PRA RENCANA PABRIK EPSOMITE ($MgSO_4.7H_2O$) DARI BITTERN

Kapasitas 50.000 ton/tahun

SKRIPSI

Disusun Oleh :

Fitri Aristya Suastikawati 01.14.147

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2011

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK EPSOMITE ($MgSO_4.7H_2O$)

DARI BITTERN

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat guna menempuh ujian Sarjana

Pada Jenjang Strata 1 (S-1)

Di Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

NAMA : FITRI ARISTYA S.

NIM : 01.14.147

Malang, Juni 2011

Mengetahui

Ketua Jurusan teknik Kimia

Institut Teknologi Nasional Malang

Ir. Muyassaroh, MT

Menyetujui

Dosen Pembimbing

Ir. Muyassaroh, MT

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa	: **Fitri Aristya Suastikawati**
NIM	: **01.14.147**
Jenjang / Program Studi	: **Teknik Kimia / (S-1) Teknik Kimia**
Judul Skripsi	: **PRA RENCANA PABRIK EPSOMIT ($MgSO_4.7H_2O$) DARI BITTERN**

Dipertahankan di hadapan tim penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari	: **Senin**
Tanggal	: **23 Maret 2011**
Nilai	: **B**

Ketua	**Sekertaris**
Ir. Muyassaroh, MT	**M. Istnaeny Hudha, ST. MT**
NIP.Y.1039700306	**NIP.P.1030400400**

Anggota Penguji

Penguji Pertama	Penguji Kedua
Ir. Bambang Susila Hadi	**Nanik A. Rahman, ST. MT**
NIP.Y.1019000210	**NIP.P.1030400391**

PERNYATAAN KEASLIAN ISI TUGAS AKHIR

ıng bertanda tangan di bawah ini :

Nama : FITRI ARISTYA SUASTIKAWATI

NIM : 01.14.147

Jurusan/Prog. Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Fakultas : Teknologi Industri

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

"PRA RENCANA PABRIK EPSOMITE ($MgSO_4.7H_2O$)

DARI BITTERN"

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

Malang, Maret 2009

Yang membuat pernyataan

Fitri Aristya Suastikawati

ABSTRAKSI

Epsomite atau MgSO4 . 7H2O termasuk kimia anorganik yang berbentuk kristal ıombic, berat molekul 246,48 gram / mol, dan titik lebur 70°C. Mudah larut dalam ı gliserol, tetapi sukar larut dalam alcohol. Tidak berwarna dan tidak mudah ır.

Epsomite (Magnesium sulfat heptahydrate) disebut juga Epsom salt, bitter salt, i pasaran lebih dikenal dengan nama garam inggris, dalam bentuk kristal dengan nian 95% dan 5% lainnya mengandung $Mg(OH)_2$ dan $CaCl_2$.

Epsomite atau Magnesium sulfat heptahidrat dapat dibuat dari :

roses pemanasan bittern

roses pendinginan bittern

Mereaksikan bittern dengan NaOH dan H_2SO_4

Pabrik Epsomite ini di rencanakan didirikan di kawasan Industri Gresik. Tepatnya esa Ujung Pangkah Jawa Tengah, pada tahun 2010 dengan kapasitas 50.000 ton / ı, waktu operasi 330 hari / tahun.

Unit utilitas yang digunakan pada Pra Rencana Pabrik Epsomite ini, yaitu :

Air yang berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler, air sanitasi dan air pemadam kebakaran.

Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi

Refrigerant yang berfungsi sebagai media pendingin dalam proses produksi

ıistrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk ıenerangan pabrik

3ahan bakar untuk mengoperasikan boiler dan generator

Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi ıentuk garis dan staff. Dari hasil perhitungan ekonomi didapatkan TCI = ; ROI_{BT} = ROI_{AT} = %; POT = tahun; BEP = %; IRR = %. Dari analisa ekonomi tersebut ka dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik Epsomite layak untuk didirikan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, atas berkat rahmat-Nya kami dapat esaikan Skripsi Pra Rencana Pabrik Epsomite Dari Bittern.

Skripsi ini kami susun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di ı Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dengan kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada :

ak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang

ak Ir, sidik Noertjahjono, MT, Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut nologi Nasional Malang

Ir. Muyassaroh, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Nasional lang

ak M. Istnaeny Hudha, ST. MT, selaku Sekertaris Jurusan Teknik Kimia, Institut nologi Nasional Malang

ı Ir. Muyassaroh, MT, selaku Dosen Pembimbing

kan – rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya oran skripsi ini.

Kami menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak yang sekiranya menyempurnakan laporan skripsi ini. Kami berharap agar laporan ini dapat bermanfaat kita semua

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I

PENDAHULUAN

Epsomit atau $MgSO_4.7H_2O$ termasuk kimia anorganik yang berbentuk kristal orthorhombic, berat molekul 246,48 gram/mol, dan titik lebur 70°C. Mudah larut dalam air dan gliserol, tetapi sukar larut dalam alkohol. Tidak berwarna dan tidak mudah terbakar.

Epsomit (Magnesium sulfat heptahidrat) disebut juga Epsom salt, bitter salt, atau dipasaran lebih dikenal dengan nama garam inggris, dalam bentuk kristal dengan kemurnian 95 % dan 5 % lainnya mengandung $Mg(OH)_2$ dan $CaCl_2$.

Di pasaran yang banyak diperdagangkan adalah $MgSO_4.7H_2O$ tetapi selain $MgSO_4.7H_2O$ terdapat senyawa $MgSO_4$ dengan molekul air kurang dari 7 mol, seperti yang terlihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1. Kandungan molekul air dalam $MgSO_4$

No.	Nama Mineral	Formula
1	Kieserite	$MgSO_4 . H_2O$
2	Starkeite	$MgSO_4 . 4H_2O$
3	Pentahydrite	$MgSO_4 . 5H_2O$
4	Dexahydrite	$MgSO_4 . 6H_2O$
5	Epsomite	$MgSO_4 . 7H_2O$

(Sumber : Kirk Othmer, Vol : 14)

Bittern merupakan cairan sisa pencucian garam yang masih banyak mengandung $MgSO_4$. Selain $MgSO_4$ yang terkandung masih banyak komponen lain yang terkandung dalam bittern antara lain : $CaSO_4$ (0,049%), $MgCl_2$ (7,56%), $MgSO_4$ (5,11%), NaCl (14,14%), NaBr (0,921%), KCl (1,71%), H_2O (70,51%).

1.1. Perkembangan Industri Epsomite

Pada tahun 1695 Magnesium sulfat dibuat di Inggris dengan metode evaporasi langsung dengan sinar matahari. Kemudian pada tahun 1754 Joseph Black mengembangkan dengan kristalin sehingga dikenal dengan Epsom salt. Pada tahun 1808 Sir Humphry Davy mengembangkan dengan produksi Magnesium Oksida kemudian pada tahun 1983 diproduksi dengan kristaliser.

Dengan semakin berkembangnya industri yang menggunakan erpsomit sebagai bahan baku pupuk, obat – obatan dan sebagainya maka kebutuhan akan epsomitpun semakin meningkat. Selama ini di Indonesia mengimpor dari berbagai negara Jerman, Inggris, Perancis, Cina, Korea, Taiwan dan Kanada sehingga Indonesia perlu mendirikan pabrik Epsomite. Setiap tahun kebutuhan epsomite di Indonesia terus meningkat. Data ekspor, impor, konsumsi, dan produksi epsomit ($MgSO_4.7H_2O$) dari tahun 2001 – 2005 terlihat pada tabel 1.1.1 dan 1.1.2.

Tabel 1.1.1. Data impor dan ekspor dari tahun 2001 – 2005

Tahun	Impor (kg)	Kenaikan (%)	Ekspor (kg)	Kenaikan (%)
2001	4.277.251	0	40.000	0
2002	5.764.166	34,76	-	-
2003	5.494.188	- 4,68	79.568	98,92

2004	13.305.289	142,17	105.985	33,20
2005	7.449.804	- 44,01	94.288	11,04

(Sumber : Biro Pusat Statistik Surabaya)

Dari tabel 1.1.1. terlihat bahwa kenaikan impor sebesar 32,06 % per tahun dan kenaikan ekspor sebesar 35,79 % per tahun.

Tabel 1.1.2. Data konsumsi dan produksi epsomit dari tahun 2001 - 2005

Tahun	**Konsumsi (kg)**	**Kenaikan (%)**	**Produksi (kg)**	**Kenaikan (%)**
2001	21.248.318	0	9.851.116	0
2002	27.568.124	29,74	12.018.617	22,01
2003	27.263174	- 1,11	11.889142	- 1,08
2004	52.635.266	93,06	17.437.653	46,67
2005	39.892.134	- 24,21	15.826.471	- 9,24

(Sumber : Biro Pusat Statistik Surabaya)

Dari tabel 1.1.2. maka dapat diketahui kenaikan konsumsi sebesar 24,37 % dan kenaikan produksi sebesar 14,59 % per tahun.

1.2. Cara Pembuatan

Epsomit atau Magnesium sulfat heptahidrat dapat dibuat dari :

1. Proses pemanasan bittern

   Bittern dipanaskan dengan sinar matahari langsung sehingga didapatkan $MgSO_4$. Akan tetapi hasilnya masih banyak mengandung impurities antara lain : $CaSO_4 . H_2O$, $MgCl_2 . 6H_2O$ dan gypsum

2. Proses pendinginan bittrern

Giraud Saltwork menghasilkan dan memurnikan Magnesium sulfat heptahydrate yang terkandung dalam bittern selama musim dingin hasilnya sangat rendah, hanya 35% dari Magnesium sulfat yang secara teoritis dapat diendapkan dari bittern akan tetapi ada lagi proses yang lebih baik dengan cara temperatur dikontrol sehingga menghasilkan Magnesium sulfat heptahydrate lebih banyak.

3. Mereaksikan bittern dengan NaOH dan H_2SO_4

   Proses pembuatan epsomit dari bittern yaitu melalui pengendapan Magnesium dengan basa (isolasi Magnesium). Basa yang biasanya digunakan yaitu NaOH dan $Ca(OH)_2$. Sedangkan pada reaksi pembentukan $MgSO_4$ dilakukan dengan cara yang sama yaitu mereaksikan H_2SO_4.

