALIRAN GAS
4		ALIRAN PADATAN
3		ALIRAN FLUIDA
2		TEMPERATUR
1		NOMER ALIRAN
NO	SIMBOL	KETERANGAN

31	E-143	HEATER	1
30	B-144	CYCLONE	1
29	G-141 B	BLOWER	1
28	F-113	TANGKI HCl 10 %	1
27	J-117	BUCKET ELEVATOR	1
26	E-114	KONDENSOR	1
25	J-117	BUCKET ELEVATOR	1
24	F-148	TANGKI MgCl ₂	1
23	F-111A	TANGKI HCl	1
22	L-131	POMPA	1
21	F-146	PENGEMAS	1
20	F-145	BIN	1
19	F-143	BAK PENAMPUNG	1
18	L-119	POMPA	1
17	B-140	ROTARY DRYER	1
16	J-142 B	BELT ELEVATOR	1
15	J-142 A	BELT ELEVATOR	1
14	L-112	POMPA	1
13	X-130	KRISTALISER	1
12	H-141	CENTRIFUGE	1
11	L-123	POMPA	1
10	L-121	POMPA	1
9	V-120	EVAPORATOR	1
8	F-118	BIN	1
7	C-116	HAMMER MILL	1
6	H-122	FILTER PRESS	1
5	E-132	KONDENSOR	1
4	G-141 A	FILTER UDARA	1
3	J-115	BELT CONVEYOR	1
2	F-111 B	TANGKI Mg(OH) ₂	1
1	R-110	REAKTOR	1
No	KODE	NAMA ALAT	JUMLAH

145

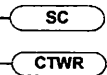


147

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

**FLOW SHEET PRA RENCANA PABRIK
PEMBUATAN MAGNESIUM Klorida
DARI MAGNESIUM HIDROKSIDA DAN ASAM Klorida
DENGAN KAPASITAS 5000 TON/TAHUN**

DIRANCANG OLEH :	DISETJUI DOSEN PEMBIMBING :
ANDANG YUWANA 10.14.904 ZEFRI 10.14.921	Ir. MUYASSAROH, MT M. ISTNAENY H, ST, MT



11	12	13	14	15
	30,9619			30,9619
			11,6099	
30,9192				
0,2783	13,6378		7,9489	5,6889
	2,0740			2,0740
		3327,7106	3327,7106	
	5,9257			5,9257
	17,7771			17,7771
	580,4954			568,8855
333,6706				
364,8681	650,8719	3327,7106	3347,2694	631,3131

BAB III NERACA MASSA

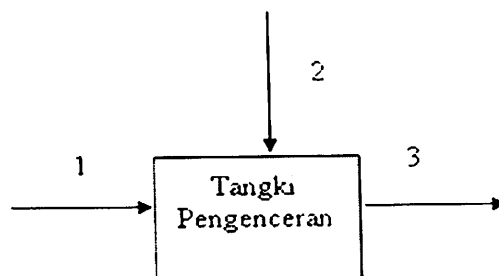
Kapasitas produksi = 5000 ton/tahun
 = 15.1515 ton/hari
 = 631.3131 kg/jam

(330 hari, 24 jam operasi)

Basis = 623.7596 kg/jam bahan baku

1. Tangki Pengenceran (F-114)

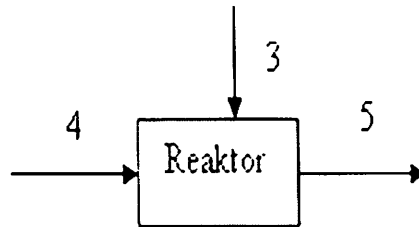
Fungsi: Untuk mengencerkan HCl 37% menjadi HCl 10%



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)

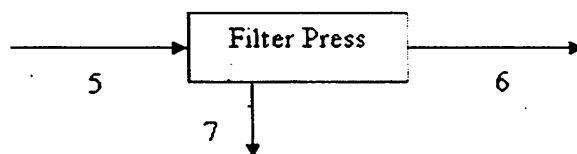
Fungsi: Sebagai tempat mereaksikan $Mg(OH)_2$ dan HCl



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)

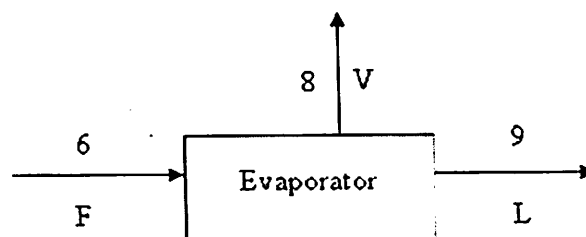
Fungsi: Sebagai pemisah antara padatan dan cairan



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)

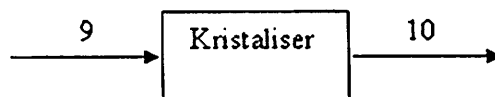
Fungsi: Untuk memekatkan MgCl₂ dengan cara menguapkan air dan HCl



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)

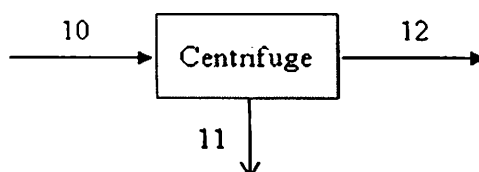
Fungsi: Untuk mengkristalkan bahan



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)

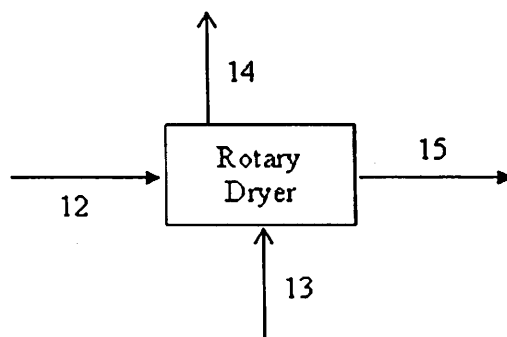
Fungsi: Untuk memisahkan kristal dari pelarutnya



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

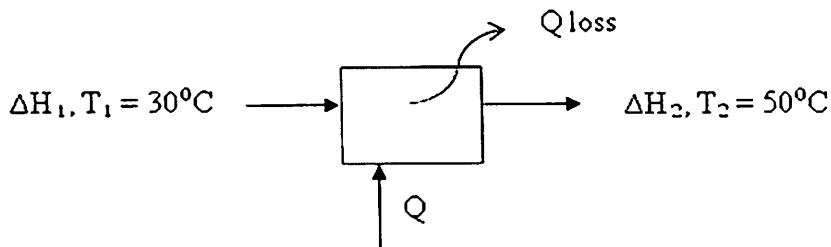
BAB IV

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

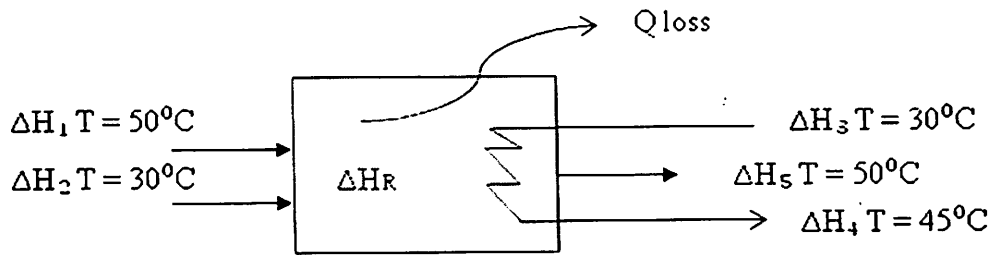
Q = Panas yang terkandung steam

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 $Mg(OH)_2$ masuk Reaktor

ΔH_3 = Panas yang terkandung dalam air pendingin masuk coil

ΔH_4 = Panas yang terkandung dalam air keluar coil

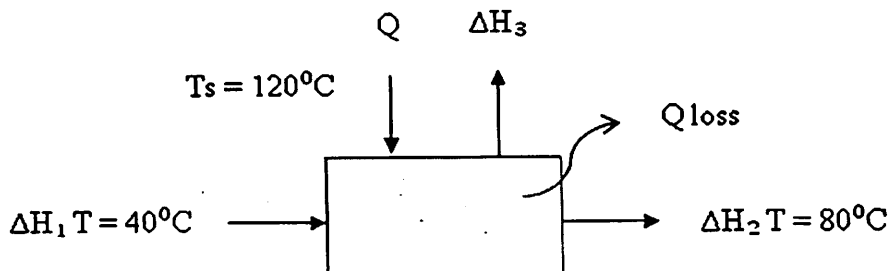
ΔH_5 = Panas yang terkandung dalam produk keluar Reaktor

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

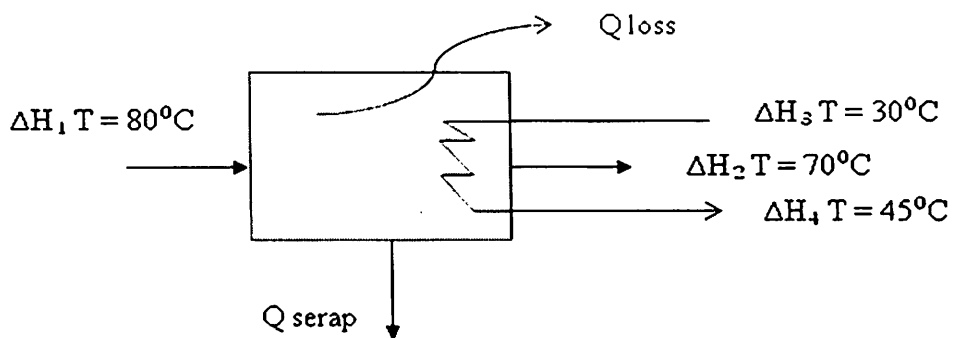
Q = Panas steam yang dibutuhkan

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

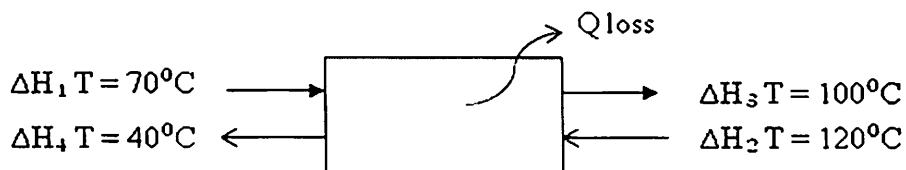
Q serap = Panas air pendingin keluar

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

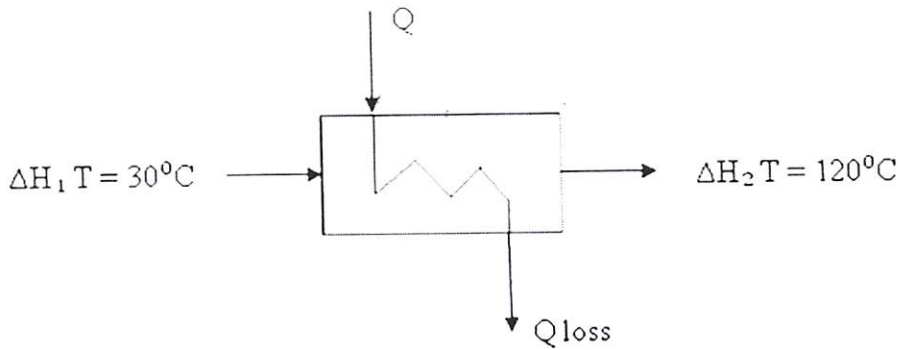
ΔH_4 = Panas yang terkandung dalam udara keluar rotary dryer

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

$Q \text{ loss}$ = 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	$Q \text{ loss}$	= 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 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (F-111B)

Fungsi : Untuk menyimpan $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 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 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 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 $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 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
Type	: 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
Tipe	: 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

asumsikan volume ruang kosong = 20% volume liquid serta volume coil dan pengaduk = 10% volume liquid

$$\begin{aligned} \text{Volume ruang kosong} &= 20\% \times 75.1073 \text{ ft}^3 \\ &= 15.0215 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume coil dan pengaduk} &= 10\% \times 75.1073 \text{ ft}^3 \\ &= 7.5107 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi volume total} &= V \text{ liquid} + V \text{ ruang kosong} + V \text{ (coil dan pengaduk)} \\ &= 75.1073 \text{ ft}^3 + 15.0215 \text{ ft}^3 + 7.5107 \text{ ft}^3 \\ &= 97.6395 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

b. Menentukan dimensi vessel

1. Menghitung diameter vessel

$$\text{Diasumsikan : } L_s = 1.5 \text{ di}$$

$$\text{Volume total} = V \text{ tutup bawah} + V \text{ silinder} + V \text{ tutup atas}$$

$$\text{Volume total} = \frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tg}(1/2\alpha)} + \frac{\pi \cdot di^2}{4} \cdot L_s + 0.0847 \text{ di}^3$$

$$97.6395 = \frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tg}(60)} + \frac{\pi \cdot di^2}{4} \cdot L_s + 0.0847 \text{ di}^3$$

$$97.6395 = \frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tg}(60)} + \frac{\pi \cdot di^2}{4} \cdot (1.5 \text{ di}) + 0.0847 \text{ di}^3$$

$$di^3 = 72.9906 \text{ ft}^3$$

$$di = 4.1198 \text{ ft} = 49.4378 \text{ in}$$

2. Menghitung tinggi liquid dalam shell

$$V_L = V \text{ liquid dalam silinder} + V \text{ tutup bawah}$$

$$75.1073 \text{ ft}^3 = \frac{\pi \cdot di^2 \cdot L_{ls}}{4} + \frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tg}(1/2\alpha)}$$

$$75.1073 \text{ ft}^3 = \left[\frac{\pi}{4} (4.2286)^2 \times L_{ls} \right] + \frac{\pi (4.2286)^3}{24 \cdot \text{Tg } 60}$$

$$L_{ls} = 4.9439 \text{ ft} = 59.3268 \text{ in}$$

Menentukan P design (Pi)

$$\begin{aligned} \text{Tekanan hidrostatik (Ph)} &= \frac{\rho \times (H-1)}{144} \\ &= \frac{61.683 \times (4.9439 - 1)}{144} = 1.6894 \text{ Psi} \end{aligned}$$

$$\text{Operasi} = 1 \text{ atm} = 14.7 \text{ Psi}$$

$$\text{P design} = 16.3894 \text{ Psig}$$

Menentukan tebal silinder (ts)

$$\begin{aligned} &= \frac{P_i \cdot d_i}{2(f \cdot E - 0.6 P_i)} + C \\ &= \frac{16.3894 \times 49.4378}{2(18750 \times 0.8) - (0.6 \times 16.3894)} + \frac{1}{16} \\ &= 0.0270 + \frac{1}{16} \approx \frac{3}{16} \end{aligned}$$