   Reaksinya sebagai berikut :

$$MgSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Mg(OH)_2 + Na_2SO_4$$

$$Mg(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + 2H_2O$$

1.3. Penggunaan epsomit

Epsomit (Magnesium sulfat heptahydrate) dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan :

- Sebagai bahan baku pada industri farmasi dan industri pupuk
- Sebagai bahan pembantu untuk stabilisator pada industri deterjen
- Sebagai bahan pembantu untuk stabilisator bleching pada industri kertas
- Sebagai bahan pembantu / bahan pemucat pada industri asam sitrat
- Sebagai bahan pembantu / bahan pemucat pada industri textil

1.4. Sifat – Sifat Bahan Baku

Untuk keperluan perancangan, sifat – sifat bahan baku yang terdiri atas sifat fisik, sifat kimia, dan sifat thermofisik perlu diketahui untuk perhitungan neraca massa, neraca panas, dan spesifikasi alat. Bahan yang dimaksud adalah : bahan baku dan produk.

Tabel 1.4.1. Sifat – sifat fisik dari bahan baku dan produk

Parameter	Bittern	H_2SO_4	NaOH	Epsomite
Sifat Fisika :				
Berat molekul,g/gmol	-	98,08	39.999	246,48
Titik didih, °C	-	340	1390	
Titik Lebur, °C	-	10,49	320	70
Warna	Jernih	Jernih	Putih	Putih
Fase	Cair	Cairan kental	Kristal	Kristal
Spesific gravity	-	1,834	70°C = 2,13	1,68

Tabel 1.4.1. Sifat – sifat thermofisik dari bahan baku dan produk

Parameter	Bittern	H_2SO_4	NaOH	Epsomite
Sifat Thermofisik :				
Viskositas, lb/ft.jam	0,001029	7,5	1,7 cp	
K, Btu/h.ft.°F	0,604	0,314		
Cp (specific heat),kJ/kg.K	4,008	1,382	77°C=0,480 25°C=19,2	1,546

Tabel 1.4.1. Sifat – sifat kimia dari bahan baku dan produk

Parameter	Bittern	H_2SO_4	NaOH	Epsomite
Sifat Kimia :				
Reaktif	Tidak reaktif	Sangat reaktif	Tidak reaktif	Tidak reaktif
Korosif	Korosif	Sangat korosif	Tidak korosif	Korosif

1.5. Kapasitas Produksi

Dalam mendirikan pabrik diperlukan suatu perkiraan kapasitas produksi agar produksi yang dihasilkan sesuai dengan permintaan, sehingga dengan berdirinya pabrik epsomite diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan untuk mengurangi impor epsomite (Magnesium sulfat heptahydrate). Untuk dapat memperkirakan kapasitas produksi tahun 2010, maka dapat digunakan dengan persamaan :

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5 \quad \text{.....} \quad (1.1)$$

Dimana : M_1 = Perkiraan impor tahun 2010

M_2 = Produk pabrik dalam negeri

M_3 = Kapasitas pabrik yang didirikan

M_4 = Nilai ekspor tahun 2010

M_5 = Nilai konsumsi dalam negeri tahun 2010

Dengan menggunakan tabel 1.1.1. di atas, kenaikan impor sebesar 32,06 % per tahun, maka diperkirakan impor epsomit tahun 2010 adalah :

$$M = P(1+i)^n \quad \text{.....} \quad (1.2)$$

Dimana : P = Data besarnya impor tahun 2005

i = rata – rata kenaikan impor tiap tahun

n = selisih tahun

Sehingga perkiraan impor pada tahun 2010 sebesar :

$$M_1 = M_{2010} = P_{2005}(1+i)^{2010-2005}$$

$$= 7.449.804(1+0,3206)^5$$

$$= 29.922.737 \text{ kg / tahun}$$

Dari tabel 1.1.1 kenaikan ekspor pertahun 35,79 % maka dapat diperkirakan jumlah ekspor epsomit tahun 2010 dengan persamaan 1.2 :

$$M = P(1+i)^n \quad \text{.....} (1.2)$$

Dimana : P = Data besarnya ekspor tahun 2005

i = rata – rata kenaikan ekspor tiap tahun

n = selisih tahun

Sehingga perkiraan ekspor tahun 2010 sebesar :

$$M_4 = M_{2010} = P_{2005}(1+i)^{2010-2005}$$

$$= 94.288(1+0{,}3579)^5$$

$$= 435.306{,}71 \text{ kg / tahun}$$

Dari tabel 1.1.2 kenaikan konsumsi pertahun 24,37 % maka dapat diperkirakan jumlah komsumsi epsomit tahun 2010 dengan persamaan 1.2 :

$$M = P(1+i)^n \quad \text{.....} (1.2)$$

Dimana : P = Data besarnya konsumsi tahun 2005

i = rata – rata kenaikan konsumsi tiap tahun

n = selisih tahun

Sehingga perkiraan konsumsi tahun 2010 sebesar :

$$M_5 = M_{2010} = P_{2005}(1+i)^{2010-2005}$$

$$= 39.892.134(1+0{,}2437)^5$$

$$= 118.701.020 \text{ kg / tahun}$$

Dari tabel 1.1.2 kenaikan produksi pertahun 14,59 % maka dapat diperkirakan jumlah komsumsi epsomit tahun 2010 dengan persamaan 1.2 :

$$M = P(1+i)^n \quad \text{.....} (1.2)$$

Dimana : P = Data besarnya produksi tahun 2005

i = rata – rata kenaikan produksi tiap tahun

n = selisih tahun

Sehingga perkiraan produksi tahun 2010 sebesar :

$$M_2 = M_{2010} = P_{2004}(1+i)^{2010-2005}$$

$$= 15.826.471\,(1+0{,}1459)^5$$

$$= 31.269.266 \text{ kg / tahun}$$

Maka perkiraan kapasitas pabrik epsomit adalah :

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

$$M_3 = (435.306{,}71 + 118.701.020) - (29.922.737 + 31.269.266)$$

$$M_3 = 57.944.323{,}71 \text{ kg / tahun}$$

$$M_3 = 57.944{,}324 \text{ ton / tahun}$$

$$M_3 = 50.000 \text{ kg / tahun}$$

Jadi kapasitas produksi pabrik epsomit ($MgSO_4.7H_2O$) pada tahun 2010 sebesar 50.000 ton / tahun.

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

Untuk memproduksi epsomit terdapat empat macam proses, sehingga diperlukan pemilihan proses yang paling baik sebagai dasar perancangan pabrik epsomit di Indonesia.

2.1. Macam – Macam Proses

Proses pembuatan epsomit berdasarkan bahan baku terdiri dari 2 macam proses, yaitu :

1. Dari bittern yang direaksikan dengan NaOH dan H_2SO_4.
2. Dari magnesium karbonat yang direaksikan dengan H_2SO_4.

2.1.1. Dari bittern yang direaksikan dengan NaOH dan H_2SO_4

Bittern ditampung dalam storage dimasukkan dalam reaktor bersama dengan NaOH secara batch. NaOH yang digunakan adalah NaOH padatan 98 % yang diencerkan hingga konsentrasinya 7,5 % berat. Reaksi dilakukan pada tekanan 1 atmosfer dan temperatur 27°C, selama 1 jam. Reaksi yang terjadi adalah :

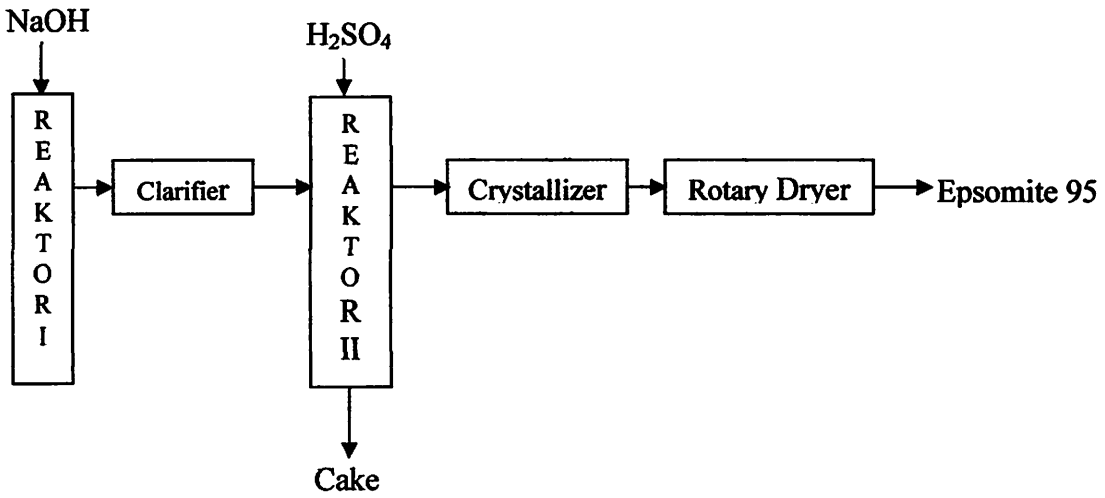
$$MgSO_4 + 2\,NaOH \longrightarrow Mg(OH)_{2(S)} + Na_2SO_4$$

Endapan basa magnesium dimasukkan ke dalam *clarifier*, kemudian direaksikan dengan asam sulfat di dalam reaktor secara kontinyu. Asam sulfat yang digunakan adalah 70% berat. Reaksi yang terjadi adalah :

$$Mg(OH)_{2(S)} + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + 2H_2O$$

Reaksi dilakukan pada tekanan 1 atmosfer dengan suhu operasi dijaga pada ± 70°C. Larutan magnesium sulfat dari reaktor dimasukkan dalam kristaliser dan terjadi pembentukan induk kristal dan kristal produk ukuran 30-40 mesh. Kristal epsomit

dan mother liquornya dipisahkan dalam centrifuge. Epsomit yang terbentuk dari centrifuge dimasukkan dalam rotary dryer untuk dikeringkan. Dalam rotary dryer terjadi pengurangan kadar air sampai 5 %. Hasil yang keluar dari rotary dryer merupakan epsomit.



Gambar 2.1.1. Blok diagram pembuatan epsomit dari bittern dengan mereaksikan dengan NaOH dan H_2SO_4

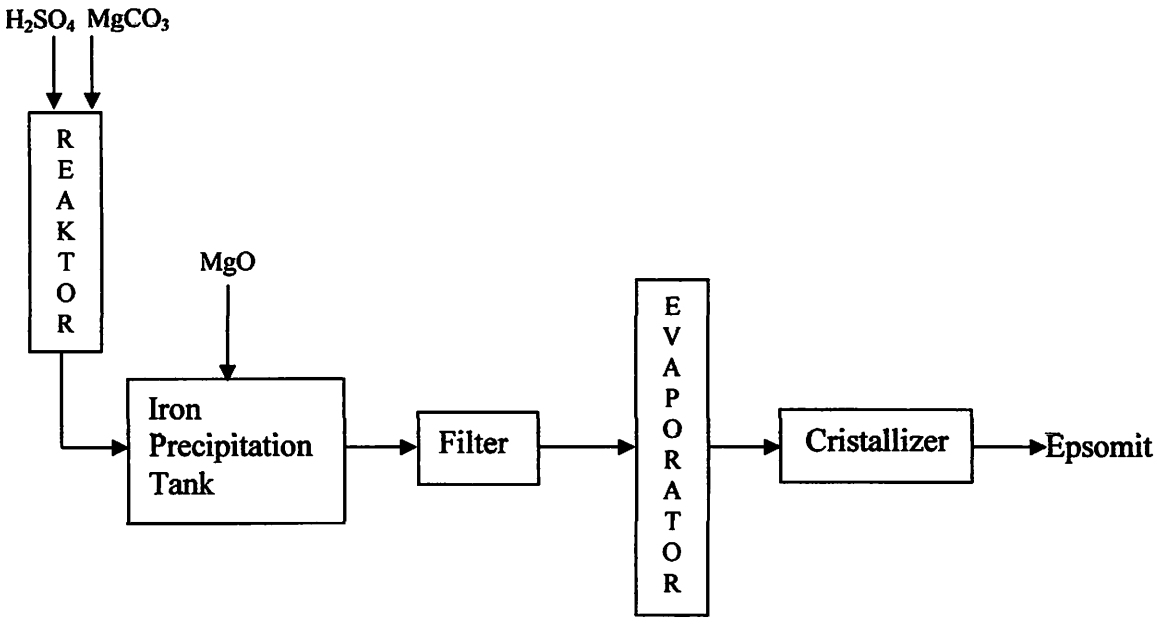
2.1.2. Dari Magnesium Karbonat ($MgCO_3$) yang direaksikan dengan H_2SO_4

Magnesium karbonat dimasukkan dalam reaktor ditambah dengan H_2SO_4 secara kontinyu. Reaktor yang digunakan dilengkapi dengan jaket dan pengaduk. Reaksi yang terjadi adalah :

$$MgCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + H_2O + CO_2$$

Reaksi dilakukan pada tekanan 1 atmosfer dengan suhu 110°C selama 1 jam.

Hasil yang keluar dari reaktor dimasukkan dalam iron precipitation tank bersama dengan penambahan MgO (Magnesium oksida). Larutan yang dihasilkan adalah magnesium sulfat, kemudian dilewatkan dalam filter, dan diuapkan dalam evaporator. Kemudian dilanjutkan ke dalan cooling cristallizer untuk membentuk kristal. Kristal yang didapatkan dinamakan epsomit.



Gambar 2.1.2. Blok Diagram Proses Pembuatan epsomit dari reaksi $MgCO_3$ dan H_2SO_4

2.3. Seleksi Proses

Untuk mendapatkan hasil yang terbaik, maka perlu dilakukan seleksi proses dengan membandingkan aspek teknis, kondisi operasi, aspek ekonomi dan aspek lingkungan.

Tabel 2.2.1. Perbandingan proses pembuatan epsomit

Parameter	Dari Bittern yang direaksikan dengan NaOH dan H_2SO_4	Dari Magnesium karbonat ($MgCO_3$) yang direaksikan dengan H_2SO_4
1. Aspek teknis :		
- Bahan baku	Murah	Mahal
- Kemurnian Produk	95 %	90 %
- Yield	95 %	90 %
- Konversi Reaksi	90 %	83 %
2. Kondisi operasi :		
- Tekanan	1 atm	1 atm
- Temperatur	70°C	110°C

3. Aspek ekonomi :		
- Investasi	Besar	Sedang
- POT	Besar	Sedang
- Rate of Return	Besar	Sedang
4. Aspek lingkungan	Sedikit polutan karena bahan yang digunakan tidak mengandung logam berat dan tidak mengandung gas	Banyak polutan karena bahan yang digunakan mengandung logam berat dan menghasilkan gas

Dari kedua proses tersebut dipilih proses dari bittern yang direaksikan dengan NaOH dan H_2SO_4 dengan beberapa alasan yang menguntungkan, yaitu :

1. Bahan baku terdapat dalam jumlah banyak dengan harga murah
2. Konversi reaksi tinggi sehingga hasilnya lebih baik
3. Kemurnian produk lebih tinggi
4. Limbah yang dihasilkan tidak membahayakan lingkungan sekitarnya.

2.3. Uraian Proses

Untuk menghasilkan epsomit ($MgSO_4.7H_2O$) dengan kualitas dan kuantitas yang tinggi perlu dilakukan pemilihan proses. Pada pembuatan epsomit secara garis besar dapat dibedakan menjadi lima tahapan proses, yaitu :

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemisahan
4. Tahap pemurnian
5. Tahap penanganan produk

Uraian proses secara lengkap sebagai berikut :

2.3.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku

a. Bittern

Bittern dari tangki storage dimasukkan ke refrigerator dengan menggunakan pompa centrifugal sehingga suhunya turun dari 30°C menjadi 27°C. Selanjutnya dimasukkan ke dalam reaktor

b. NaOH

NaOH dari tangki storage dimasukkan ke dalam tangki pelarut untuk dilarutkan sehingga konsentrasinya berubah dari 98 % berat menjadi 7.5 % berat. Setelah keluar dari tangki pelarut, NaOH dialirkan ke dalam refrigerator dengan menggunakan pompa centrifugal untuk menurunkan suhunya menjadi 27°C. Kemudian NaOH dimasukkan ke reaktor untuk direaksikan dengan bittern.

c. H_2SO_4

H_2SO_4 dari tangki storage dialirkan ke dalam tangki pengenceran dengan menggunakan pompa centrifugal untuk diencerkan dari konsentrasi 98 % berat menjadi 70 % berat. Keluar dari tangki pengenceran asam sulfat dialirkan ke heater dengan menggunakan pompa centrifugal untuk menaikkan suhu dari 30°C menjadi 70°C. Selanjutnya asam sulfat dimasukkan ke reaktor untuk direaksikan dengan magnesium hidroksida ($Mg(OH)_2$).

2.3.2. Tahap Reaksi

Di dalam reaktor terjadi reaksi antara bittern dengan Natrium hidroksida (NaOH) untuk menghasilkan Magnesium hidroksida ($Mg(OH)_2$).

Reaksinya adalah :

$$MgSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Mg(OH)_2 + Na_2SO_4$$

Kondisi operasi pada reaktor adalah 27°C, tekanan 1 atmosfer, dengan waktu reaksi selama 1 jam. Slurry Magnesium hidroksida ($Mg(OH)_2$) yang dihasilkan masih mengandung berbagai macam impurities, baik yang larut maupun tidak larut. Magnesium hidroksida yang keluar dari reaktor dialirkan dalam *clarifier* menggunakan pompa centrifugal untuk dipisahkan dengan metode pemisahan menurut berat jenisnya sehingga impurities dapat dipisahkan dari magnesium hidroksida.

Asam sulfat yang keluar dari heater dimasukkan ke dalam reaktor. Magnesium hidroksida yang sudah dipisahkan dari impuritiesnya di dalam *clarifier* dialirkan ke heater dengan menggunakan pompa centrifugal untuk menaikkan suhunya menjadi 70°C. Keluar dari heater masuk ke dalam reaktor untuk menghasilkan Magnesium sulfat dengan reaksi :

$$Mg(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + 2H_2O$$

Kondisi operasi pada reaktor adalah 70°C, tekanan 1 atmosfer, dengan waktu reaksi 1 jam.Slurry Magnesium sulfat yang dihasilkan masihm mengandung air sampai 20%.

2.3.4. Tahap Pemisahan

Slurry Magnesium sulfat yang keluar dari reaktor dimasukkan ke dalam kristaliser untuk membentuk kristal $MgSO_4.7H_2O$. Selanjutnya $MgSO_4.7H_2O$yang keluar dari kristaliser dimasukkan ke centrifuge untuk dipisahkan antara kristal $MgSO_4.7H_2O$ dengan mother liquornya.

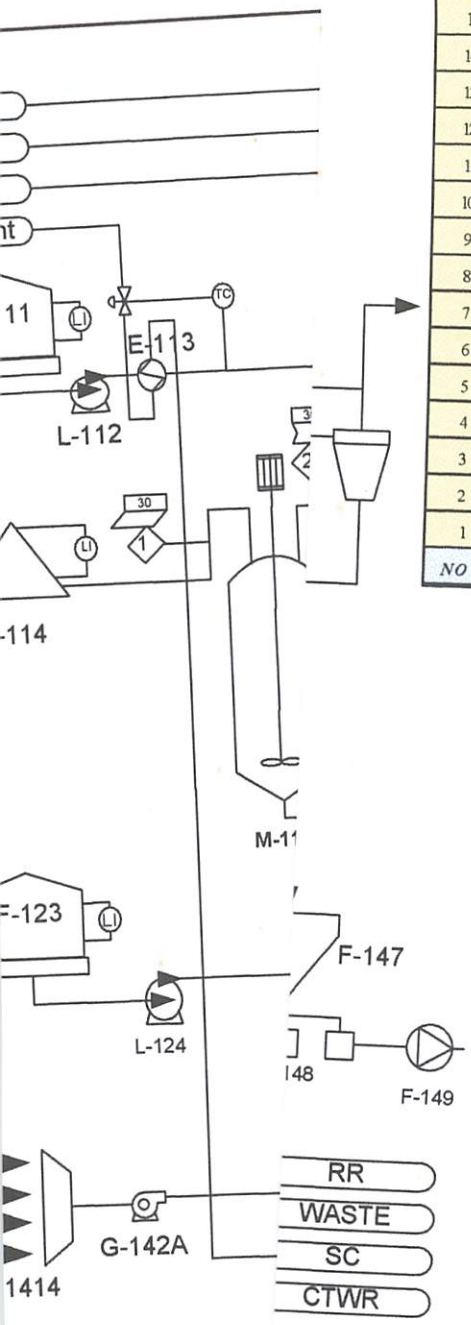
Tahap Pemurnian

Kristal yang keluar dari centrifuge dimasukkan ke dalam rotary dryer untuk dikeringkan. Udara yang dikeringkan dalam rotary dryer dipanaskan dulu

sampai suhu pada heater. Partikel yang terbawa udara akan dipisahkan dalam cyclone. Produk dari cyclone dikumpulkan dengan produk yang keluar dari rotary dryer. Kristal Magnesium sulfat dari rotary dryer dan cyclone dimasukkan ke bin dengan menggunakan bucket elevator dan belt conveyor. Dalam rotary dryer kadar air yang masih tersisa dalam produk sekitar 5 %.