Standarisasi do

$$\begin{aligned} d_o &= d_i + 2 \cdot t_s \\ d_o &= 49.4378 \text{ in} + 2 \cdot \frac{3}{16} \text{ in} \\ d_o &= 49.8128 \text{ in} = 4.1511 \text{ ft} \end{aligned}$$

Standarisasi do = 48 in (Brownell & Young, tabel 5.7 hal 90)

$$\begin{aligned} d_i &= d_o - 2 \cdot t_s \\ d_i &= 48 \text{ in} - 2 \cdot \frac{3}{16} \text{ in} \\ d_i &= 47.625 \text{ in} = 3.9688 \text{ ft} \end{aligned}$$

Tek hubungan antara Ls dan di :

$$\begin{aligned} \text{Volume total} &= \frac{\pi \cdot d_i^3}{24 \cdot \tan 1/2\alpha} + \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} \cdot L_s + 0.0847 \cdot d_i^3 \\ 97.6395 &= \frac{\pi (3.9688)^3}{24 \cdot 1.732} + \frac{\pi (3.9688)^2}{4} L_s + 0.0847 (3.9688)^3 \end{aligned}$$

$$L_s = 7.0866 \text{ ft} = 85.0395 \text{ in}$$

$$s = \frac{7.0866}{3.9688} = 1.79 > 1.50 \text{ (memenuhi)}$$

$$li = 3.9688$$

2. Menentukan dimensi tutup

2.1. Menentukan tebal tutup atas berbentuk standart dished

$$di = 47.63 \text{ in}$$

$$icr = 6\% \quad di = 2.8575 \text{ in}$$

$$f = 2 \text{ (Brownell \& Young, tabel 5.6 hal 88)}$$

Dari Brownell & Young, persamaan 13.12 hal 25

$$th_a = \frac{0.885 \times P_i \times di}{f \times E - 0.1 P_i} + C$$

$$th_a = \frac{0.885 \times 16.3894 \times 47.63}{18750 \times 0.8 - 0.1 \times 16.3894} + \frac{1}{16}$$

$$th_a = 0.0461 + \frac{1}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tinggi tutup atas (th_a)

$$a = di/2 = 47.63 / 2 \text{ in} = 23.8125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = 23.8125 - 2.8575 \text{ in} = 20.9550 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = 47.63 - 2.8575 \text{ in} = 44.7675 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = \sqrt{(44.7675)^2 - (20.9550)^2} = 39.56 \text{ in}$$

$$b = r - AC = 47.63 - 39.56 \text{ in} = 8.07 \text{ in}$$

$$th_a = \frac{th_a}{16} + b + sf = \frac{3}{16} + 8.07 + 2 \text{ in} = 10.2525 \text{ in}$$

2.2. Menentukan tebal tutup bawah

Tebal tutup bawah (th_b) berbentuk conical dengan $\alpha = 12$

$$th_b = \frac{P_i \cdot de}{2(f \cdot E - 0.6 P_i) \cos 60} + C \quad \text{dimana } de = di$$

$$= \frac{16.389 \times 47.63}{2 \left(\frac{18750}{0.8} - 0.6 \times 16.389 \right) \times 0.5} + \frac{1}{16}$$

$$= 0.0521 + \frac{1}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

di Brownell & Young, tabel 5.6 hal 88 untuk $t_s = 3/16$ in maka $sf = 1.5-2$. diambil harga $sf = 2$ in
 tinggi tutup bawah (hb):

$$= \frac{1 / 2 \text{ di}}{\text{tg } 1/2 \alpha}$$

$$= \frac{0.5 \times 47.63}{1.732} = 13.7486 \text{ in}$$

$$= b + sf = 13.7486 + 2 \text{ in} = 15.7486 \text{ in}$$

dari perhitungan diatas, maka diperoleh dimensi reaktor sebagai berikut:

$$= 48 \text{ in} \quad \text{th}_a = \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$= 47.63 \text{ in} \quad \text{th}_b = \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$= 71.445 \text{ in} \quad \text{ha} = 10.2525 \text{ in}$$

$$= \frac{3}{16} \text{ in} \quad \text{hb} = 15.7486 \text{ in}$$

$$\text{tinggi reaktor} = \text{hb} + \text{L}_s + \text{ha}$$

$$= 15.7486 + 71.445 + 10.2525 \text{ in}$$

$$= 97.4461 \text{ in} = 8.1205 \text{ ft}$$

2. Perhitungan pengaduk

perencanaan pengaduk :

jenis pengaduk : Axial turbin 4 blades sudut 45° (G.G. Brown hal 507)

bahan impeller : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

bahan poros pengaduk : Hot Roller SAE 1020

dari G.G. Brown hal 507 diperoleh data-data sebagai berikut:

$$D_t/D_i : 2.4 - 3.0$$

$$Z_i/D_i : 0.75 - 1.3$$

$$Z_i/D_i : 2.7 - 3.9$$

$$W/D_i : 0.17$$

mana:

D_t = Diameter dalam dari silinder

D_i = Diameter impeller

Menentukan diameter impeller

$$D_i = 3.0$$

$$D_i = D_t/3.0$$

$$D_i = 47.63 \text{ in} / 3.0 = 15.875 \text{ in} = 1.3229 \text{ ft}$$

Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki

$$D_i = 0.9$$

$$Z_i = 0.9D_i$$

$$Z_i = 0.9 \times 15.875 \text{ in} = 14.2875 \text{ in}$$

Menentukan panjang impeller

$$D_i = 1/4 \quad (\text{Geankoplis, tabel 3.4-1 hal 144})$$

$$L = 1/4 D_i$$

$$L = 0.25 \times 15.875 \text{ in} = 3.9688 \text{ in}$$

Menentukan lebar impeller

$$W/D_i = 0.17$$

$$W = 0.17D_i$$

$$W = 0.17 \times 15.875 \text{ in} = 2.6988 \text{ in}$$

Menentukan tebal blades

$$J/D_t = 1/12$$

$$J = 1/12 D_t$$

$$J = 47.63 \text{ in} / 12 = 3.9688 \text{ in}$$

Menentukan jumlah pengaduk

$$n = \frac{H \text{ liquida}}{2 \times D_i^2}$$

$$= \frac{4.9439 \text{ ft}}{2 \times (1.3229 \text{ ft})^2} = 1.412 \approx 1 \text{ buah}$$

Perhitungan daya pengaduk

$$P = \frac{\Phi \times \rho \times n^3 \times D_i^5}{g_c}$$

dimana:

P = daya pengaduk

Φ = power number

ρ = densitas bahan = 61.683 lb/ft³

D_i = diameter impeller = 15.875 in = 1.3229 ft

g_c = 32.2 lb.ft/dt².lbf

n = putaran pengaduk, ditetapkan $n = 150$ rpm = 2.5 rps
(Perry, edisi 6 hal 19-6)

Perhitungan bilangan Reyno (N_{Re})

$$N_{Re} = \frac{D^2 n \rho}{\mu} \quad (\text{Geankoplis, pers. 3.4-1 hal 144})$$

viskositas μ bahan = 1.3774 cp = 1.3774 x 6.7197 10⁻⁴ = 0.0009256 lb/ft.s

$$N_{Re} = \frac{(1.3229 \text{ ft})^2 \cdot 2.5 \cdot 61.683 \text{ lb/ft}^3}{0.000926 \text{ lb/ft.s}}$$

$$N_{Re} = 291,582.1199$$

dari Mc Cabe II hal 47, diketahui aliran liquid adalah turbulen ($N_{Re} > 2100$)

dari pers. 9.23 & 9.24 , diperoleh Mc Cabe hal 245 $\Phi = 6.3$

$$= \frac{6.3 \cdot 61.683 \cdot (2.5)^3 \cdot (1.3229)^5}{32.2}$$

$$= 764.0698 \text{ lb.ft/dt}$$

$$= 764.0698 / 550$$

$$= 1.3892 \text{ Hp} \approx 1.4 \text{ Hp}$$

Kehilangan-kehilangan daya:

1. Gain Losses (kebocoran daya pada proses dan bearing) diperkirakan 10% dari daya masuk.
2. Transmission System Losses (kebocoran belt atau gear) diperkirakan 15% dari daya masuk.

sehingga daya yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} P \text{ yang dibutuhkan} &= (0.1 + 0.15) P + P \\ &= (0.25 \cdot 1.4 \text{ Hp}) + 1.4 \text{ Hp} \\ &= 1.7365 \text{ Hp} \approx 2 \text{ Hp} \end{aligned}$$

li digunakan pengaduk dengan daya = 2 Hp

efisiensi motor adalah 90% (Timmerhouse, fig. 14-38)

$$= 2 / 90\% = 2.2222 \text{ Hp}$$

Perhitungan poros pengaduk

Diameter poros

$$T = \frac{\pi S D^3}{16} \quad (\text{Hesse, pers. 16-1 hal 465})$$

dimana:

$$T = \text{Momen puntir (lb.in} = \frac{63025 H}{N} \quad (\text{Hesse, hal 469})$$

$$H = \text{daya motor pada poros} = 2.2222 \text{ Hp}$$

$$N = \text{putaran pengaduk} = 150 \text{ rpm}$$

sehingga :

$$T = \frac{63025 \cdot 2.2222}{150} = 933.7037 \text{ lb.in}$$

Dari Hesse, tabel 16-1 hal 457 untuk bahan Hot Rolled Steel SAE 1020, mengandung karbon = 20%

$$\text{tension batas} = 36000 \text{ lb/in}^2$$

S = maksimum design shearing stress yang diijinkan

$$\begin{aligned} S &= 20\% \times 36000 \text{ lb/in}^2 \\ &= 7200 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Maka didapatkan diameter poros pengaduk (D) :

$$D = \left[\frac{16 \times T}{\pi \times S} \right]^{1/3} = \left[\frac{16 \times 933.7037 \text{ lb.in}}{3.14 \times 7200 \text{ lb/in}^2} \right]^{1/3} = 0.8722 \text{ in}$$

Panjang poros

rumus :

$$L = h + l - Z_i$$

dimana:

$$L = \text{Panjang poros (ft)}$$

$$Z_i = \text{jarak impeller dari dasar tangki} = 14.2875 \text{ in} = 1.1906 \text{ ft}$$

$$l = \text{panjang poros diatas bejana tangki} = 3.9688 \text{ in} = 0.3307 \text{ ft}$$

$$h = \text{tinggi silinder} + \text{tinggi tutup atas}$$

$$= 97.4461 + 10.2525 = 107.6986 \text{ in} = 8.9749 \text{ ft}$$

Jadi panjang poros pengaduk

$$L = 97.4461 + 10.2525 - 14.2875 \text{ in} = 93.4111 \text{ in} = 7.7843 \text{ ft}$$

kesimpulan dimensi pengaduk :

type : Axial turbin 4 blades sudut 45°

: Diameter impeller = 15.875 in

: Tinggi impeller dari dasar bejana = 14.2875 in

: lebar impeller = 2.6988 in

: panjang impeller = 3.9688 in

: tebal blades = 3.9688 in

: jumlah pengaduk = 1 buah

daya = 2.0 Hp

diameter poros = 0.8722 in

panjang poros = 93.4111 in

3. Perhitungan Nozzle

perencanaan :

Nozzle pada tutup atas standard dishead

Nozzle untuk pemasukan umpan/feed HCl

Nozzle untuk pemasukan umpan/feed $\text{Mg}(\text{OH})_2$

Nozzle untuk silinder reaktor

Nozzle untuk pemasukan coil

Nozzle untuk pengeluaran coil

Nozzle pada tutup bawah conical

Nozzle untuk pengeluaran produk

Gunakan flange standard type welding neck pa:

Nozzle untuk pemasukan umpan/feed HCl

Nozzle untuk pemasukan umpan/feed $Mg(OH)_2$

Nozzle untuk pemasukan coil

Nozzle untuk pengeluaran coil

Nozzle untuk pengeluaran produk

Dasar perhitungan

Nozzle pemasukan umpan/feed HCl

Rate umpan masuk = 1477.6865 kg/jam = 3257.7077 lb/jam

Densitas umpan = 61.683 lb/ft³

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}} \\ &= \frac{3257.7077 \text{ lb/jam}}{61.683 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 52.813657 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0.0147 \text{ ft}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhausse fig. 14.2 hal 498 maka didapatkan Di optimu

$$\begin{aligned} D_i \text{ opt} &= 3.9 \quad Q^{0.45} \quad \rho^{0.13} \\ &= 3.9 \quad 0.0147^{0.45} \quad 61.683^{0.13} \\ &= 1.0100 \text{ in} = 0.0842 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal 892 maka dipilih pipa 1.5 in IPS Sch. 80 dengan ukur :

$$\begin{aligned} ID &= 1.5 \quad \text{in} \\ OD &= 1.9 \quad \text{in} \\ A &= 0.01225 \quad \text{ft}^2 \end{aligned}$$

Nozzle pemasukan umpan/feed $Mg(OH)_2$

$$\text{Rate umpan masuk} = 623.7896 \text{ kg/jam} = 1375.2066 \text{ lb/jam}$$

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

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}} \\ &= \frac{1375.2066 \text{ lb/jam}}{61.683 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 22.2947 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0.0062 \text{ ft}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhause, fig. 14.2 hal 498 didapatkan Di optimum

$$\begin{aligned} \text{Di opt} &= 3.9 \quad Q^{0.45} \quad \rho^{0.13} \\ &= 3.9 \quad 0.0062^{0.45} \quad 61.683^{0.13} \\ &= 0.6843 \text{ in} = 0.0570 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal 892 maka dipilih pipa 1.5 in IPS Sch. 80 dengan ukur :

$$\text{ID} = 1.5 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 1.9 \text{ in}$$

$$\text{A} = 0.01225 \text{ ft}^2$$

2. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pendingin

$$\text{Rate air pendingin masu} = 76654.5859 \text{ kg/jam} = 168992.7001 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas air pendingin} = 62.1581 \text{ lb/ft}^3 \quad (\text{Geankoplis hal 855})$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{168992.7001 \text{ lb/jam}}{62.1581 \text{ lb/ft}^3} = 2718.7559 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0.7552 \text{ ft}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhause fig. 14.2 hal 498, didapatkan Di optimum

$$\begin{aligned} \text{Di opt} &= 3.9 \quad (Q)^{0.45} \quad (\rho)^{0.13} \\ &= 3.9 \quad (0.7552)^{0.45} \quad (62.1581)^{0.13} \\ &= 5.8796 \text{ in} = 0.4900 \text{ ft} \end{aligned}$$

ri Geankoplis, App. A5 hal 892, maka dipilih pipa 1/2 in IPS Sch. 80 dengan ukur :

$$\begin{aligned} ID &= 0.546 \text{ in} \\ OD &= 0.840 \text{ in} \\ A &= 0.00050 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Nozzle pengeluaran produk

$$\begin{aligned} \text{Rate produk keluar} &= 2101.4461 \text{ kg/jam} = 4632.8481 \text{ lb/jam} \\ \text{Densitas produk} &= 61.683 \text{ lb/ft}^3 \end{aligned}$$

rhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate produk keluar}}{\rho \text{ produk}} \\ &= \frac{4632.8481 \text{ lb/jam}}{61.683 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 75.1073 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0.0209 \text{ ft}^3/\text{det} \end{aligned}$$

ari Peter & Timmerhausse, fig. 14.2 hal 498 didapatkan Di optimum

$$\begin{aligned} Di \text{ opt} &= 3.9 \quad Q^{0.45} \quad \rho^{0.13} \\ &= 3.9 \quad 0.0209^{0.45} \quad 61.683^{0.13} \\ &= 1.1829 \text{ in} = 0.0986 \text{ ft} \end{aligned}$$

ari Geankoplis, App. A.5 hal 892 maka dipilih pipa 1.5 in IPS Sch. 80 dengan ukuran

$$\begin{aligned} ID &= 1.5 \text{ in} \\ OD &= 1.9 \text{ in} \\ A &= 0.01225 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

. Nozzle untuk manhole

lubang manhole dibuat berdasarkan standart yang ada ya: 20 in

(Brownell & Young fig. 3.15 hal 51 dengan data item 3, 4, 5 hal 351)

Berdasarkan fig. 12.2 Brownell & Young hal 221, didapatkan dimensi pi :

$$\begin{aligned} \text{Ukuran pipa nominal (NPS)} &: 20 \text{ in} \\ \text{Diameter luar pipa} &: 27 \frac{1}{2} \text{ in} \\ \text{Ketebalan flange minimum (T)} &: 1 \frac{11}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

Diameter bagian lubang menonjol (R)	:	23 in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	20 in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	22 in
Panjang julakan (L)	:	5 11/16 in
Diameter dalam flange (B)	:	19.25 in
Jumlah lubang baut	:	20 buah
Diameter baut	:	1 1/8 in

Dari Brownell & Young tabel 12.2 hal 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle,

Dipilih flange standart type welding neck dengan dimensi nozzle sebagai ber :

Nozzle A	=	Nozzle untuk memasukan feed HCl
Nozzle B	=	Nozzle untuk memasukan feed Mg(OH) ₂
Nozzle C	=	Nozzle untuk memasukan dan pengeluaran coil pendingin
Nozzle D	=	Nozzle untuk pengeluaran produk
Nozzle E	=	Nozzle untuk manhole
NPS	=	Ukuran pipa nominal (in)
A	=	Diameter luar flange (in)
T	=	Ketebalan flange minimum (in)
R	=	Diameter luar bagian yang menonjol (in)
E	=	Diameter hubungan atas (in)
K	=	Diameter hubungan pada titik pengelasan (in)
L	=	Panjang julakan (in)
B	=	Diameter dalam flange (in)

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	1 1/2	5	11/16	2 1/8	2 9/16	1.90	2 7/16	1.61
B	1 1/2	5	11/16	2 7/8	2 9/16	1.90	2 7/16	1.61
C	1/2	3 1/2	7/16	1 3/8	1 3/16	0.84	1 7/8	0.62
D	3 1/2	8 1/2	15/16	5 1/2	4 13/16	4.00	2 13/16	3.55
E	20	27 1/2	1 11/16	23	22	20	5 11/16	19.25

4. Perhitungan coil pendingin

Dalam reaktor, reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis dan beroperasi pada suhu 50°C. Sehingga diperlukan coil pendingin dengan air sebagai media pendingin sehingga reaksi tetap 50°C.

Dasar perancangan :

kebutuhan air pendingin dalam reaktor

$$76654.5859 \text{ kg/jam} = 168992.7001 \text{ lb/jam}$$

$$Q = 1149818.7888 \text{ kkal/jam} = 4562825.8996 \text{ Btu/jam}$$

$$M = \frac{Q}{C_p \times \Delta t} = \frac{4562825.8996 \text{ Btu/jam}}{0.999 \text{ Btu/lb}^\circ\text{F} \times (113 - 86)^\circ\text{F}}$$

$$= 169162.7146 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Steam masuk pada suhu } 120 \text{ }^\circ\text{C} = 248 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\text{Steam keluar pada suhu } 110 \text{ }^\circ\text{C} = 230 \text{ }^\circ\text{F}$$

Menggunakan coil pendingin dengan bentuk spiral

Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

(Brownell & Young, tabel 13.1 hal 251)

Menentukan ΔT LMTD :

$$t_1 = \text{Suhu bahan masuk} = 50 \text{ }^\circ\text{C} = 122 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$t_2 = \text{Suhu bahan keluar} = 50 \text{ }^\circ\text{C} = 122 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_1 = \text{Suhu air pendingin masuk} = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 86 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_2 = \text{Suhu air pendingin keluar} = 45 \text{ }^\circ\text{C} = 113 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\Delta t_1 = (122 - 113) = 9 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\Delta t_2 = (122 - 86) = 36 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\Delta T \text{ LMTD} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \Delta t_1 / \Delta t_2} = \frac{(9 - 36)}{\ln \frac{9}{36}} = 442.6230 \text{ }^\circ\text{F}$$

Menentukan suhu kalori:

$$T_c = 1/2 (122 + 122) = 122 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$t_c = 1/2 (86 + 113) = 99.5 \text{ }^\circ\text{F}$$

Ukuran pipa yang digunakan 2 in IPS Sch. 40. dengan ukuran

(Kern, tabel 11 hal 844)

$$D_o = 5.563 \text{ in} = 0.4636 \text{ ft}$$

$$D_i = 5.047 \text{ in} = 0.4206 \text{ ft}$$

$$a'' = 1.178 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$a_p = 12.7 \text{ in}^2 = 0.0882 \text{ ft}^2$$

Dasar perhitungan :

Koefisien perpindahan panas bagian dalam pipa coil pendingin

Diketahui :

$$h_{\text{steam}} = 1500 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}$$

h_{steam} = Koefisien perpindahan panas dari pipa luar yang dikoreksi terhadap diameter pipa dalam.

$$C_p = 0.45 \text{ Btu/lb.°F}$$

$$\mu = 0.024 \text{ cp}$$

$$k = 0.2 \quad (\text{Kern, tabel 5 hal 801})$$

$$D_i = 0.4900 \text{ ft}$$

Koefisien perpindahan panas bagian permukaan shell reaktor.

$$G_p = \frac{M}{a_p} = \frac{169162.7146 \text{ lb/jam}}{0.0882 \text{ ft}^2} = 1918065.4248 \text{ lb/h.ft}^2$$

$$N_{re} = \frac{D_i \times G_p}{\mu \times 2.42} = \frac{0.4900 \times 1918065.4248}{0.024 \times 2.42}$$

$$= 16180999.5604 > 2100 \quad (\text{Aliran Turbulen}) \quad (\text{Mc Cabe II hal 47})$$

$$J_H = 2000 \quad (\text{Kern, fig. 20.2 hal 718})$$

$$h_o = J_H \frac{k}{D_i} \left[\frac{C_p \mu}{k} \right]^{1/3} \left[\frac{\mu}{\mu W} \right]^{0.14}$$

Dimana:

$$\left[\frac{\mu}{\mu W} \right]^{0.14} = 1$$

hingga :

$$= 2000 \times \frac{0.2}{0.4900} \times \left[\frac{0.45 (0.024 \ 2.42)}{0.2} \right]^{1.3}$$

$$= 414.30861 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}$$

hantaran panas pada pipa dalam keadaan bersih

$$U_c = \frac{h_{io} \times h_o}{h_{io} + h_o} = \frac{1500 \times 414.30861}{1500 + 414.30861} = 324.64092 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}$$

hantaran panas pada pipa dalam keadaan kotor

$$U_d = \frac{U_c - U_d}{U_c \times U_d}$$

$$0.004 = \frac{324.6409 - U_d}{324.64092 \times U_d}$$

$$12986 U_d = 324.6409 - U_d$$

$$U_d = 133.6259 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}$$

luas permukaan perpindahan panas

$$A = \frac{Q}{U_d \times \Delta T \text{ LMTD}} = \frac{4562825.8996}{133.6259 \times 442.6230} = 77.1453 \text{ ft}^2$$

menghitung panjang lilitan

$$L = \frac{A}{a''} = \frac{77.1453}{1.178} = 65.4883 \text{ ft}$$

menghitung jumlah lilitan coil

$$n_c = \frac{L}{d_c \times \pi}$$

Dimana: $d_c = 0.65 \times d_i$

$d_i = \text{Diameter tangki}$

$$\text{sehingga } d_c = 0.65 \times 3.9688 \text{ ft} = 2.5797 \text{ ft} = 30.9563 \text{ in}$$

$$n_c = \frac{65.4883}{2.5797 \times \pi} = 8.0848 \approx 8 \text{ buah}$$

Menghitung tinggi lilitan coil

$$L_c = (n_c - 1) (D_o + \text{jarak 2 coil}) + D_o$$

Dimana:

$$\text{Diambil jarak 2 coil} = 1 \text{ in}$$

$$L_c = (8 - 1) (0.840 + 1) + 0.840$$

$$= 13.72 \text{ in} = 1.1433 \text{ ft}$$

Karena L_c (1.1433 ft) < L_{ls} (4.9439 ft), jadi perhitungan coil pendingin sudah memadai

6.5 Sambungan tutup (head) dengan dinding Reaktor

Bagian tutup reaktor dan bagian shell reaktor dihubungkan secara flange dan bolting untuk mempermudah perbaikan dan perawatan reaktor.

1. Flange

Dari Brownell & Young, app. D-4 hal 342, didapatkan

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

Tensile strength minimum: 75000 psia

Allowable stress (f) : 18750

Type flange : Ring flange loose type

2. Bolting

Dari Brownell & Young, app. D-4 hal 344, didapatkan

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347

Tensile strength minimum: 75000 psia

Allowable stress (f) : 15000

3. Gasket

Dari Brownell & Young, fig. 12.11 hal 228, didapatkan:

Bahan konstruksi : Flange metal, jacketed, asbestos filled, stainless steel

gasket factor (m) : 3.75

min design seating stress (y): 9000 psia

5.1. Perhitungan lebar gasket

Dari Brownell & Young, persamaan 12.2 hal 226

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{y - p m}{y - p (m + 1)}}$$

Dimana:

d_o = diameter luar gasket

d_i = diameter dalam gasket

y = yield stress (9000 psia)

p = internal pressure (14.7)

m = gasket factor (3.75)

Diketahui d_i gasket = d_o shell = 48 in = 4.0 ft

Maka didapatkan :

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{9000 - (14.7 \cdot 3.75)}{9000 - 14.7 (3.75 + 1)}}$$

$$\frac{d_o}{4.0} = 1.0008 \text{ ft}$$

4.0

$$d_o = 4.0033 \text{ ft} = 48.0395 \text{ in}$$

$$\text{Lebar gasket minimum} = \frac{d_o - d_i}{2} = \frac{48.0395 - 48}{2}$$

$$= 0.0197 \text{ in} \approx 1/16 \text{ in}$$

$$\text{Diambil gasket (n)} = 1/16 \text{ in} = 0.0625 \text{ in}$$

$$\text{Diameter rata-rata gaske(G)} = d_i + n$$

$$= 48 + 0.0625$$

$$= 48.0625 \text{ in} = 4.0052 \text{ ft}$$

5.2. Perhitungan jumlah dan ukuran baut (Bolting)

Perhitungan beban baut

Dari Brownell & Young, pers. 12.88 hal 240:

Beban gasket supaya tidak bocor (H_y)

$$W_{m2} = H_y = \pi b G y$$

Dari Brownell & Young, fig. 12.12 hal 2:

$$\begin{aligned} \text{Lebar setting gasket bawah} &= b_o = n/2 \\ &= \frac{0.0625}{2} = 0.0313 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan H_y :

$$\begin{aligned} H_y = W_{m2} &= 3.14 \times 0.0313 \times 48.0625 \times 9000 \\ &= 42445.1953 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.90 hal 240:

Beban baut agar tidak bocor (H_p)

$$\begin{aligned} H_p &= 2 \pi b G m p \\ &= 2 \times 3.14 \times 0.0313 \times 48.0625 \times 3.75 \times 14.7 \\ &= 519.95364 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.89 hal 240:

Beban karena tekanan dalam (H)

$$\begin{aligned} H &= \frac{\pi}{4} \times G^2 \times p \\ &= \frac{3.14}{4} \times (48.0625)^2 \times 14.7 \\ &= 26656.2901 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.91 hal 240:

Total berat beban pada kondisi operasi (W_{m1})

$$\begin{aligned} W_{m1} &= H + H_p \\ &= 26656.2901 + 519.95364 = 27176.2437 \text{ lb} \end{aligned}$$

Karena $W_{m2} > W_{m1}$, maka yang mengontrol adalah W_{m2}

Perhitungan luas minimum bolting area

Dari Brownell & Young, pers. 12.93 hal 240

$$Am2 = \frac{Wm2}{fa} = \frac{42445.1953}{15000} = 2.8297 \text{ in}^2 = 0.0197 \text{ ft}^2$$

Perhitungan bolting optimum

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal 188 :

$$\text{Ukuran bau} = 1 \text{ in}$$

$$\text{Root area} = 0.551 \text{ in}^2$$

$$\text{Jumlah bolting optimum} = \frac{Am2}{\text{Root area}} = \frac{2.8297}{0.551} = 5.1355 \approx 6 \text{ buah}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal 188 :

$$\text{Bolt spacing} = 2.25 \text{ in}$$

$$\text{Minimum radial distance (R)} = 1.375 \text{ in}$$

$$\text{Edge distance (E)} = 1.0625 \text{ in}$$

Bolting circle diameter (C):

$$C = di \text{ shell} + 2 (14.5 go + R)$$

Dimana:

$$di \text{ shell} = 47.63 \text{ in}$$

$$go = \text{tebal shell (ts)} = 3/16 \text{ in}$$

maka :

$$\begin{aligned} C &= 47.63 + 2 (14.5 \cdot 3/16 + 1.375) \\ &= 55.8125 \text{ in} \end{aligned}$$

Diameter luar flange

$$OD = C + 2 E$$

$$= 55.8125 + (2 \times 1.0625) = 57.9375 \text{ in}$$

Check lebar gasket :

$$Ab \text{ actual} = \text{jumlah bolt} \times \text{root area}$$

$$= 6 \times 0.551 = 3.306 \text{ in}^2$$

Lebar gasket minimum

$$\begin{aligned}
 L &= A_b \text{ actual} \times \frac{f}{2 \pi y G} \\
 &= 3.306 \times \frac{15000}{2 \pi \cdot 9000 \cdot 48.0625} \\
 &= 0.0183 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Karena $L < 0.125 \text{ in}$, jadi perhitungan bolting optimum memenuhi

Perhitungan Moment

Dari Brownell & Young, pers. 12.94 hal 242, untuk keadaan bolting up (tanpa tekanan uap dalam)

$$\begin{aligned}
 W &= \left[\frac{A_m + A_b}{2} \right] f_a = \left[\frac{2.8297 + 3.306}{2} \right] 15000 \\
 &= 46017.598 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.101 hal 242

$$hG = \frac{C - G}{2} = \frac{55.8125 - 48.0625}{2} = 4 \text{ in}$$

Moment flange (M_a)

Dari Brownell & Young, hal 243

$$\begin{aligned}
 M_a &= W hG \\
 &= 46017.598 \times 4 = 178318.1909 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.95 hal 243

Dalam kondisi operasi

$$W = W_{m1} = 27176.2437 \text{ lb}$$

Hidraustic and force pada daerah dalam flange (HD)

Dari Brownell & Young, pers. 12.96 hal 243

$$HD = 0.785 B^2 p$$

Dimana:

$$B = \text{do shell reaktor} = 48 \text{ in}$$

$$p = \text{tekanan operasi} = 14.7 \text{ lb/in}^2$$

naka :

$$\begin{aligned} HD &= 0.785 (48)^2 14.7 \\ &= 26587.008 \text{ lb} \end{aligned}$$

arak radial bolt circle pada aksi (hD)

Dari Brownell & Young, pers. 12.100 hal 243

$$hD = \frac{C - B}{2} = \frac{55.8125 - 48}{2} = 3.9063 \text{ in}$$

Moment MD

Dari Brownell & Young, pers. 12.96 hal 243

$$\begin{aligned} MD &= HD \times hD \\ &= 26587.008 \times 3.9063 = 103855.5000 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.98 hal 243

$$\begin{aligned} HG &= W - HD \\ &= 27176.2437 - 26587.008 = 589.2357 \text{ lb} \end{aligned}$$

Moment MG

Dari Brownell & Young, pers. 12.98 hal 242

$$\begin{aligned} MG &= HG \times hG \\ &= 589.2357 \times 4 = 2283.2884 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.97 hal 242

$$\begin{aligned} HT &= H - HD \\ &= 26656.2901 - 26587.008 = 69.2821 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.102 hal 244

$$hT = \frac{hD + hG}{2} = \frac{3.9063 + 4}{2} = 3.8906 \text{ in}$$

Moment MT

Dari Brownell & Young, pers. 12.97 hal 244

$$\begin{aligned} MT &= HT \times hT \\ &= 69.2821 \times 3.8906 = 269.5506 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Moment total pada keadaan operasi (M_o):

$$\begin{aligned} M_o &= MD + MG + MT \\ &= 103855.5000 + 2283.2884 + 269.5506 \\ &= 106408.3390 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Karena $M_o > M_a$, maka $M_{max} = M_o = 106408.3390 \text{ lb.in}$

5.5.3. Perhitungan tebal flange

Dari Brownell & Young, pers. 12.85 hal 239

$$fT = \frac{Y \cdot M_o}{t^2 \cdot B}$$

Sehingga didapat rumus:

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}} \quad \text{dan} \quad k = A/B$$

Dimana:

$$A = \text{diameter luar flange} = 57.9375 \text{ in}$$

$$B = \text{diameter luar shell} = 48 \text{ in}$$

$$f = \text{stress yang di iijinkan untuk bahan flange} = 18750 \text{ psia}$$

maka :

$$k = \frac{57.9375}{48} = 1.2070$$

Dari Brownell & Young, fig. 12.22 hal 238 didapatk :

$$Y = 8$$

$$M = 106408.3390 \text{ lb.in}$$

Sehingga tebal flang

$$\begin{aligned} t &= \sqrt{\frac{8 \times 106408.3390}{18750 \times 48}} \\ &= 0.9725 \text{ in} \end{aligned}$$

Kesimpulan perancangan :**1. Flange**

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
Tensile strength minimum	:	75000 psia
Allowable stress (f)	:	18750
Tebal flange	:	0.9725 in
Diameter dalam (Di) flange	:	48 in
Diameter luar (Do) flange	:	57.9375 in
Type flange	:	Ring flange loose type

2. Bolting

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347
Tensile strength minimum	:	75000 psia
Ukuran baut	:	1 in
Jumlah baut	:	6 buah
Allowable stress (f)	:	15000

3. Gasket

Bahan konstruksi	:	Asbestos filled
Gasket factor (m)	:	3.75
Min design seating stress (y):	:	9000 psia
Tebal gasket (n)	:	1/16 in

6. Perhitungan sistem penyangga reaktor

Sistem penyangga dirancang agar mampu untuk penyangga beban reaktor dan perlengkapannya.

Beban-beban yang ditahan oleh penyangga reaktor meliputi:

- Beban shell reaktor
- Berat tutup atas standard dishead
- Berat tutup bawah reaktor
- Berat liquid dalam reaktor
- Berat pengaduk dan perlengkapannya
- Berat coil pemanas
- Berat attachment

Dasar perhitungan:

Berat shell reaktor

Rumus :

$$W_s = \frac{\pi}{4} (d_o^2 - d_i^2) H \cdot \rho$$

Dimana:

- W_s = Berat shell reaktor (lb)
- d_o = Diameter luar shell = 48 in = 4.0 ft
- d_i = Diameter dalam shell = 47.63 in = 3.9688 ft
- H = Tinggi shell reaktor (L_s) = 85.0395 in = 7.0866 ft
- ρ = Densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal 3-95, steel cold drawn)

Berat shell reaktor :

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{\pi}{4} (4.0^2 - 3.9688^2) \cdot 7.0866 \cdot 489 \\ &= 677.4203 \text{ lb} = 307.27108 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat tutup atas standard dishead

Rumus :

$$Wd = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 6.28 L \cdot h \quad (\text{Hesse, persamaan 4-16 hal 92})$$

Dimana:

$$Wd = \text{berat tutup atas reaktor (lb)}$$

$$A = \text{luas tutup atas standard dishead (ft}^2\text{)}$$

$$t = \text{tebal tutup atas (tha)} = 3/16 \text{ in} = 0.1875 \text{ in} = 0.0156 \text{ ft}$$

$$L = \text{crown radius (r)} = 47.63 \text{ in} = 3.9688 \text{ ft}$$

$$h = \text{tinggi tutup atas reaktor (ha)} = 10.2525 \text{ in} = 0.8544 \text{ ft}$$

Luas tutup atas :

$$\begin{aligned} A &= 6.28 (47.63) (10.2525) \\ &= 3066.369 \text{ in}^2 = 21.2942 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Berat tutup atas :

$$\begin{aligned} Wd &= 21.2942 (0.0156) (489) \\ &= 162.7012 \text{ lb} = 73.7996 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat tutup bawah conical

Rumus :

$$Wd = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 0.785 (D + m) \sqrt{4h^2 + (D - m)^2} + 0.785 D^2$$

(Hesse, persamaan 4-16 hal 92)

Dimana:

$$Wd = \text{berat tutup bawah reaktor (lb)}$$

$$A = \text{luas tutup bawah conical (ft}^2\text{)}$$

$$t = \text{tebal tutup bawah (thb)} = 3/16 \text{ in} = 0.1875 \text{ in} = 0.0156 \text{ ft}$$

$$D = \text{diameter dalam silinder} = 47.63 \text{ in} = 3.9688 \text{ ft}$$

$$h = \text{tinggi tutup bawah reaktor (hb)} = 15.7486 \text{ in} = 1.3124 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} m &= \text{flat spot diameter} = 1/2 D = 1/2 (47.63 \text{ in}) \\ &= 23.8125 \text{ in} = 1.9844 \text{ ft} \end{aligned}$$

Luas tutup bawah :

$$\begin{aligned}
 A &= 0.785 (3.9688 + 1.9844) \sqrt{ 4 (1.3124)^2 + (3.9688 - 1.9844)^2 } \\
 &+ 0.78 (3.9688^2) \\
 &= 26.2067 \text{ ft}^2 = 3773.7622 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

Berat tutup bawah :

$$\begin{aligned}
 W_d &= 26.2067 \times 0.0156 \times 489 \\
 &= 200.23543 \text{ lb} = 90.824787 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Berat liquid dalam reaktor

Rumus :

$$W_l = m \cdot t$$

Dimana:

$$m = \text{berat larutan dalam reaktor} = 2101.4461 \text{ kg/jam} = 4632.8481 \text{ lb/jam}$$

$$t = \text{waktu tinggal liquid dalam reaktor} = 1 \text{ jam}$$

maka :

$$W_l = 4632.8481 \text{ lb/jam} \times 1 \text{ jam} = 4632.8481 \text{ lb} = 2101.4136 \text{ kg}$$