2.3.4. Tahap Penanganan Produk

Dari bin produk kristal Magnesium sulfat dikemas dengan menggunakan mesin pengemas dalam bentuk Kantong plastik 25 kg. Selanjutnya disimpan dalam gudang dan siap dipasarkan.



NO	SIMBOL	KETERANGAN
16	WASTE	WASTE
15	CTWR	COOLING TOWER WATER RETURN
14	SC	STEAM CONDENSAT
13	RR	RECYCLE REFRIGERANT
12	FC	FLOW CONTROL
11	LI	LEVEL INDICATOR
10	TC	TEMPERATUR CONTROL
9	REFRIGERANT	REFRIGERANT
8	CW	COOLING WATER
7	S	STEAM
6	WP	WATER PROSES
5		ALIRAN PADAT
4		ALIRAN GAS
3		ALIRAN FLUIDA
2		TEMPERATUR
1		NOMOR ALIRAN

NO	KODE	KETERANGAN	JUMLAH
30	P-148	PENGEMASAN	1
29	F-147	BIN	1
28	F-146	BELT CONVEYOR	1
27	J-145	BUCKET ELEVATOR	1
26	H-144	CYCLONE	1
25	E-143	HEATER	1
24	G-124B	BLOWER	1
23	G-124A	BLOWER	1
22	H-141	FILTER UDARA	1
21	B-140	ROTARY DRYER	1
20	H-131	CENTRIFUGE	1
19	X-130	KRISTALISER	5
18	E-127	HEATER	1
17	L-126	POMPA	1
16	M-125	PENGENCER H_2SO_4	1
15	L-124	POMPA	1
14	F-123	STORAGE H_2SO_4	1
13	E-122	HEATER	1
12	L-121	POMPA	1
11	R-120	REAKTOR II	1
10	H-119	CLARIFIER	1
9	L-118	POMPA	1
8	E-117	REFRIGERANT	1
7	L-116	POMPA	1
6	M-115	PENGENCER NaOH	1
5	F-114	STORAGE NaOH	1
4	E-113	REFRIGERANT	1
3	L-112	POMPA	1
2	F-111	STORAGE BITTERM	1
1	R-110	REAKTOR I	1

Komponen	BM	% N
$CaSO_4$	136	0
MgCl	95.3	
$MgSO_4$	120	
NaCl	58.5	
NaBr	102.89	
KCl	74.6	
H_2O	18	
NaOH	40	
Na_2SO_4	142	
MgCOH72	58	
H_2SO_4	98	
$MgSO_4.7H_2O$		
Jumlah		

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FLOWSHEET
PABRIK EPSOMITE DARI BITTERN

DIRANCANG OLEH	DOSEN PEMBIMBING
FITRI ARISTYA S 01.14.147	Ir. MUYASSAROH, MT

BAB III

NERACA MASSA

Kapasitas : 60.000 ton / tahun

: 7575,76 kg / jam

Lama operasi : 330 hari / tahun, 24 jam / hari

Satuan : kg / jam

1. Tangki Pelarut NaOH (M – 117)

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari F-114 *(aliran 1)* :		Ke R-110 *(aliran 3)* :	
NaOH	6927,74	NaOH	6927,74
H_2O	141,38	H_2O	85442,16
Dari Water Proses (aliran 2) :			
H_2O	85300,78		
Total	**92369,90**	**Total**	**92369,90**

2. Reaktor (R – 110)

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari F-111 *(aliran 4)* :		Ke H-119 *(aliran 5)* :	
$CaSO_4$	99,65	$Mg(OH)_2$	4520,35
NaCl	28754,88	Na_2SO_4	11067,07
$MgCl_2$	15373,90	$MgSO_4$ sisa	1039,16
$MgSO_4$	10391,61	NaOH sisa	629,77
KCl	3477,43	$CaSO_4$	99,65
NaBr	1872,93	NaCl	28754,88

H_2O	143388,01	$MgCl_2$	15373,90
Jumlah	203358,40	KCl	3477,43
Dari M-117 *(aliran)* :		NaBr	1872,93
NaOH	6927,74	H_2O	228830,17
H_2O	85442,16		
Total	**295728,30**	**Total**	**295728.30**

3. Clarifier (H – 119)

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari R-110 *(aliran 5)* :		Ke R-120 *(aliran 7)* :	
$Mg(OH)_2$	4520,35	$Mg(OH)_2$	3616,28
Na_2SO_4	11067,07	H_2O sisa	45766,03
$MgSO_4$ sisa	1039,16	Waste *(aliran 6)* :	
NaOH sisa	629,77	$MgSO_4$ sisa	1039,16
$CaSO_4$	99,65	NaOH sisa	692,77
NaCl	28754,88	Na_2SO_4	11067,07
$MgCl_2$	15373,90	$CaSO_4$	99,65
KCl	3477,43	NaCl	28754,88
NaBr	1872,93	$MgCl_2$	15373,90
H_2O	228830,17	KCl	3477,43
		NaBr	1872,93
		H_2O	183064,16
		$Mg(OH)_2$ endapan	904,07
Total	**295728,30**	**Total**	**295728,30**

4. Tangki Pengencer H2SO4 (M – 125)

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari F-123 *(aliran 8)* :		Ke R-120 *(aliran 10)* :	
H_2SO_4	6110,27	H_2SO_4	6110,27
H_2O	124,70	H_2O	2618,69
Dari Water Proses *(aliran 9)* :			
H_2O	2493,99		
Total	**8728,96**	**Total**	**8728,96**

5. Reaktor (R – 120)

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari H-119 *(aliran 7)* :		Ke X-130 *(aliran 11)* :	
$Mg(OH)_2$	3616,28	$MgSO_4$	7332,32
H_2O sisa	45766,03	H_2O	50584,42
Dari M-125 *(aliran 10)* :		H_2SO_4 sisa	122,21
H_2SO_4	6110,27	$Mg(OH)_2$ sisa	72,33
H_2O	2618,69		
Total	**58111,27**	**Total**	**58111,27**

6. Kristaliser (X – 130)

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari R-120 *(aliran 11)* :		Ke H-132 *(aliran 12) :*	
$MgSO_4$	7332,32	$MgSO_4.7H_2O$	7215,01
H_2O	50584,42	$MgSO_4$ cairan	7816,26
H_2SO_4 sisa	122,21	H_2O	42885,48
$Mg(OH)_2$ sisa	72,33	$Mg(OH)_2$	72,33
		H_2SO_4	122,21
Total	**58111,27**	**Total**	**58111,27**

7. Centrifuge (H – 132)

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari X-130 *(aliran 12) :*		Ke B-140 *(aliran 13) :*	
$MgSO_4.7H_2O$	7215,01	$MgSO_4.7H_2O$ kristal	7215,01
$MgSO_4$ cairan	7816,26	H_2O	1273,24
H_2O	42885,48	Waste *(aliran 14) :*	
$Mg(OH)_2$	72,33	$MgSO_4$ cairan	7816,26
H_2SO_4	122,21	$Mg(OH)_2$	72,33
		H_2SO_4	122,21
		H_2O	41612,24
Total	**58111,27**	**Total**	**58111,27**

8. Rotary Dryer (B – 140)

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari H-132 *(aliran 13) :*		Ke F-147 *(aliran 15) :*	
$MgSO_4.7H_2O$ kristal	7215,01	$MgSO_4.7H_2O$	6854,26
H_2O	1273,24	H_2O	360,75
		Ke H-144 *(aliran 16)*	
		$MgSO_4.7H_2O$	360,75
		H_2O	912,49
Total	**8488,24**	**Total**	**8488,24**

9. Cyclone (H – 144)

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari B-140 *(aliran 16):*		Ke Udara *(aliran 17) :*	
$MgSO_4.7H_2O$	360,75	$MgSO_4.7H_2O$	18,04
H_2O	912,49	H_2O	894,45
		Ke F-147 *(aliran 18) :*	
		$MgSO_4.7H_2O$	342,71

		H_2O	18,04
Total	**1273,24**	**Total**	**1273,24**

10. Bin Produk (F – 147)

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari B-140 *(aliran 15) :*		Produk *(aliran 19) :*	
$MgSO_4.7H_2O$	6854,26	$MgSO_4.7H_2O$	7196,97
H_2O	360,75	H_2O	378,79
Dari H-144 *(aliran 18) :*			
$MgSO_4.7H_2O$	342,71		
H_2O	18,04		
Total	**7575,76**	**Total**	**7575,76**

BAB IV

NERACA PANAS

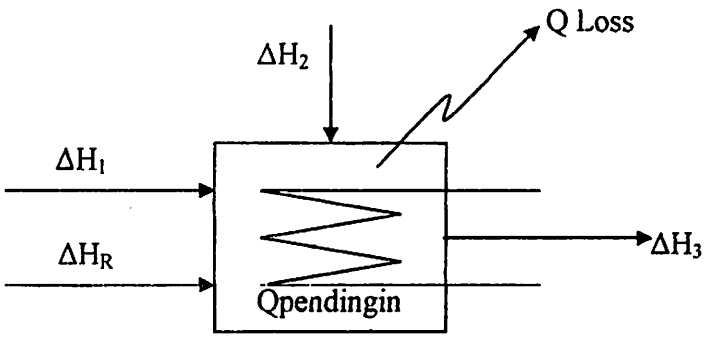
Kapasitas produksi : 60.000 ton / tahun

Basis produksi : 7575,76 kg / jam

Satuan : kkal / jam

Suhu referensi : 25°C

1. Reaktor I (R – 110)



Fungsi : Tempat terjadinya reaksi antara bittern dengan NaOH menjadi $Mg(OH)_2$ dan Na_2SO_4

Neraca Panas Total :

$\Delta H_1 + \Delta H_2 + Q\ pendingin = \Delta H_3 + Qloss + \Sigma H_R$

Dimana :