Berat poros pengaduk dalam reaktor

Rumus :

$$W_p = V \cdot \rho$$

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L$$

Dimana:

$$W_p = \text{berat poros pengaduk dalam reaktor (lb)}$$

$$V = \text{volume poros pengaduk (ft}^3\text{)}$$

$$D = \text{diameter poros pengaduk} = 0.8722 \text{ in} = 0.0727 \text{ ft}$$

$$L = \text{panjang poros pengaduk} = 93.4111 \text{ in} = 7.7843 \text{ ft}$$

Volume poros pengaduk:

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\pi}{4} \times 0.0727^2 \times 7.7843 \\
 &= 0.0323 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

Berat poros pengaduk :

$$W_p = 0.0323 \times 489 = 15.786 \text{ lb} = 7.1605 \text{ kg}$$

Berat impeller dalam reaktor

Rumus :

$$W_i = V \cdot \rho$$

$$V = 4 (p \cdot l \cdot t)$$

$$p = D_i / 2$$

Dimana:

$$W_i = \text{berat impeller dalam reaktor (lb)}$$

$$V = \text{volume dari total blade (ft}^3\text{)}$$

$$p = \text{panjang 1 kupingan blade (ft)}$$

$$l = \text{lebar 1 kupingan blade} = 2.6988 \text{ in} = 0.2249 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal 1 kupingan blade} = 3.9688 \text{ in} = 0.3307 \text{ ft}$$

$$D_i = \text{diameter pengaduk} = 15.8750 \text{ in} = 1.3229 \text{ ft}$$

Volume impeller pengaduk :

$$p = \frac{1.3229 \text{ ft}}{2} = 0.6615 \text{ ft}$$

$$V = 4 \times 0.6615 \text{ ft} \times 0.2249 \text{ ft} \times 0.3307 \text{ ft} \\ = 0.1968 \text{ ft}^3$$

Berat impeller pengaadu:

$$W_i = 0.1968 \text{ ft}^3 \times 489 \text{ lb/ft}^3 = 96.2333 \text{ lb} = 43.6504 \text{ kg}$$

Berat coil pendingin dalam reaktor

$$W_c = \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2) H \cdot \rho$$

Dimana:

$$W_c = \text{berat coil pendingin dalam reaktor (lb)}$$

$$D_o = \text{diameter luar pipa coil pendingin} = 0.8400 \text{ in} = 0.0700 \text{ ft}$$

$$D_i = \text{diameter dalam pipa coil pendingin} = 0.5460 \text{ in} = 0.0455 \text{ ft}$$

$$H = \text{panjang coil pendingin} = 65.4883 \text{ ft}$$

berat coil pemanas :

$$W_c = \frac{\pi}{4} (0.0700^2 - 0.0455^2) \cdot 65.4883 \cdot 489$$

$$= 71.1362 \text{ lb} = 32.2667 \text{ kg}$$

berat attachment

berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti nozzle, dan sebagainya

Dari Brownell & Young hal 157:

$$W_a = 18\% W_s$$

$$= 18\% (677.4203 \text{ lb})$$

$$= 121.9357 \text{ lb} = 55.3088 \text{ kg}$$

berat total penyangga

$$W_T = W_s + W_d \text{ tutup atas} + W_d \text{ tutup bawah} + W_l + W_p + W_i + W_c + W_a$$

$$= (677.4203 + 162.7012 + 200.23543 + 4632.8481 + #####$$

$$+ 96.2333 + 71.1362 + 121.9357) \text{ lb}$$

$$= 5978.2963 \text{ lb} = 2711.6954 \text{ kg}$$

Dengan faktor keamanan adalah 20% maka berat total beban penyangg

$$= 1.2 \cdot 5978.2963 \text{ lb}$$

$$= 7173.9556 \text{ lb} = 3254.0345 \text{ kg}$$

6.7. Perhitungan kolom penyangga reaktor (Leg)

Perencanaan

Menggunakan 4 buah kolom penyangga (kaki penahan)

Jenis kolom yang digunakan : I beam

Dasar perhitungan:

Beban tiap kolom

Dari Brownell & Young, pers. 10.76 hal 197:

$$P = \frac{4 P_w \cdot (H - L)}{n \cdot D_{bc}} + \frac{\Sigma W}{n}$$

Dimana:

$$P = \text{beban tiap kolom (lb)}$$

P_w = total beban permukaan karena angin (lb)

H = tinggi vessel dari pondasi (ft)

L = jarak antara vessel dengan dasar pondasi (ft)

D_{bc} = diameter anchor bolt circle (ft)

n = jumlah support

ΣW = berat total (lb)

P = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg (lb)

Reaktor diletakkan didalam ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin (beban tekanan angin tidak dikontrol).

maka berlaku rumus:

$$P_w = 0$$

$$P = \frac{\Sigma W}{n} = \frac{7173.9556 \text{ lb}}{4} = 1793.4889 \text{ lb}$$

Direncanakan :

Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft

Tinggi silinder (H) = 97.4461 in = 8.1205 ft

$$\begin{aligned} \text{Panjang penyangga} &= 1/2 (H + L) \\ &= 1/2 (8.1205 + 5) \text{ ft} \\ &= 6.5603 \text{ ft} \end{aligned}$$

Jadi tinggi penyangga (Leg) = 6.5603 ft = 78.7230 in

Trial ukuran I beam

Trial ukuran I beam 5" ukuran 3 x 2 3/8 dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu)

Dari Brownell & Young, App. G-3 hal 355 didapatkan

Nominal size = 3 in

Berat = 5.7 lb

Area of section (A_y) = 1.64 in²

Depth of beam (h) = 3 in

Width of flange (b) = 2.33 in

Axis (r) = 1.23 in

$$s = 1.7 \text{ in}^3$$

$$I = 2.5 \text{ in}^4$$

Analisa terhadap sumbu Y - Y

Dengan :

$$L/r = 78.7230 \text{ in} / 1.23 \text{ in} = 64.0025 \text{ in}$$

Karena L/r antara 0 - 120 maka $f_c = 15000 \text{ psi}$

$$f_c \text{ aman} = f_c - f_c \text{ eksentrik}$$

$$= f_c - \frac{p(a + 0.5b)}{I - I / 0.5b}$$

$$= 15000 - \frac{1793.4889 (1.5 + 0.5 \times 2.3)}{2.5 / 0.5 \times 2.3}$$

$$= 14589.7298 \text{ psi} = 14589.7298 \text{ lb/in}^2$$

$$A = \frac{P}{f_c \text{ aman}} = \frac{1793.488899}{14589.7298}$$

$$= 0.1229 \text{ in}^2 < 1.64 \text{ in}^2$$

Kesimpulan perancangan penyangga (Le:

$$\text{Ukuran I beam} = 3 \times 2 \frac{3}{8} \text{ in}$$

$$\text{Berat} = 5.7 \text{ lb}$$

$$\text{Jumlah penyangga} = 4 \text{ buah}$$

Peletakan beban dengan beban eksentrik.

6.8. Base Plate

Perencanaan

Dibuat base plate dengan toleransi panjang adalah 5% dan toleransi lebar 20%

(Hesse, hal 163)

Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi dari base plate

dasar perhitungan:

Luas base plate

Rumus :

$$A_{bp} = \frac{P}{f_{bp}}$$

Dimana:

A_{bp} = luas base plate, in²

P = beban dari tiap-tiap base plate = 1793.4889 lb

f_{bp} = stress yang diterima oleh pondasi (bearing capacity yang terbuat dari beton)
600 lb/in² (Hesse, tabel 7-7 hal 162)

Sehingga :

$$A_{bp} = \frac{1793.4889 \text{ lb}}{600 \text{ lb/in}^2} = 2.9891 \text{ in}^2$$

Panjang dan lebar base plate

$$A_{bp} = p \times l$$

Dimana:

A_{bp} = luas base plate 2.9891 in²

p = panjang base plate, in = $2m + 0.95h$

l = lebar base plate, in = $2n + 0.8b$

Diasumsikam = n (Hesse, hal 163)

b = 3 in

h = 5 in

maka :

$$\begin{aligned} A_{bp} &= (2m + 0.95 h) \times (2n + 0.8 b) \\ &= [2m + (0.95 \times 5)] \times [(2n + (0.8 \times 3))] \\ &= (2m + 4.75) \times (2m + 2.4) \end{aligned}$$

$$2.9891 = 4m^2 + 14.3 m + 11.4$$

$$0 = 4m^2 + 14.3 m + 8.411$$

Dengan menggunakan rumus abc. didapka :

$$m_1 = -0.7218$$

$$m_2 = 2.8531$$

$$\text{Diambil } m = m_2 = 2.8531$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} p &= (2 \times 2.8531) + (0.95 \times 5) \\ &= 10.4562 \text{ in} \approx 10 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} l &= (2 \times 2.8531) + (0.8 \times 3) \\ &= 8.1062 \text{ in} \approx 8 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 10 in dan lebar base plate 8 in maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adala 10 x 8 in dengan luas (A)= 80 in²

Peninjauan terhadap bearing capacity

$$f = \frac{P}{A_{\text{baru}}}$$

dengan :

$$f = \text{bearing capacity, lb/in}^2$$

$$P = \text{beban tiap kolom} = 1793.4889 \text{ lb}$$

$$A = \text{luas base plate} = 80 \text{ in}^2$$

maka :

$$f = \frac{1793.4889}{80} = 22.418611 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2$$

Karena $f < f_{bp}$, maka dimensi base plate sudah memenuhi.

Peninjauan terhadap harga m dan n

- Panjang base plate (p)

$$p = 2m + 0.95h$$

$$10 = 2m + 0.95 \times 5$$

$$m = 2.625 \text{ in}$$

- Lebar base plate (l)

$$l = 2n + 0.8b$$

$$8 = 2n + 0.8 \times 3$$

$$n = 2.8 \text{ in}$$

Karena harga $n > m$, maka tebal base plate dihitung berdasarkan harga n .

Menghitung tebal base plate

Rumus :

$$t_{bp} = \sqrt{0.00015 \cdot f \cdot n^2} \quad (\text{Hesse, pers 7-12, hal : 163})$$

dimana :

$$t_{bp} = \text{tebal base plate, in}$$

$$p = f = \text{actual unit pressure yang terjadi pada base plate}$$

$$= 22.4186 \text{ lb/in}^2$$

$$n = 2.8 \text{ in}$$

maka :

$$\begin{aligned} t_{bp} &= \sqrt{0.00015 \times 22.4186 \times (2.8)^2} \\ &= 0.162 \text{ in} \end{aligned}$$

Menghitung dimensi baut dari base plate

Diketahui :

$$\text{Gaya yang bekerja pada 1 Leg} = 1793.4889 \text{ lb}$$

$$\text{Jumlah baut pada setiap Leg} = 4 \text{ buah}$$

Maka beban tiap baut :

$$\begin{aligned} P_{\text{baut}} &= \frac{P}{n_{\text{baut}}} \\ &= \frac{1793.4889}{4} \\ &= 448.3722 \text{ lb} \end{aligned}$$

Bahan baut : High Alloy Steel SA-193 grade B type 321

Max. Allowable stress (f) : 15000 psi

$$\begin{aligned} A_{\text{baut}} &= \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}} \\ &= \frac{448.372248}{15000} \end{aligned}$$

$$= 0.0299 \text{ in}^2$$

$$A_{\text{baut}} = \frac{1}{4} \times \pi \times d_{\text{baut}}^2$$

$$0.0299 = \frac{1}{4} \times 3.14 \times d_{\text{baut}}^2$$

$$d_{\text{baut}}^2 = 0.0381 \text{ in}^2$$

$$d_{\text{baut}} = 0.1951 \text{ in}$$

Standardisasi diameter baut dari tabel 10.4 Brownell & Young, hal : 188

sehingga diperoleh ukuran baut 1 in dengan dimensi baut sebagai berikut :

Ukuran baut	:	1 in
Root area	:	0.551 in ²
Bolt spacing min.	:	2 1/4 in
Min. radial distance	:	1 3/8 in
Edge distance	:	1 1/16 in
Nut dimension	:	1 5/8 in
Max filled radius	:	7/16 in

9. Perancangan Lug dan Gusset

Perencanaan :

Digunakan 2 buah plat horizontal (untuk lug) dan 2 buah plat vertikal (untuk gusset).

Type	:	Double gusset plate
Bahan	:	High Alloy Steel SA-193 Grade B8 type 321
Max allowable stress (f)	:	15000 psi
μ	:	poission ratio : 0.33

Menghitung tebal horizontal plate (thp)

$$thp = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{\text{allowable}}}} \quad (\text{Pers. 10.41 Brownell \& Young, hal: 192})$$

$$M_y = \frac{P}{\pi} \times \left((1 + \mu) \times \ln \frac{2 \times 1}{\pi} + (1 - \gamma_1) \right)$$

Menentukan gusset spacing (b')

Diketahui :

$$\text{Lebar flange (b)} : 2.33 \text{ in}$$

$$d_{\text{baut}} : 1 \text{ in}$$

$$b' = b + (2 \times d_{\text{baut}})$$

$$= 2.33 + 2 \times 1$$

$$= 4.33 \text{ in}$$

Menentukan panjang lug (l) dengan konstanta γ_1

Diketahui :

$$l = b_{\text{l-Beam}} = \text{lebar flange} = 2.33 \text{ in}$$

$$\frac{b'}{l} = \frac{4.33}{2.33} = 1.8584$$

Dari Tabel 10.6 Brownell & Young, hal : 192 diperoleh :

$$\gamma_1 = 0.073$$

Menentukan radius (e)

$$e = 0.5 \times \text{nut dimension}$$

$$= 0.5 \times 1 \frac{5}{8}$$

$$= 0.8125 \text{ in}$$

Sehingga dapat dihitung :

$$M_y = \frac{P}{4\pi} \left[(1+\mu) \times \ln \frac{2l}{\pi e} + (1 - \gamma_1) \right]$$

$$= \frac{1793.4889}{4\pi} \left[(1 + 0.33) \times \ln \frac{2 \times 2.33}{\pi \times 0.8125} + 1 - 0.073 \right]$$

$$= 246.3191 \text{ lb}$$

maka :

$$\text{thp} = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{\text{allowable}}}}$$

$$= \sqrt{\frac{6 \times 246.3191}{15000}}$$

$$= 0.3139 \text{ in}$$

Menghitung tebal gusset (t_g)

$$t_g = \frac{3}{8} \times thp$$

(Pers.10.47 Brownell & Young, hal : 194)

$$= \frac{3}{8} \times 0.3139$$

$$= 0.1177 \text{ in}$$

Menghitung tinggi gusset (h_g)

$$h_g = A + \text{ukuran baut}$$

$$\text{dimana } A = \text{lebar lug} = \text{Ukuran baut} + 9 \text{ in}$$

$$= 1 + 9$$

$$= 10 \text{ in}$$

maka :

$$h_g = A + \text{ukuran baut}$$

$$= 10 + 1$$

$$= 11 \text{ in}$$

Menghitung tinggi lug (h)

$$h = h_g + 2thp$$

$$= 11 + 2 \times 0.3139$$

$$= 11.6278 \text{ in}$$

6.10. Perancangan Pondasi

Perencanaan :

1. Beban total yang harus ditahan pondasi :

- Berat reaktor total
- Berat penyangga
- Berat base plate

2. Ditentukan :

- Masing-masing penyangga diberi pondasi
- Spesifik untuk semua penyangga sama

Dasar perhitungan :

Beban tiap kolom (W)

$$W = P = 1793.4889$$

Beban base plate (W_{bp})

Rumus :

$$W_{bp} = p \cdot l \cdot t \cdot \rho$$

dimana :

$$p = \text{panjang base plate} = 10 \text{ in} = 0.8333 \text{ ft}$$

$$l = \text{lebar base plate} = 8 \text{ in} = 0.6667 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal base plate} = 0.162 \text{ in} = 0.0135 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas dari bahan konstruksi} = 481 \text{ lb/ft}^3$$

maka :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= 0.8333 \times 0.6667 \times 0.0135 \times 481 \\ &= 3.6158 \text{ lb} \end{aligned}$$

Beban tiap penyangga (W_p)

Rumus :

$$W_p = L \times A \times F \times \rho$$

dimana :

$$L = \text{tinggi kolom} = 3 \text{ in} = 0.2500 \text{ ft}$$

$$A = \text{luas kolom I-beam} = 1.64 \text{ in}^2 = 0.0114 \text{ ft}^2$$

$$F = \text{faktor koreksi} = 1$$

$$\rho = \text{densitas dari bahan konstruksi} = 481 \text{ lb/ft}^3$$

maka :

$$\begin{aligned} W_p &= 0.2500 \times 0.0114 \times 1 \times 481 \\ &= 1.3695 \text{ lb} \end{aligned}$$

Beban total

$$\begin{aligned} W_T &= W + W_{bp} + W_p \\ &= 1793.4889 + 3.616 + 1.3695 \end{aligned}$$

$$= 1798.474 \text{ lb}$$

Gaya yang bekerja pada pondasi dianggap hanya gaya vertikal dari berat kolom.

Untuk itu luas yang dibutuhkan untuk menahan beban tersebut adalah :

- Luas pondasi atas = 10 x 10
- Luas pondasi bawah = 20 x 20
- Tinggi = 15 in

$$\begin{aligned} \text{Luas pondasi rata-rata (A)} &= \left(\frac{\text{Luas pondasi atas} + \text{Luas pondasi bawah}}{2} \right) \\ &= \frac{10 \times 10}{2} + \frac{20 \times 20}{2} \\ &= 250 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume pondasi (V)} &= A \times t \\ &= 250 \times 15 \\ &= 3750 \text{ in}^3 \\ &= 2.1701 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat pondasi (W)} &= V \times \rho \\ &= 2.1701 \times 144 \quad (\text{Perry, tabel 3-18}) \\ &= 312.5000 \text{ lb} \\ &= 141.7469 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menghitung tekanan tanah

Pondasi didirikan diatas semen, sand dan gravel, dengan:

$$\text{Save bearing power minimum} = 5 \text{ ton/ft}^2$$

$$\text{Save bearing power maximum} = 10 \text{ ton/ft}^2 \quad (\text{Tabel 12.2 Hesse, hal. 327})$$

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$\begin{aligned} P &= 10 \text{ ton/ft}^2 \\ &= 20000 \text{ lb/ft}^2 \end{aligned}$$

Takanan pada tanah :

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

dimana :

W = berat beban total + berat pondasi

A = Luas pondasi bawah

$$\begin{aligned} \text{maka : } P &= \frac{1798.474 + 312.5000}{400} \\ &= 5.2774 \text{ lb/in}^2 = 759.9716 \text{ lb/ft}^2 \end{aligned}$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran luas atas sebesar (10 × 10) in dan ukuran luas bawah sebesar (20 × 20) in dengan tinggi pondasi sebesar 15 in dapat digunakan.

- Nama alat : **Reaktor**
 Kode : R-110
 Fungsi : Untuk mereaksikan $Mg(OH)_2$ dengan HCl
 Jumlah : 1 buah
 Tipe : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dishead dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut puncak 120° dilengkapi pengaduk dan coil pendingin
 Kondisi operasi : Temperatur = $50^\circ C$
 Tekanan = 1 atm
 Waktu operasi = 1 jam
 Fase = Solid - Liquid
 Densitas campuran = 61.683 lb/ft^3 (Geankoplis, hal 855)

Direncanakan :

- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
 $f = 18750$ (Brownell & Young, App. D-4 hal 342)
 Jenis pengelasan : Double welded butt joint
 $E = 0.8$ (Brownell & Young, tabel 13.2 hal 254)
 Faktor korosi (C) : 1 / 16
 Bahan masuk : $2,101.4461 \text{ kg/jam} = 4,632.8481 \text{ lb/jam}$

Dimensi Peralatan :

Dimensi tangki :

- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
 Di (diameter dalam) = 47.625 in
 Do (diameter luar) = 48 in
 ts (tebal silinder) = $3/16$ in

Ls (tinggi silinder)	=	71.445 in
tha (tebal tutup atas)	=	3/16 in
ha (tinggi tutup atas)	=	10.2525 in
thb (tebal tutup bawah)	=	3/16 in
hb (tinggi tutup bawah)	=	15.7486 in
Tinggi tangki	=	97.4461 in

2. Dimensi pengaduk :

Jenis pengaduk	=	Axial turbin 4 blades sudut 45°
Bahan impeller	=	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
Diameter impeller	=	15.875 in
Tinggi impeller	=	14.2875 in
Panjang impeller	=	3.9688 in
Lebar impeller	=	2.6988 in
Tebal blade	=	3.9688 in
Daya pengaduk	=	2 HP
Diameter poros	=	0.8722 in
Panjang poros	=	93.4111 in
Jumlah pengaduk	=	1 buah

3. Nozzle untuk pemasukan feed HCl :

Type	=	Welding neck
Ukuran nominal pipa (NPS)	=	1 1/2 in
Diameter luar flange (A)	=	5 in
Ketebalan flange minimum (T)	=	11/16 in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	=	2 1/8 in
Diameter hubungan atas (E)	=	2 9/16 in
Diameter hub. pada titik pengelasan (K)	=	1.90 in
Panjang julakan (L)	=	2 7/16 in
Diameter dalam flange (B)	=	1.61 in

4. Nozzle untuk pemasukan feed $Mg(OH)_2$:

Type	=	Welding neck
Ukuran nominal pipa (NPS)	=	1 1/2 in
Diameter luar flange (A)	=	5 in
Ketebalan flange minimum (T)	=	11/16 in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	=	2 7/8 in
Diameter hubungan atas (E)	=	2 9/16 in
Diameter hub. pada titik pengelasan (K)	=	1.90 in
Panjang julakan (L)	=	2 7/16 in
Diameter dalam flange (B)	=	1.61 in

5. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pendingin :

Type	=	Welding neck
Ukuran nominal pipa (NPS)	=	1/2 in
Diameter luar flange (A)	=	3 1/2 in
Ketebalan flange minimum (T)	=	7/16 in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	=	1 3/8 in
Diameter hubungan atas (E)	=	1 3/16 in
Diameter hub. pada titik pengelasan (K)	=	0.84 in
Panjang julakan (L)	=	1 7/8 in
Diameter dalam flange (B)	=	0.62 in

6. Nozzle untuk pengeluaran produk:

Type	=	Welding neck
Ukuran nominal pipa (NPS)	=	3 1/2 in
Diameter luar flange (A)	=	8 1/2 in
Ketebalan flange minimum (T)	=	15/16 in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	=	5 1/2 in
Diameter hubungan atas (E)	=	4 13/16 in

Diameter hub. pada titik pengelasan (K)= 4.00 in
 Panjang julakan (L) = 2 13/16 in
 Diameter dalam flange (B) = 3.55 in

7. Nozzle untuk man hole :

Type = Welding neck
 Ukuran nominal pipa (NPS) = 20 in
 Diameter luar flange (A) = 27 1/2 in
 Ketebalan flange minimum (T) = 1 11/16 in
 Diameter luar bagian yang menonjol (R = 23 in
 Diameter hubungan atas (E) = 22 in
 Diameter hub. pada titik pengelasan (K)= 20 in
 Panjang julakan (L) = 5 11/16 in
 Diameter dalam flange (B) = 19.25 in

8. Coil pendingin :

Diameter coil = 5.563 in
 Jumlah lilitan = 8 buah
 Tinggi coil = 13.72 in
 Bahan konstruk = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

9. Flange :

Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
 Tensile strength minimum = 75000 psia
 Allowable stress (f) = 18750
 Tebal flange = 0.9725 in
 Diameter dalam (Di) flange = 48 in
 Diameter luar (Do) flange = 57.9375 in
 Type flange = Ring flange loose type

10. Bolting :

Bahan konstruksi	=	High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347
Tensile strength min.	=	75000 psia
Ukuran baut	=	1 in
Jumlah baut	=	6 buah
Allowable stress (f)	=	15000

11. Gasket :

Bahan gasket	=	Asbestos filled
Lebar (L)	=	0.0197 in
Tebal gasket (n)	=	1/16 in
Gasket faktor (m)	=	3.75
Diameter rata-rata	=	48.0625 in

12. Sistem penyangga :

Jenis	=	Kolom I beam
Jumlah	=	4 buah
Panjang (L)	=	78.7230 in
Ukuran nominal pipa (NPS)	=	3 in
Area of section (Ay)	=	1.64 in ²
Depth of beam (h)	=	3 in
Width of flange	=	2.33 in
Axis (r)	=	1.23 in

13. Base Plate :

Panjang (p)	=	10 in
Lebar (l)	=	8 in
Tebal (t)	=	0.162 in
Ukuran baut	=	1 in
Jumlah baut	=	4 buah

Bahan = Cast iron

14. Lug dan Gusset :

Tebal plate horisontal = 0.3139 in

Tebal plate vertikal = 0.1177 in

Lebar lug dan gusset = 10 in dan 4.33 in

Tebal lug dan gusset = 0.3139 in dan 0.1177 in

Tinggi lug dan gusset = 11.6278 in dan 11 in

15. Sistem Pondasi :

Luas atas = 10 x 10 in

Luas bawah = 20 x 20 in

Tinggi = 15 in

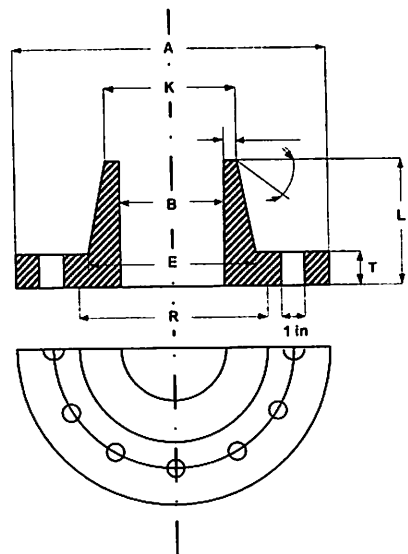
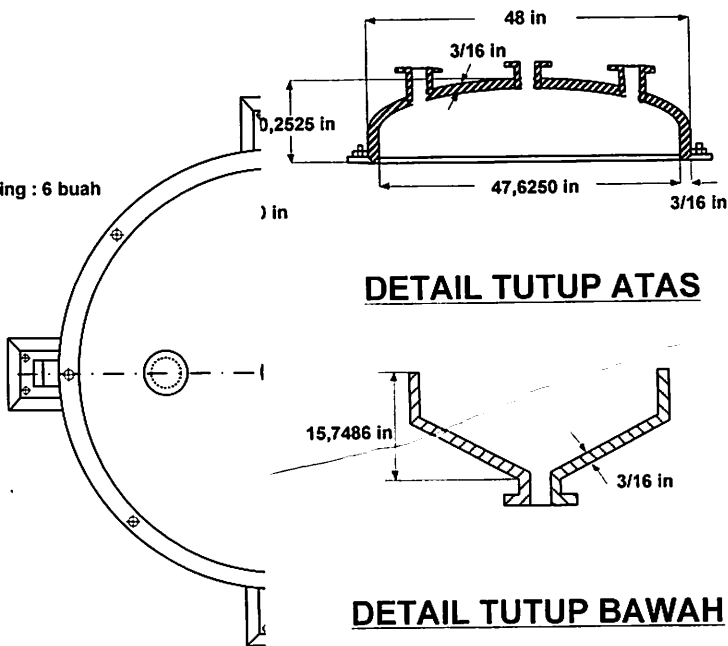
Bahan = Cemen sand dan gravel