ΔH_1 = Panas yang terkandung dalam bahan masuk reaktor

ΔH_2 = Panas yang terkandung dalam NaOH masuk reaktor

ΔH_3 = Panas yang terkandung dalam bahan keluar reaktor

ΣH_R = Panas reaksi

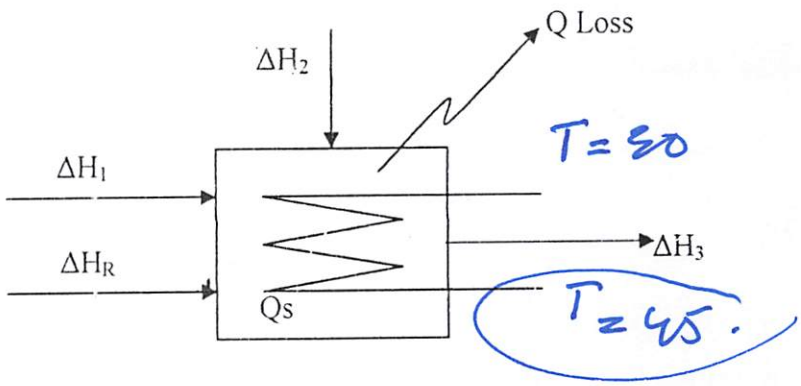
Qloss = Panas yang hilang

Qpendingin = Panas yang dikeluarkan oleh pendingin

Neraca Panas Total Pada Reaktor I :

Panas Masuk		Panas Keluar	
ΔH_1	88696,17	ΔH_3	53070,69
ΔH_2	24479,96	Q Loss	- 2949,98
ΣH_R	-58999,61	Qpendingin	4055,81
Total	**54176,53**	**Total**	**54176,53**

2. Reaktor II (R – 120)



Fungsi : Tempat terjadinya reaksi antara $Mg(OH)_2$ dan H_2SO_4 menjadi $MgSO_4$ dan H_2O

Neraca Panas Total :

$\Delta H_1 + \Delta H_2 + Q\ panas = \Delta H_3 + Qloss + \Sigma H_R$

Dimana :

ΔH_1 = Panas yang terkandung dalam bahan masuk reaktor

ΔH_2 = Panas yang terkandung dalam NaOH masuk reaktor

ΔH_3 = Panas yang terkandung dalam bahan keluar reaktor

ΣH_R = Panas reaksi

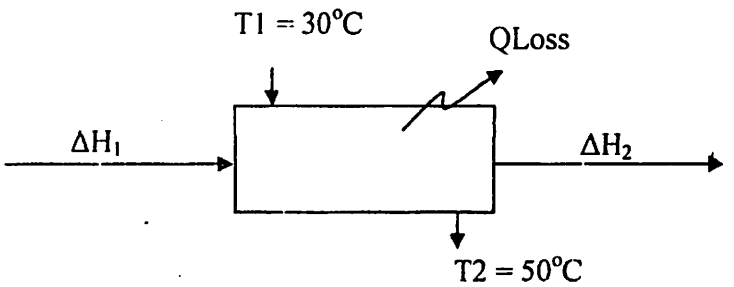
Qloss = Panas yang hilang

Qs = Panas yang diberikan oleh steam

Neraca Panas Total Pada Reaktor II :

Panas Masuk		Panas Keluar	
ΔH_1	165479,44	ΔH_3	202395,57
ΔH_2	9051,10	Q Loss	- 107,40
ΣH_R	-5370,07	Qpanas	33127,70
Total	**169160,47**	**Total**	**169160,47**

3. Kristaliser (X – 130)



Neraca Panas Total :

$\Delta H_1 = \Delta H_2 + Q_1 + Q\ Loss$

Dimana :

ΔH_1 : Panas yang terkandung dalam $MgSO_4$ masuk kristaliser

ΔH_2 : Panas yang terbawa dalam $MgSO_4$ keluar kristaliser

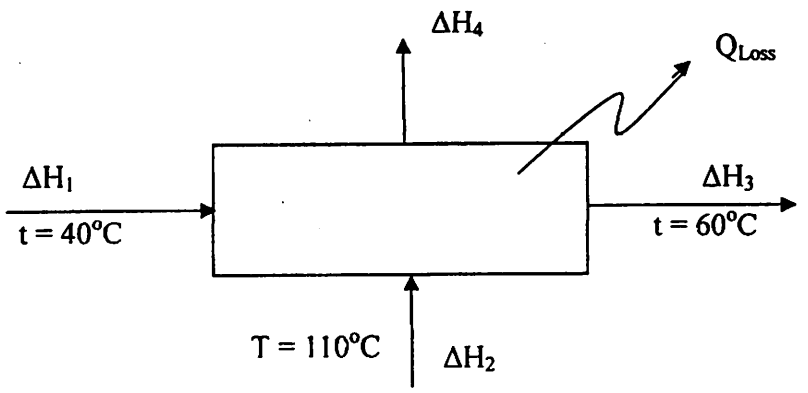
Q_1 : Panas yang diserap oleh air pendingin

Q Loss : Panas yang hilang

Neraca Panas Dalam Kristaliser :

Panas Masuk		Panas Keluar	
ΔH_1	202395,57	ΔH_2	36611,11
		Q pendingin	155664,68
		Q_{Loss}	10119,78
Total	**202395,57**	**Total**	**202395,57**

4. Rotary Dryer (B – 140)



Fungsi : Untuk mengeringkan $MgSO_4.7H_2O$ sampai kering

Neraca Panas Total :

$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q\ Loss$

Dimana :

ΔH_1 : Panas yang terkandung dalam bahan masuk rotary dryer

ΔH_2 : Panas yang terbawa dalam udara masuk rotary dryer

ΔH_3 : Panas yang terbawa dalam bahan keluar rotary dryer

ΔH_4 : Panas yang terbawa dalam udara keluar rotary dryer

Q Loss : Panas yang hilang

Neraca Panas Total Pada Rotary Dryer :

Panas Masuk		Panas Keluar	
ΔH_1	666,71	ΔH_3	459,79
ΔH_2	4150,01	ΔH_4	4323,59
		Q_{Loss}	33,34
Total	**4816,72**	**Total**	**4816,72**

BAB V

SPESIFIKASI PERALATAN

1. STORAGE TANK BITTERN (F – 111)

Nama	: Storage Tank Bittern
Fungsi	: Untuk menyimpan bittern selama 7 hari
Bahan	: HAS SA 240 Grade M Type 316
Volume Storage	: 20569,45 bbl
Diameter Storage	: 120 ft
Tinggi Storage	: 54 ft
Tebal Badan Storage	: $\frac{3}{16}$ *in*
Tebal Tutup	: 0,56 in
Jumlah	: 1 buah

2. POMPA CENTRIFUGAL (L – 112)

Nama	: Pompa Centrifugal
Fungsi	: Memompa bittern dari storage (F-111) menuju ke reaktor
Jenis	: Pompa Centrifugal
Kapasitas	: 448323,93 lb / jam
Proses	: Continue
Power	: 78 HP
Bahan	: Commercial steel
Jumlah	: 1 buah

3. STORAGE NaOH (F-116)

Fungsi : Menampung bahan baku NaOH selama 7 hari

Type : Gudang

Kapasitas : 15584,5930 lb/hari

Lebar : 32 ft

Panjang : 64 ft

Tinggi : 12 m

Lantai : Semen cor

Atap : Asbes

Tembok : Semen

Jumlah : 1 buah

4. TANGKI PENGENCER NaOH (M – 115)

Nama : Tangki pengencer

Fungsi : Untuk mengencerkan NaOH 98 % menjadi 7,5 %

Type : Tangki silinder vertical, tutup atas berbentuk standard dished dan tutup bawah berbentuk conis ($\alpha = 60^o$)

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA 240 Grade M Type 316

Kapasitas : 203638,6926 ft^3

Jumlah : 1 buah

Diameter Tangki :

- Diameter luar : 90 in
- Diameter dalam : 89,625 in
- Tinggi : 234,4443 in

- Tebal silinder : $\frac{3}{16}$ *in*
- Tebal tutup atas : $\frac{3}{16}$ *in*
- Tebal tutup bawah : $\frac{3}{16}$ *in*

Dimensi Pengaduk

- Diameter pengaduk : 29,875 in
- Tinggi impeller dari dasar tangki : 22,4063 in
- Panjang daun pengaduk : 7,4688 in
- Lebar daun pengaduk : 2,9875 in
- Jumlah pengaduk : 1 buah
- Daya : 3 HP

5. POMPA CENTRIFUGAL (L – 116)

Nama : Pompa Centrifugal

Fungsi : Memompa NaOH dari tangki pengencer (M-115) ke reaktor (R-110)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 203638,6815 lb/jam

Proses : Continue

Power : 2 HP

Bahan : Commercial steel

Jumlah : 1 buah

6. STORAGE TANK H_2SO_4 (F – 123)

Nama	: Storage Tank H_2SO_4
Fungsi	: Untuk menyimpan H_2SO_4 selama 7 hari
Bahan	: HAS SA 240 Grade M Type 316
Volume storage	: 25323,08 ft^3
Diameter storage	: 60 ft
Tinggi storage	: 24 ft
Tebal badan storage	: $\frac{3}{16}$ *in*
Tebal tutup	: 0,27 in
Jumlan	: 1 buah

7. POMPA ROTARY (L – 124)

Nama	: Pompa Rotary
Fungsi	: Memompa H_2SO_4 dari storage tangki pengencer (M–125)
Jenis	: Pompa Rotary
Laju Volumetrik	: 2,0098 ft^3/min
Proses	: Continue
Power	: 13 HP
Bahan	: Commercial steel
Jumlah	: 1 buah

8. TANGKI PENGENCER H_2SO_4 (M – 125)

Fungsi : Untuk mengencerkan H_2SO_4 98% menjadi 70%

Type : Tangki silinder vertical, tutup atas berbentuk standard dished, tutup bawah berbentuk conical ($\alpha = 60^o$)

Bahan konstruksi : Carbon steel SA 240 Grade M Type 316

Kapasitas : 635662,1285 ft^3

Jumlah : 1 buah

Dimensi tangki

- Diameter luar : 73 in
- Diameter dalam : 72,6250 in
- Tinggi : 187,9189 in
- Tebal silinder : $\frac{3}{16}$ *in*
- Tebal tutup atas : $\frac{3}{16}$ *in*
- Tebal tutup bawah : $\frac{3}{16}$ *in*

Dimensi pengaduk

- Diameter pengaduk : 24,2083 in
- Tinggi impeller dari dasar tangki : 18,1563 in
- Panjang daun pengaduk : 6,0521 in
- Lebar daun pengaduk : 2,4208 in
- Jumlah pengaduk : 1 buah
- Daya : 2 HP

9. POMPA ROTARY (L – 126)

Fungsi : Untuk memompa H_2SO_4 dari tangki pengencer (M-125) ke reactor (R-120)

Type : Pompa rotary

Kapasitas : 13745,61 lb/jam

Panjang pipa : 73,45 ft

Proses : Continue

Power : 15 HP

Bahan : Commercial steel

Jumlah : 1 buah

10. REAKTOR I (R – 110)

Fungsi : Tempat terjadinya reaksi antara bittern dan NaOH

Type : Tangki silinder vertical, tutup atas berbentuk standard dished, tutup bawah berbentuk conis ($\alpha = 60^o$)

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA 240 Grade M Type 316

Kapasitas : 658,7743 ft^3

Jumlah : 1 buah

Dimensi tangki

- Diameter luar : 99 in
- Diameter dalam : 98,6250 in
- Tinggi : 254,7183 in
- Tebal silinder : $\frac{3}{16}$ *in*

- Tebal tutup atas : $\frac{3}{16}$ *in*

- Tebal tutup bawah : $\frac{3}{16}$ *in*

Dimensi pengaduk

- Diameter pengaduk : 32,8750 in
- Tinggi impeller dari dasar tangki : 24,6563 in
- Panjang daun pengaduk : 8,2188 in
- Lebar daun pengaduk : 3,2875 in
- Jumlah pengaduk : 1 buah
- Daya : 14 HP

11. POMPA ROTARY (L -- 115)

Nama : Pompa rotary

Fungsi : Memompa $Mg(OH)_2$ dari reactor (R-110) menuju clarifier (H-119)

Jenis : Pompa rotary

Kapasitas : 651963,6 lb/jam

Proses : Continue

Power : 9 HP

Bahan : Commercial steel

Jumlah : 1 buah

12. CLARIFIER (H – 119)

Fungsi : Untuk memisahkan larutan $Mg(OH)_2$ dengan impuritiesnya

Type : Tangki silinder vertical, tutup atas berbentuk standard dished, tutup bawah berbentuk conis ($\alpha = 60^o$)

Bentuk : Tangki silinder tutup bawah berbentuk conical

- Diameter tangki : 10,0791 ft
- Tinggi : 23,8474 ft
- Diameter impeller : 3,3597 ft
- Lebar impeller : 1,7135 ft
- Daya motor : 4 HP
- Bahan : Carbon steel SA 240 Grade M Type 316
- Jumlah : 1 buah

13. POMPA ROTARY (L – 121)

Nama : Pompa rotary

Fungsi : Memompa $Mg(OH)_2$ dari clarifier (H-119) ke reactor II (R-120)

Jenis : Pompa rotary

Kapasitas : 651962,6 lb/jam

Proses : Continue

Power : 9 HP

Bahan : Commercial steel

Jumlah : 1 buah

14. HEATER (E – 127)

Nama : Heater

Fungsi : Memanaskan campuran H_2SO_4 sebelum masuk reactor (R-120)

Jenis : DPHE

Kapasitas : 19243,86 lb/jam

Bahan : Carbon steel SA 240 Grade M Type 316

Jumlah : 1 buah

Steam yang digunakan : 120,8690 lb/jam

15. HEATER (E – 122)

Nama : Heater

Fungsi : Memanaskan campuran $Mg(OH)_2$ sebelum masuk reactor (R-120)

Jenis : Shell and Tube 1-2

Kapasitas : 49382,32 lb/jam

Bahan : Carbon steel SA 240 Grade M Type 316

Jumlah : 1 buah

Steam yang digunakan : 86,3350 lb/jam

Bagian shell : IDS = 10

n = 1

B = 10

de = 0,73 in

Bagian tube : do = ¼ in

di = 0,62 in

a' = 0,302 in^2

a'' = 0,1963 ft^2/ft

l = 16 ft

n = 2

P_T = 1 in

C' = 0,25 in

Nt standard = 98 buah

Susunan = segitiga

BWG = 16

Jumlah : 1 buah

16. REAKTOR II (R – 120)

(Dapat dilihat pada PERANCANGAN ALAT UTAMA BAB VI)

17. KRISTALISER (X – 130)

Nama : Kristaliser

Fungsi : Untuk membentuk kristal epsomite ($MgSO_4.7H_2O$)

Type : Swenson Walker

Bahan : Carbon steel

Jumlah : 5 buah

Diameter : 24 in = 2 ft

Panjang : 30 ft

Putaran pengaduk : 15 rpm

18. CENTRIFUGE (H – 132)

Nama : Centrifuge

Fungsi : Untuk memisahkan antara kristal epsomite dan mother liquornya

Type : Recyprocoating pusher, single stage with cylinder screen

Power : 25 HP

Bahan : Carbon steel

Jumlah : 1 buah

Kecepatan putar : 1200 rpm

Diameter : 30 in = 0,762 m

19. ROTARY DRYER (B – 140)

Nama : Rotary dryer

Fungsi : untuk mengeringkan kristal epsomite

Rate udara kering : 2806,98 lb/ja

Kecepatan udara : 600 lb ft^2 jam

Luas : 4,67 ft^2

Diameter : 2 m

Volume bahan : 45,59 ft^3

Tebal shell : 0,02 m

Putaran rotary dryer : 4,3695 rpm

Corong pemasukan : 1,92 ft

Sudu – sudu : 4,6386 ft

20. FILTER UDARA (H – 141)

Nama : Filter udara

Fungsi : Untuk menyaring udara yang dialirkan ke blower

Type : Dry filter

Bahan konstruksi : Cast Iron

Ukuran dry filter : 24 in x 24 in

Jumlah : 1 buah

21. BLOWER (G – 142 A)

Nama : Blower

Fungsi : Untuk menghembuskan gas dari rekator ke absorber

Type : Centrifugal pump

Rate : 2806,98 lb/jam

Kecepatan volumetric : 641,74 ft^3/s

Daya blower : 2 HP

Jumlah : 1 buah

22. CYCLONE (H – 144)

Nama : Cyclone

Fungsi : Untuk memisahkan debu atau partikel kristal epsomite yang terikut gas panas dari rotary dryer

Type : Duclone collector

Bahan konstruksi : Carbon steel

Rate udara panas : 1273,24 kg/jam = 2806,98 lb/jam

Kecepatan udara masuk cyclone : 50 ft/s

Jumlah : 1 buah

23. BELT CONVEYOR (J – 145)

Nama : Belt Conveyor

Fungsi : Untuk mengangkut produk epsomite yang keluar dari rotary dryer ke bucket elevator

Type : Thoughed belt

Kapasitas : 7,5758 ton/jam

Daya : 0,1421 HP

Kecepatan : 24 ft/menit

Jumlah : 1 buah

24. BUCKET ELEVATOR (J – 146)

Nama : Bucket elevator

Fungsi : Untuk mengangkut produk epsomite ke bin

Type : Centrifuge dischange bucket on belt conveyor

Kapasitas : 7,5758 ton/jam

Dimensi

- Tinggi bucket : 8 m = 26,2464 ft
- Size of lumps handled : ¾ in
- Kapasitas bucket : 121,75 ft/min
- Head shaft : 23,2684 rpm
- HP dibutuhkan pada head shaft : 0,86 HP
- Bucket spacing : 12 in

Diameter elevator

- Head : $1\frac{15}{16}$ in
- Tail : $1\frac{11}{16}$ *in*

Diameter control

- Head : 20 in

- Tail : 14 in
- Lebar belt : 7 in
- Bahan konstruksi : Carbon steel
- Jumlah : 1 buah

25. BIN (F – 147)

Nama : Bin Produk

Fungsi : Menampung produk untuk sementara sebelum di kemas

Type : Berbentuk persegi panjang dengan posisi vertical, bagian bawah berbentuk limas

Bahan konstruksi : Carbon steel SA 240 Grade M Type 316

Volume bin : 6,7 m^3

Dimensi bin

Panjang : 2,5 m = 114,73 in

Lebar : 2,5 m = 114,73 in

Tinggi : 10,5625 m

Tebal bin : $\frac{3}{16}$ *in*

Jumlah : 1 buah

26. MESIN PENGEMAS (P – 148)

Nama : Mesin pengemas produk

Fungsi : Untuk mengemas produk yang berasal dari bin ke dalam karung

Kapasitas bahan masuk : 7575,76 kg/jam

Bahan konstruksi : Carbon steel

Kapasitas mesin : 33403,041 lb

Jumlah : 1 buah

27. GUDANG PRODUK (F – 149)

Nama : Gudang produk

Fungsi : Untuk menyimpan produk yang sudah dikemas

Type : Gudang

Panjang gudang : 40 m

Lebar gudang : 10 m

Tinggi gudang : 12 m

Bahan : Beton

Jumlah : 1 buah

28. HEATER UDARA (E – 143)

Nama : Heater

Fungsi : Memanaskan udara sebelum masuk rotary dryer

Jenis : Shell and Tube 1-2

Kapasitas : 2806,98 lb/jam

Bahan : Carbon steel SA 240 Grade M Type 316

Jumlah : 1 buah

Steam yang digunakan : 506,169 lb/jam

Bagian shell : IDS = 10

n = 1

B = 10

de = 0,73 in

Bagian tube : do = ¾ in

di = 0,62 in

a' = 0,302 in^2

a'' = 0,1963 ft^2/ft

l = 16 ft

n = 2

P_T = 1 in

C' = 0,25 in

Nt standard = 98 buah

Susunan = segitiga

BWG = 16

Jumlah : 1 buah

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat : Reaktor

Kode : R – 120

Fungsi : Tempat terjadinya reaksi antara $Mg(OH)_2$ dan H_2SO_4

Type : - mixed flow reactor

- Berbentuk silinder tegak
- Tutup atas standard dish
- Tutup bawah conical dengan sudut $\alpha = 120^oC$
- Dilengkapi dengan koil pemanas dan pengaduk

Kondisi operasi : - tekanan : 1 atm

- Temperature : 70^oC
- fase : solid – liquid

$\rho_{campuran}$: 157,1350 lb/ft^3

$\mu_{campuran}$: 22,18 cp = 0,0148 lb/ft.s

Massa bahan masuk : 58111,27 kg/jam = 128112,1058 lb/jam

Direncanakan :