Save bearing max = 20000 lb/ft²

Tekanan = 759.9716 lb/ft²



Jumlah Bolting : 6 buah



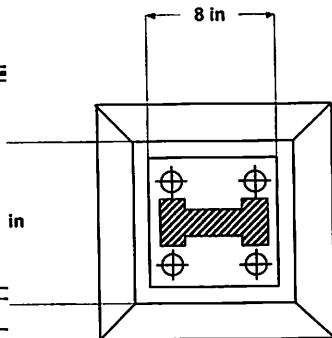
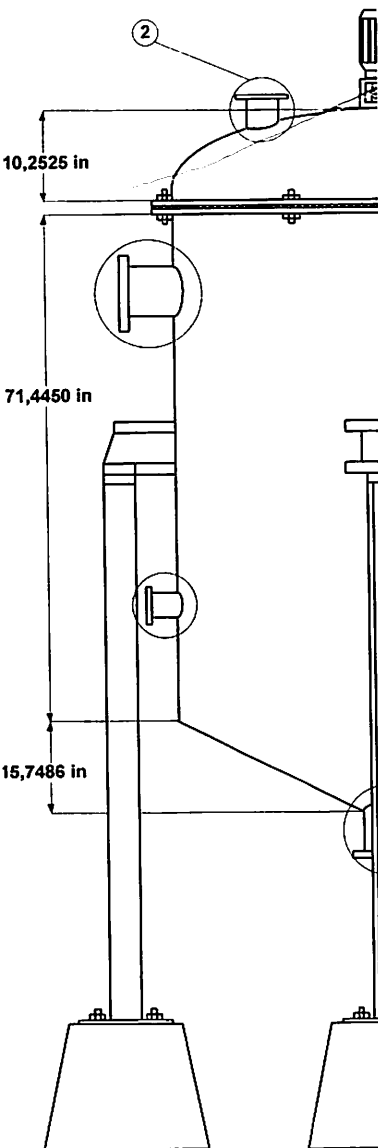
DETAIL TUTUP ATAS

DETAIL TUTUP BAWAH

DETAIL NOZZLE

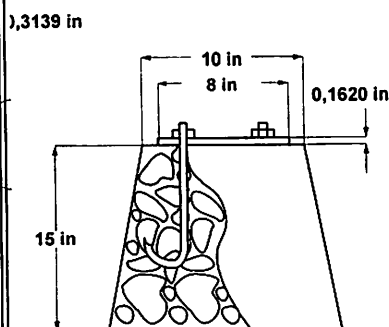
TAMPAK

NOZZLE	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	1 1/2	5	11/16	2 1/8	2 9/16	1,90	2 7/16	1,61
B	1 1/2	5	11/16	2 7/8	2 9/16	1,90	2 7/16	1,61
C	1/2	3 1/2	7/16	1 3/8	1 3/16	0,84	1 7/8	0,62
D	3 1/2	8 1/2	5/16	5 1/2	4 13/16	4,00	2 13/16	3,55
E	20	27 1/2	1 11/16	23	22	20	5 11/16	19,25



TAMPAK ATAS

TAMPAK SAMPING



DETAIL BASE PLATE

TAMPAK

20	PONDASI	CEMENT, SAND AND GRAVEL
19	BASE PLATE	COST IRON
18	NOZZLE PENGELUARAN PRODUK	HAS SA-240 GRADE M TP316
17	TUTUP BAWAH	HAS SA-240 GRADE M TP 316
16	PENGADUK	HAS SA-240 GRADE M TP 316
16	NOZZLE KELUAR AIR PENDINGIN	HAS SA-240 GRADE M TP 316
14	POROS PENYANGGA	HAS SA-240 GRADE M TP316
13	COIL PENDINGIN	HAS SA-240 GRADE M TP316
12	LUG & GUSSET	HAS SA-193 GRADE B8c TP347
11	POROS PENGADUK	HOT ROLLED STEEL SAE 1020
10	NOZZLE MASUK AIR PENDINGIN	HAS SA-240 GRADE M TP 316
9	NOZZLE MAN HOLE	HAS SA-240 GRADE M TP 316
8	SHELL	HAS SA-240 GRADE M TP 316
7	FLANGE	HAS SA-167 GRADE 10 TP310
6	GASKET	ASBESTOS FILED
5	BAUT	HAS SA-193 GRADE B8c TP347
4	TUTUP ATAS	HAS SA-240 GRADE M TP 316
3	NOZZLE PEMASUKAN BAHAN BAKU	HAS SA-240 GRADE M TP 316
2	NOZZLE PEMASUKAN BAHAN BAKU	HAS SA-240 GRADE M TP 316
1	MOTOR PENERAK	COMERSIAL STEEL
NO	NAMA BAGIAN	BAHAN KONSTRUKSI

JURUSAN TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

PERANCANGAN ALAT UTAMA

REAKTOR

DIRANCANG OLEH :

DOSEN PEMBIMBING :

Zefri

10.14.021

Ir. Muyassaroh, MT

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 operasioanl 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-alt 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*.

5. *Weight control (WC)*

Adalah alat/instrumen yang dipakai untuk mengontrol massa bahan dalam suatu alat. Jumlah massa bahan diatur oleh *control valve* secara otomatis.

Tabel 7.1. Instrumentasi Pabrik Magnesium Klorida

No.	Kode Alat	Nama Alat	Instrumentasi	Jumlah
1.	F-11A	Storage HCl	LC	1
2.	L-112	Pompa	FC	1
3.	F-113	Tangki pengenceran	FC	1
4.	E-114	Heater HCl	TC	1
5.	F-118	Bin	WC	1
6.	R-110	Reaktor	FC	1
7.	V-120	Evaporator	TC	2
8.	L-131	Pompa	LC	1
9.	X-130	Kristaliser	TC	1
10.	F-146	Mesin pengemas	WC	1

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

- Kualitas produk dapat diperoleh sesuai dengan yang diinginkan
- Pengoperasian sistem peralatan lebih mudah
- 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 pemadam dengan CO₂

CO₂ yang digunakan berbentuk cair dan mengalir dari beberapa tabung gas yang bertekanan yang disambung secara seri menuju *noz-el-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 8.1. 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 8.2. 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 8.3. 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 8.4. 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.

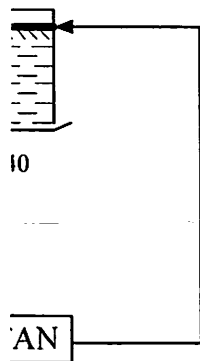
2. Limbah domestic dan kantor

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.

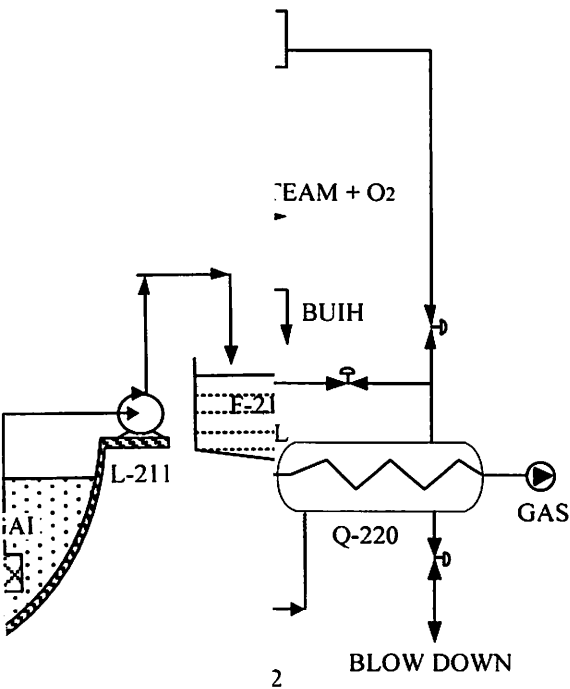
3. Laboratorium

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.



24	P-240	COOLING TOWER
23	F-230	BAK KLORINASI
22	F-228	BAK AIR SANITASI
21	L-227	POMPA KE BAK AIR SANITASI
20	L-226	POMPA KE BAK KLORINASI
19	L-225	POMPA KE PERALATAN
18	F-224	BAK AIR PENDINGIN
17	L-223	POMPA KE BAK AIR PENDINGIN
16	L-222	POMPA KE BOILER
15	D-221	DEAERATOR
14	Q-220	BOILER
13	L-219	POMPA KE DEAERATOR
12	F-218	BAK AIR LUNAK
11	L-217	POMPA AIR BERSIH
10	F-216	BAK AIR BERSIH
9	F-215	SAND FILTER
8	F-214	BAK CLARIFIER
7	L-213	POMPA SKIMMER
6	F-212	SKIMMER
5	L-212	POMPA SEDIMENTASI
4	F-213	BAK SEDIMENTASI
3	L-211	POMPA AIR SUNGAI
2	D-210B	ANION EXCHANGER
1	D-210A	KATION EXCHANGER
NO	KODE	KETERANGAN



SANITASI

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG		
UNIT PENGOLAHAN AIR PRA RENCANA MAGNESIUM KLORIDA DARI MAGNESIUM HIDROKSIDA DAN ASAM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 5000 TON/TAHUN		
DIRENCANAKAN OLEH :		DISETUJUI DOSEN PEMBIMBING
ANDANG YUWANA Z. E. F. R. I	10.14.904 10.14.921	Irf. MUYASSAROH, MT M. ISTNAENY HUDHA, ST, MT

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

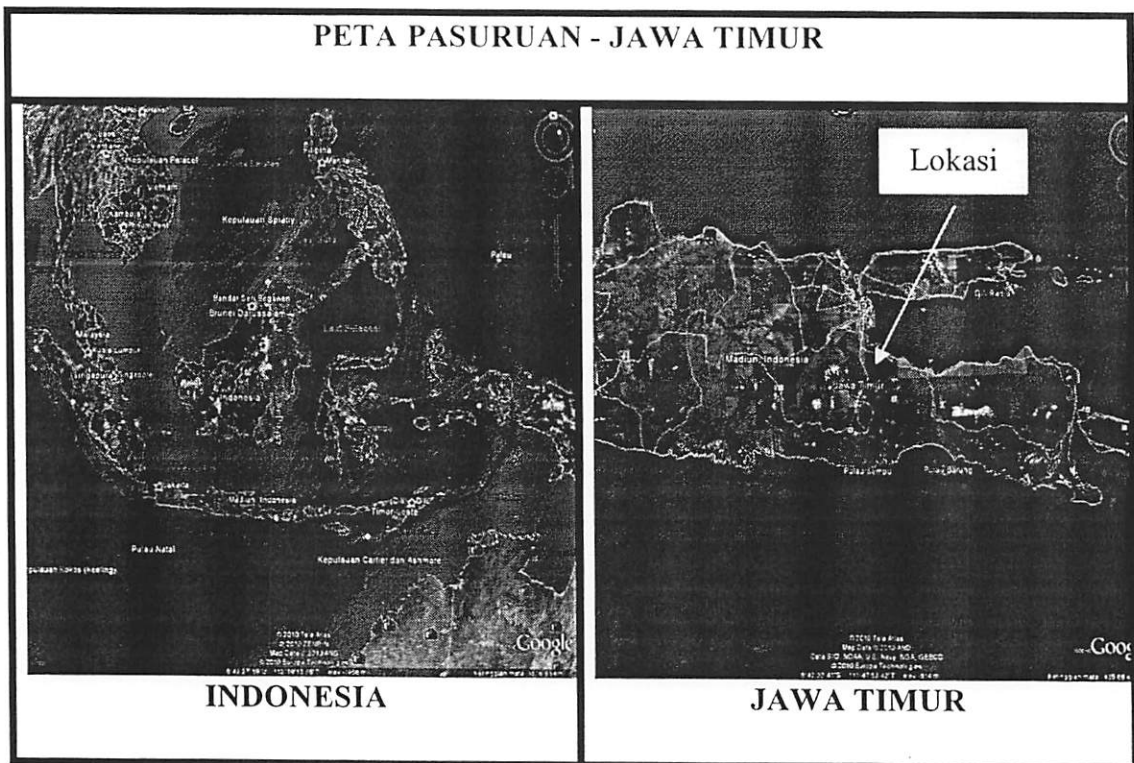
9.2 Pemilihan lokasi

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 didaerah 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.



Gambar 9.1. 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:

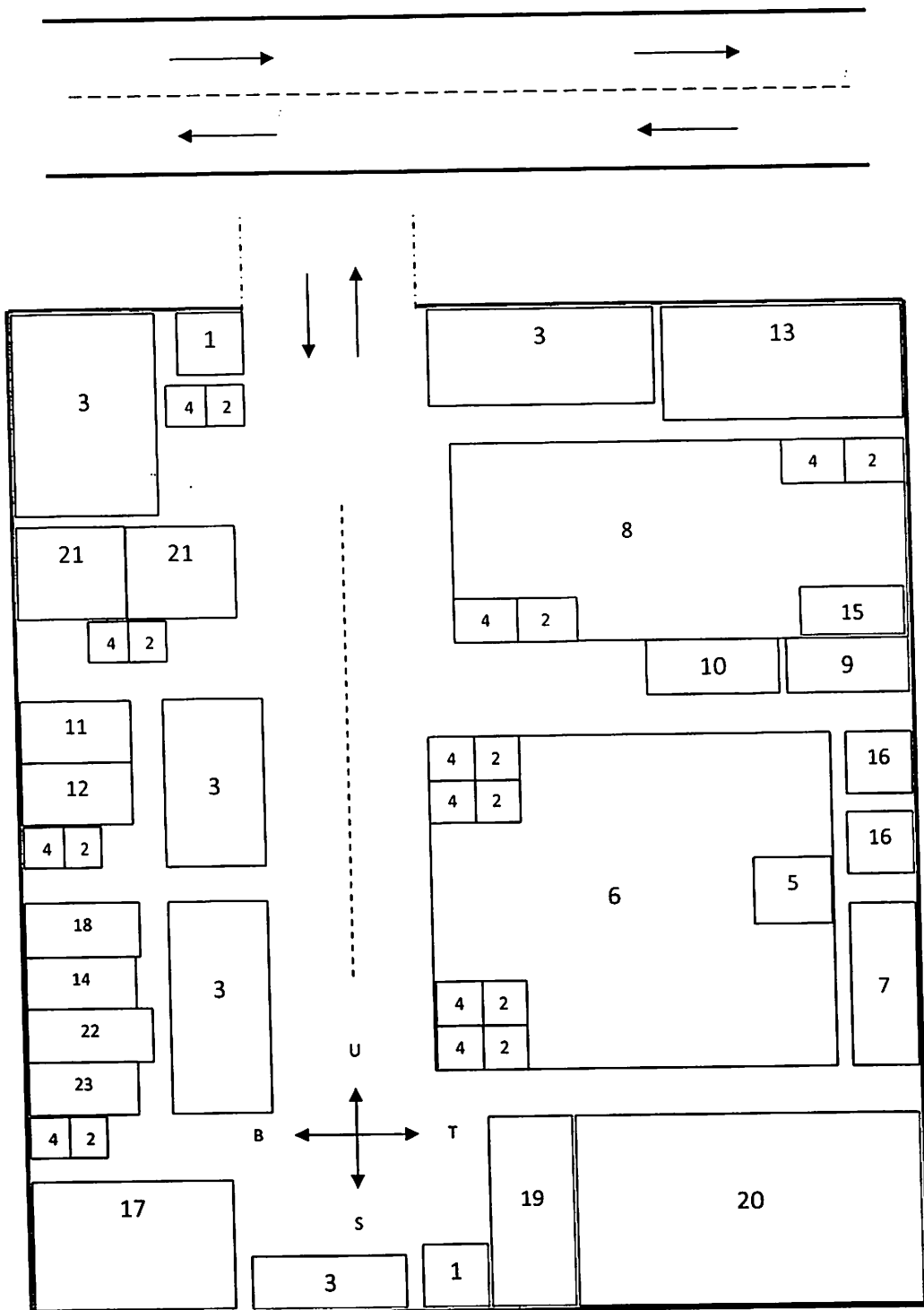
1. Urutan proses produksi.
2. Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
3. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, steam proses, tenaga listrik dan bahan baku.
4. Pemeliharaan dan perbaikan.
5. Keamanan terutama dari kemungkinan kebakaran 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.

9.3.1. Tata Letak Bangunan Pabrik

Pengaturan tata letak ruangan daripada unit-unit bangunan dalam suatu pabrik, dapat dilaksanakan sedemikian rupa sehingga :

- a. Pemakaian areal tanah sekecil mungkin.
- b. Letak bangunan sesuai dengan urutan proses.
- c. Letak bangunan kantor dan bangunan untuk proses harus terpisah, hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya bahaya yang mungkin timbul.
- d. Bahan baku dan produk dapat diangkut dengan mudah.
- e. Terjadinya areal tanah jalan maupun perluasan pabrik.

f. Ventilasi dan penerangan yang cukup pada bangunan pabrik.



Gambar 9.2. Tata Letak Bangunan Pabrik Magnesium Klorida

Keterangan Gambar 9.2 :

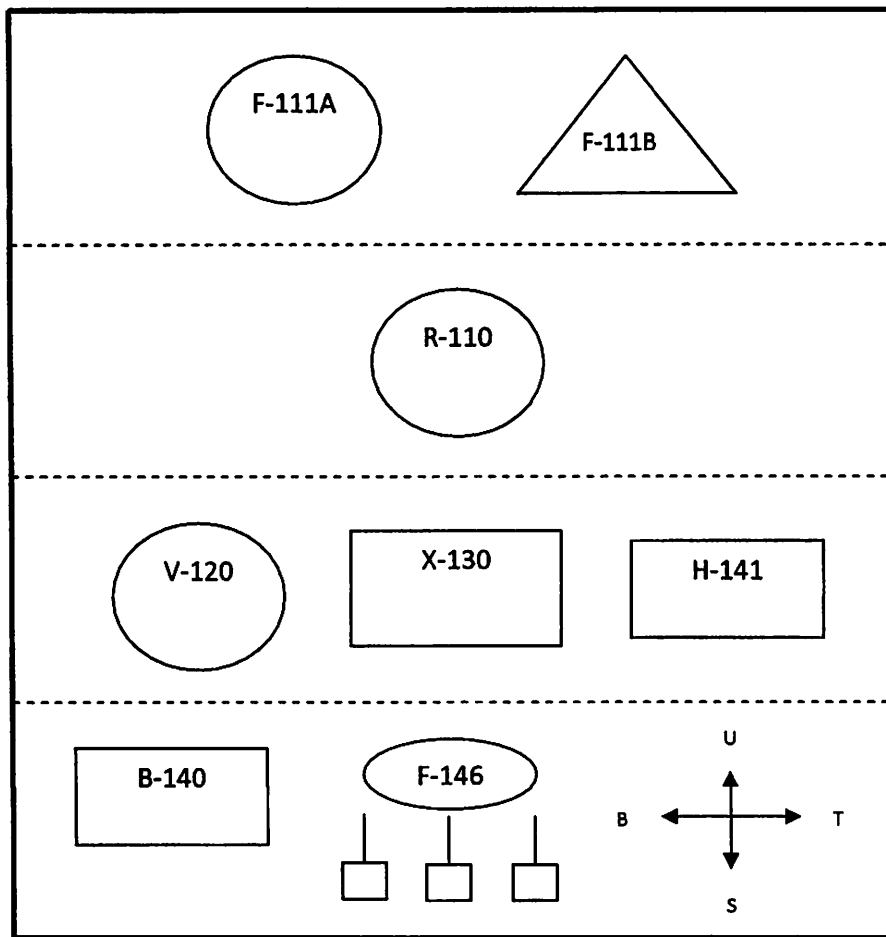
- 1.Pos keamanan, 2.Toilet, 3.Taman, 4.Unit pemadam kebakaran, 5.Ruang control,
- 6.Area proses, 7.Area produk, 8.Perkantoran, 9.Laboratorium, 10.Poliklinik, 11.Kantin,

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.

9.3.2. Tata Letak Peralatan Pabrik

Tata letak peralatan adalah cara menempatkan peralatan-peralatan didalam pabrik sedemikian rupa sehingga pabrik dapat bekerja secara efektif dan efisien. Perencanaan yang baik dalam tata letak pabrik harus mencakup arus proses, storage dan material yang efisien serta diharapkan adanya kombinasi yang sempurna. Dalam menentukan tata letak peralatan maka perlu diperhatikan beberapa faktor :

- a. Letak ruangan yang cukup antara peralatan yang satu dengan yang lainnya untuk memudahkan pemeriksaan, perawatan, serta dapat menjamin keselamatan kerja.
- b. Diusahakan agar setiap alat tersusun berurutan menurut fungsinya masing-masing sehingga tidak menyulitkan pengoperasian
- c. Walaupun dalam ruangan yang penuh alat, harus diusahakan agar dapat menimbulkan suasana kerja yang menyenangkan
- d. Letak peralatan yang harus memperhatikan keselamatan kerja operatormya.



Gambar 9.3. 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)

9.4 Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas pabrik Magnesium Klorida dilihat dalam tabel 9.1

Tabel 9.1. 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

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 (Sutato, 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 garius 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 keburuan dri bentuk organisasi ini merupakan perpaduan ini bentuk organisasi yang dikombinasikan (Siagian, 1992).

Dari uraian di atas dapat diketahui kebaikan dan keburuan 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 kloruda 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 bertidak 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 kesuliatan 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 10.1. 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.

Tabel 10.2. Penggajian karyawan

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)

Work Capital Investment (WCI) = 15% . FCI

WCI = 0.15 x Rp. 59,891,549,759

WCI = Rp. 8,983,732,464

Total Capital Invesment (TCI) = FCI + WCI

TCI = Rp. 59,891,549,759 + Rp. 8,983,732,464 = 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 mengembalikan 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)

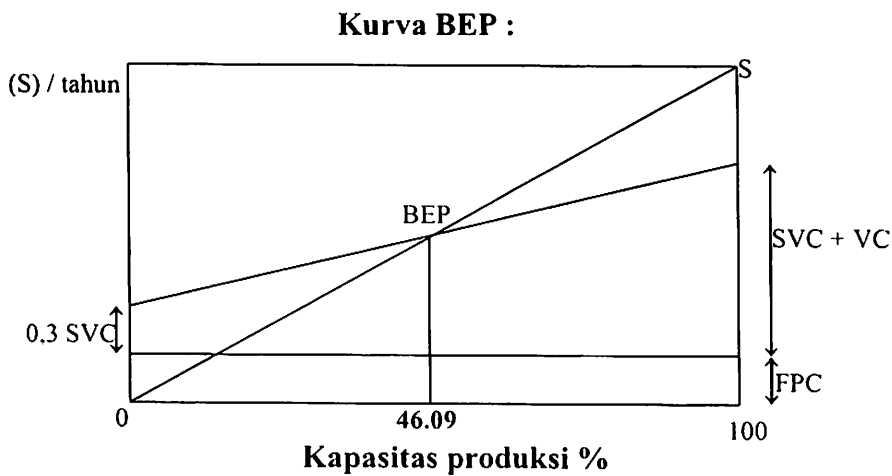
Biaya umum (GE)	Rp. 3,360,033,102
Biaya overhead	Rp. 1,426,560,000
<i>Operation Supplies</i>	Rp. 1,197,830,995
Biaya lab	Rp. 285,312,000
Gaji karyawan langsung	Rp. 3,566,400,000
<i>Supervise</i>	Rp. 534,960,000
Perawatan dan Pemeliharaan	Rp. 5,989,154,976
TOTAL	Rp. 16,360,251,073

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 11.1. Kurva BEP

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

$$\begin{aligned} C_{A-2} &= 40 \% \times \text{FCI} \times (1 + i)^2 \\ &= 40 \% \times \text{Rp. } 59,891,549,759 \times (1 + 0.15)^2 \\ &= \text{Rp. } 31,682,629,822 \\ C_{A-1} &= 60\% \times \text{FCI} \times (1 + i)^1 \\ &= 60 \% \times \text{Rp. } 59,891,549,759 (1 + 0.15)^1 \\ &= \text{Rp. } 47,523,944,733 \\ C_{A-0} &= - (C_{A-2} + C_{A-1}) \\ &= - (\text{Rp. } 31,682,629,822 + 47,523,944,733) \\ &= - \text{Rp. } 79,206,574,556 \end{aligned}$$

b. Menghitung NPV tiap tahun

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

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 11.1. *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 11.2. *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

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

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

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

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

$$= 24.46 \%$$

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.
- Humas Mesuji. 2012. <http://www.mesujikab.go.id>. Diakses tanggal 16 Januari 2013.
- 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.
- Santoso, Harry. 2012. <http://www.hariansumutpos.com>. Diakses tanggal 16 Januari 2013.

- Saputra, Desy. 2012. <http://www.antaranews.com>. Diakses tanggal 16 Januari 2013.
- 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.
- www.alibaba.com/product-gs/307129918/Magnesium_Hydroxide. 2012. diakses tanggal 21 Januari 2013.
- www.bappenas.go.id/node/43/643/pedoman-harga-satuan-per-m2-tertinggi-bangunan-gedung-negara-199899-kawasan-tengah. 2012. diakses tanggal 21 Januari 2013.
- www.labdasar.unlam.ac.id/hargaBahan. 2012. diakses tanggal 21 Januari 2013.
- www.pasuruan.olx.co.id/94-jual-tanah-kosong-untuk-industri-iid-270090985. 2012. diakses tanggal 21 Januari 2013.