- Bahan konstruksi : Stainless steel SA 240 Grade M Type 316

  F = 18750 untuk suhu 80^oC (Brownell & Young tabel 13.2 hal : 324)

- Jenis pengelasan : Double welded butt join

  E = 0,8 (Brownell & Young table 13.2 hal : 354)

- Faktor korosi : $\frac{1}{16} in$

6.1. Rancangan dimensi reaktor

- Menentukan volume reaktor

$V_L = Q \times t$

Dimana :

V_L : Volume liquid

Q : Kecepatan volumetric bahan masuk

t : waktu tinggal (60 menit)

maka :

$$Q = \frac{M}{\rho} = \frac{128112{,}1058 lb/jam}{157{,}1350 lb/ft^3}$$

$= 815{,}2996\ ft^3/jam$

V_L = 815,2996 ft3/jam x 1 jam

= 815,2996 ft3

Diasumsikan : Volume ruang kosong (Vrk) = 20% Volume liquid (VL)

Volume pengaduk + coil (Vpc) = 10% Volume liquid (VL)

Vrk = 20% x 815,2996 ft3 = 163,0599 ft3

Vpc = 10% x 815,2996 ft3 = 81,5300 ft3

- Menentukan dimensi silinder

a. Menghitung diameter silinder (di)

Diasumsikan : Ls = 1,5 di ✓

Volume reaktor = V tutup bawah + V silinder + V tutup atas

$$= \frac{\pi x di^3}{24 \tan \frac{1}{2}\alpha} + \frac{\pi x di^2 x Ls}{4} + 0{,}0847 di^3$$

$$1059{,}8895 \text{ ft}^3 = 0.0755 \text{ di}^3 + \frac{\pi x di^2 x (1{,}5 di)}{4} + 0{,}0847 di^3$$

1059,8895 ft^3 = 0,0755 di3 + 1,1775 di3 + 0,0847 di3

1059,8895 ft^3 = 1,3377 di3

di^3 = 792,3223 ft3

di = 9,2534 ft = 111,0416 in

b. Menghitung tinggi liquid dalam silinder (Lls)

VL = V tutup bawah + V Lls

$$1059{,}8895 \text{ ft3} = \frac{\pi x di^3}{24 \tan \frac{1}{2}\alpha} + \frac{\pi x di^2 x Lls}{4}$$

$$1059{,}8895 \text{ ft3} = 0{,}0755 \text{ (} 9{,}2534 \text{ ft)3} + \frac{\pi x (9{,}2534) x Lls}{4}$$

1059,8895 ft3 = 59,7547 + 67,2158 Lls ft2

1059,8895 ft3 = 126,9705 Lls ft3

Lls = 8,3475 ft = 100,1711 in

c. Menghitung P design

Tekanan hidrostatik (Ph) = $\frac{\rho x (Hls - 1)}{144}$ (Brownell & Young tabel 3.17 hal : 46)

Dimana :

P : Densitas campuran

Hls : Tinggi liquid dalam shell

Maka :

$$Ph = \frac{157{,}1350 lb/ft^3 x(8{,}3475-1)ft}{144}$$

Ph = 8,0177 psia

Dirancang dinding shell kuat menahan tekanan 2 atm

P operasi = 2 atm = 29,4 psia

P design = (29,4 + 8,0177) psia

P design = 37,4177 psia = 22,7177 psig

d. Menghitung tebal silinder (ts)

di = 111,0416 in

$$ts = \frac{pi x di}{2(f.E-0{,}6 pi)} + C$$

$$ts = \frac{22{,}7177 x 111{,}0416}{2[(18750 x 0{,}8)-(0{,}6 x 111{,}0416)]} + \frac{1}{16}$$

$$ts = \frac{2522{,}6133}{29866{,}7501} + \frac{1}{16}$$

$$ts = 1{,}3514 + \frac{1}{16} = \frac{2{,}3514}{16} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Standardisasi do :

do baru = 111,0416 + 2 ts

$$= 111{,}0416 \text{ in} + 2\left(\frac{3}{16}\right) in$$

$$= 111{,}4166 \text{ in} \approx 111 \text{ in}$$

di baru = do - 2 ts

$$= 111 \text{ in} - 2\left(\frac{3}{16}\right) in$$

= 110,6250 in = 9,2187 ft

e. Menghitung tinggi silinder (Ls)

Ls = 1,5 di

= 1,5 (110,6250 in)

= 165,9375 in = 13,8280 ft

- Menentukan dimensi tutup

a. Menghitung tebal tutup atas berbentuk standard dish

$$tha = \frac{0{,}885 x pi x di}{f.E - 0{,}1 pi} + C$$

$$tha = \frac{0{,}885 x 22{,}7177 x 110{,}6250}{[(18750 x 0{,}8) - (0{,}1 x 22{,}7177)]} + \frac{1}{16}$$

$$tha = 0{,}1483 + \frac{1}{16}$$

$$tha = \frac{3}{16} \text{ in}$$

b. Menghitung tinggi tutup atas berbentuk standard dish

Diketahui : r : 102 in (Brownell & Young tabel 5.7 hal : 90)

icr : $\frac{9}{16} in$ (Brownell & Young tabel 5.6 hal : 88)

sf : 2 in (Brownell & Young table 5.6 hal : 88)

$$a = \frac{di}{2} = \frac{110{,}6250}{2} = 55{,}3125\ in$$

$$AB = a - icr = 55{,}3125 - \frac{9}{16} in = 54{,}75 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = 102 - \frac{9}{16} in = 101{,}4375 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2-(AB)^2} = \sqrt{(101{,}4375)^2-(54{,}75)^2} = 85{,}3932 \text{ in}$$

b = r - AC = 102 in - 85,3932 in = 16,6068 in

ha = tha + b + sf

$$= \frac{3}{16}in + 16{,}6068in + 2in = 18{,}7943in$$

c. Menghitung tebal tutup bawah berbentuk conical (tha)

$$thb = \frac{pi\ x\ di}{2(f.E-0{,}6\,pi)\cos\alpha} + C$$

$$thb = \frac{22{,}7177\ x\ 110{,}6250}{2(18750x0{,}8)-(0{,}6x22{,}7177)0{,}5} + \frac{1}{16}$$

$$= 2{,}6831 + \frac{1}{16} = \frac{3}{16}in$$

d. Menghitung tinggi tutup bawah berbentuk conical (hb)

$$b = \frac{\frac{1}{2}di}{\tan\frac{1}{2}\alpha} = \frac{\frac{1}{2}x110{,}6250}{\tan 60} = 31{,}9338in$$

hb = b + sf

= 31,9338 in + 2 in = 33,9338 in

e. Menghitung tinggi reaktor (H)

H = tinggi tutup bawah (hb) + tinggi silinder (Ls) + tinggi tutup atas (ha)

= 33,9338 in + 165,9375 in + 18,7943 in

= 218,6655 in

Dari perhitungan di atas maka diperoleh dimensi reaktor sebagai berikut :

do = 111 in ha = 18,7943 in

di = 110,6250 in thb = $\frac{3}{16}$ *in*

Ls = 165,9375 in hb = 33,9338 in

ts = $\frac{3}{16}$ *in* H = 218,6655 in

tha = $\frac{3}{16}$ *in*

6.2. Perhitungan pengaduk

- Perencanaan pengaduk (GG Brown hal : 507)

  Jenis pengaduk : Axial turbin dengan 6 blade pada 45° angle

  Bahan impeller : High Alloy Steel SA 240 Grade M Type 316

  Bahan poros pengaduk : Hot Roller SAE 1020

  Dari GG Brown hal : 507 diperoleh data – data sebagai berikut :

  - di/dp = 2,4 – 3.0
  - Zl/dp = 2,7 – 3,9
  - Zi/dp = 0,7 – 1,3
  - W/dp = 0,17

  Dimana :

  di = Diameter dalam silinder (in)

  dp = Diameter impeller (in)

  Zl = Tinggi zat cair dalam silinder (in)

  Zi = tinggi impeller dari dasar tangki (in)

  a. Diameter impeller (dp)

     di/dp = 3

$$dp = \frac{di}{2,5} = \frac{110,6250}{2,5} = 44,25\ in$$

b. Tinggi impeller dari dasar tangki (Zi)

Zi/dp = 0,9

Zi = 0,9 x 44,25 in = 39,825 in

c. Panjang pengaduk (Lp)

Lp/dp = 0,25

Lp = 0,25 x dp

Lp = 0,25 x 44,25 in = 11,0625 in

d. Lebar daun pengaduk (W)

W/dp = 0,17

W = 0,17 x dp = 0,17 x 44,25 in = 7,5225 in

e. Menentukan jumlah pengaduk

$$n = \frac{Hls}{2\ x\ di^2}$$

$$n = \frac{(8,3475\ ft)}{2\ x (9,2187\ ft)^2}$$

$$n = \frac{8,3475}{18,4374} = 0,4528 \approx 1\ buah$$

- Perhitungan daya pengaduk

$$Nre = \frac{\rho\ x\ n\ x\ dp^2}{\mu}$$

Dimana :

dp = diameter impeller

n = jumlah putaran pengaduk, asumsi 150 rpm = 2,5 rps

ρ = densitas bahan

$$Nre = \frac{\rho \, x \, n \, x \, dp^2}{\mu}$$

$$= \frac{157{,}1350 lb/ft^3 \, x \, 150 rpm \, x \, (3{,}6875)^2}{0{,}89 lb/ft.\min}$$

$$= 360112{,}5362$$

Dari Geankoplis fig. 3.4-4 hal : 145 didapatkan Np = 2,5

$$Np = \frac{Pp \, x \, gc}{\rho \, x \, n^3 \, x \, dp^5}$$ (Geankoplis fig 3.4-2 hal : 145)

Dimana :

Np = power number

P = daya

ρ = densitas bahan

n = jumlah putaran = 150 rpm = 2,5 rps

dp = diameter pengaduk

Sehingga :

$$2{,}5 = \frac{Pp \, x \, 32{,}174}{157{,}1350 \, x \, (2{,}5)^3 \, x \, (3{,}6875)^5}$$

Pp = 130073,2681 lb.ft/detik

= 236,4969 hp ≈ 237 hp

Kehilangan daya

- Gain losses (kebocoran daya pada proses dan bearing) diperkirakan 10% dari daya masuk
- Transmission system losses (kebocoran belt atau gear) diperkirakan 15% dari daya masuk

Sehingga daya yang dibutuhkan :

Daya yang dibutuhkan = (0,1 + 0,15) Pp + Pp

= (0,25 x 237 hp) + 237 hp

= 296,25 hp ≈ 296 hp

- Perhitungan poros pengaduk

a. diameter poros

$$T = \frac{\pi \, x \, S \, x \, dr^3}{16}$$ (Hesse, pers 16-1 hal : 465 0

Dengan :

T = momen puntir (lb.in) = $\frac{63025 \, . \, Hm}{n}$ (Hesse, hal : 469)

Hm = Pp = daya motor pada poros = 296 hp

n = putaran pengaduk = 150 rpm

Sehingga :

$$T = \frac{(63025).(296)}{150} = 124369{,}3333 \; lb.in$$

Dari Hesse, tabel 16-1 hal : 457, untuk bahan Hot Rolled Steel SAE 1020, mengandung karbon = 20%, dengan batas = 36000 lb/in^2.

S = maksimum design shering stress yang didijinkan

S = 20% x (36000) lb/in^2

$= 7200 \text{ lb/in}^2$

Maka didapatkan diameter poros pengaduk (D) :

$$dr = \left[\frac{16 \, x \, T}{\pi \, x \, S} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$dr = \left[\frac{16 \, x \, 124369{,}33 \, lb.in}{\pi \, x \, 7200 lb/in} \right]^{\frac{1}{3}}$$

dr = 4,4483 in

b. Panjang poros

Rumus :

Lr = h + i - Zi

Dimana :

Lr = panjang poros (ft)

Zi = jarak impeller dari dasar tangki = 39,825 in = 3,32 ft

i = panjang poros di atas bejana tangki = 4,4483 in = 0,37 ft

h = tinggi silinder + tinggi tutup atas

= (218,6655 + 18,7943) in = 237,4598 in = 19,79 ft

Jadi panjang poros pengaduk :

Lr = (237,4598 in + 4,4483 in) – 39,825 in

= 202,0831 in = 16,8401 ft

Kesimpulan dimensi pengaduk :

Type	: axial turbin 6 blades sudut 45° angle	
dp	: diameter impeller	= 44,2500 in
Zi	: tinggi impeller dari dasar bejana	= 39,8250 in

Lp	: panjang impeller	= 11,0625 in
W	: lebar impeller	= 7,5225 in
n	: jumlah pengaduk	= 1 buah
Daya		= 296 hp
Diameter poros		= 4,4483 in
Panjang poros		= 202,0831 in

6.3. Perhitungan Nozzle

- Perencanaan :

1. Nozzle pada tutup atas standard dished
   - Nozzle untuk pemasukan $Mg(OH)_2$ dan H_2O
   - Nozzle untuk pemasukan larutan H_2SO_4
2. Nozzle untuk silinder reaktor
   - Nozzle untuk pemasukan koil
   - Nozzle untuk pengeluaran koil
3. Nozzle pada tutup bawah conical
   - Nozzle untuk pengeluaran produk
4. Nozzle untuk manhole
5. Nozzle flange standard type welding neck pada :
   - Nozzle untuk pemasukan $Mg(OH)_2$ dan H_2O
   - Nozzle untuk pemasukan larutan H_2SO_4
   - Nozzle untuk pemasukan koil
   - Nozzle untuk pengeluaran koil
   - Nozzle untuk manhole

- Nozzle untuk pengeluaran produk

6. Bahan konstruksi untuk nozzle menggunakan High Alloy Steel

- Perhitungan :

1. Nozzle pada tutup atas standard dished

- Nozzle untuk pemasukan $Mg(OH)_2$ dan H_2O

Rate feed masuk = 49382,32 kg/jam = 108868,2627 lb/jam

Densitas feed = 151,36 lb/ft^3

$$\text{Rate volumetric (Q)} = \frac{\textit{Rate feed masuk}}{\rho\ \textit{feed}}$$

$$= \frac{315170{,}8\ lb/jam}{151{,}3600\ lb/ft^2} = 2448{,}8903\ ft^3/jam$$

= 0,1998 ft^3/detik

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

Din opt $= 3{,}9\,(Q)^{0,45}\,.\,(\rho)^{0,13}$

$= 3{,}9\,(0{,}1998)^{0,45}\,.\,(151{,}36)^{0,13}$

= 3,6285 in

= 0,3024 ft

Dari Geankoplis App. A5 hal: 892, maka dipilih pipa 4 in IPS Sch.80 dengan ukuran :

- din = 3,862 in
- don = 4,5 in
- An = 0,07986 ft^2

- Nozzle untuk pemasukan larutan H_2SO_4

Rate feed masuk = 8728,96 kg/jam = 19243,8652 lb/jam

Densitas feed = 119,670 lb/ft^3

Rate volumetric (Q) $= \dfrac{Rate\ feed\ masuk}{\rho\ feed}$

$= \dfrac{19243{,}8652\ lb/jam}{119{,}670\ lb/ft^2} = 160{,}8078\ ft^3/jam$

= 0,0447 ft^3/detik

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

Din opt $= 3{,}9\ (Q)^{0,45} . (\rho)^{0,13}$

$= 3{,}9\ (0{,}0447)^{0,45} . (191{,}67)^{0,13}$

= 1,7935 in

= 0,1495 ft

Dari Geankoplis App. A5 hal: 892, maka dipilih pipa 11/2 in IPS Sch.80 dengan ukuran :

- din = 1,5 in
- don = 1,9 in
- An = 0,01225 ft^2

2. Nozzle untuk silinder reaktor

- Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran koil

Rate feed masuk = 404797,33 kg/jam = 892416,1937 lb/jam

Densitas feed = 157,1351 lb/ft^3

Rate volumetric (Q) $= \dfrac{Rate\ feed\ masuk}{\rho\ feed}$

$= \dfrac{892416{,}1937\ lb/jam}{157{,}1351\ lb/ft^2} = 2576{,}1102\ ft^3/jam$

= 0,7156 ft^3/detik

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

Din opt $= 3{,}9\,(Q)^{0,45}\,.\,(\rho)^{0,13}$

$= 3{,}9\,(0{,}7156)^{0,45}\,.\,(157{,}1351)^{0,13}$

$= 6{,}4741$ in

$= 0{,}5395$ ft

Dari Geankoplis App. A5 hal : 892, maka dipilih pipa 6 in IPS Sch.80 dengan ukuran :

- din = 5,761 in
- don = 6.625 in
- An = 0,1810 ft^2

3. Nozzle pada tutup bawah conical

- Nozzle pada pengeluaran produk

Rate feed masuk = 58111,27 kg/jam = 128112,11 lb/jam

Densitas feed = 157,135 lb/ft^3

Rate volumetric (Q) $= \dfrac{Rate\ feed\ masuk}{\rho\ feed}$

$= \dfrac{128112{,}11\ lb/jam}{157{,}135\ lb/ft^2} = 815{,}29\ ft^3/jam$

$= 0{,}0188\ ft^3/detik$

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

Din opt $= 3{,}9\,(Q)^{0,45}\,.\,(\rho)^{0,13}$

$= 3{,}9\,(0{,}0188)^{0,45}\,.\,(157{,}135)^{0,13}$

$= 1{,}2588$ in

$= 0{,}1079$ ft

Dari Geankoplis App. A5 hal : 892, maka dipilih pipa 11/4 in IPS Sch.80 dengan ukuran :

- din = 1,278 in
- don = 1,66 in
- An = 0,00891 ft^2

4. Nozzle untuk manhole

Lubang manhole dibuat berdasarkan standard yang ada yaitu : 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 pipa :

Ukuran pipa nominal (NPS)	: 20 in
Diameter luar pipa	: 27 ½ in
Ketebalan flange minimum (T)	: 1 $^{11}/_{16}$ in
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 table 12.2 hal : 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle, dipilih flange standard type welding neck dengan dimensi nozzle sebagai berikut :

- Nozzle 1 = Nozzle untuk pemasukan $Mg(OH)_2$ dan H_2O
- Nozzle 2 = Nozzle untuk pemasukan H_2SO_4
- Nozzle 3 = Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran koil pemanas
- Nozzle 4 = Nozzle untuk pengeluaran produk
- Nozzle 5 = 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
1	4	9	$1\frac{5}{16}$	$6\frac{3}{16}$	$5\frac{5}{16}$	4,5	3	4,03
2	$1\frac{1}{2}$	5	$\frac{11}{16}$	$2\frac{7}{8}$	$2\frac{9}{16}$	1,9	$2\frac{7}{16}$	1,61
3	6	11	1	$8\frac{1}{8}$	$7\frac{9}{16}$	6,63	$3\frac{1}{2}$	6,07
4	$1\frac{1}{4}$	$4\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{5}{16}$	1,66	$2\frac{1}{4}$	1,38
5	20	$27\frac{1}{2}$	$1\frac{11}{16}$	23	22	20	$5\frac{11}{16}$	19,25

6.4. Perhitungan Koil Pemanas

Dalam reaktor, reaksi yang terjadi adalah reaksi endotermis dan beroperasi pada suhu 70°C. Sehingga diperlukan koil pemanas dengan steam sebagai media pemanas untuk memberikan panas pada reaksi tersebut sehingga reaksi tetap pada suhu 70°C.

- Dasar perancangan

  Kebutuham steam = 404797,33 kkal/jam = 1605319,33 Btu/jam

  Steam masuk dan keluar pada suhu 70°C = 158°F

  Panas laten steam pada suhu 437°F = 2749 kJ/kg

  Tekanan operasi 1 atm

  Suhu bahanmasuk = 70°C = 158°F

  Suhu bahan keluar = 70°C = 158°F

- Perencanaan

  Digunakan koil pemanas berbentuk spiral

  Bahan konstruksi high alloy steel SA 240 Grade M Type 316

- Perhitungan

  a. $\Delta t_{LMTD} = \Delta T_1 - \Delta t_2$

  $= 437 - 158$

  $= 279°F$

  b. Suhu kaloric

  $Tc = ½ (T_1 + T_2) = 437F$

  $tc = ½ (t_1 + t_2) = 158F$

  c. Ukuran pipa yang digunakan (Kerm tabel 11 hal : 844) : 1,5 in IPS Sch. didapatkan :

die = 1,5 in

doe = 1,9 in

a' = 1,76 in

a'' = 0,498 ft^2/ft

d. Koefisien pindah panas dalam pipa koil pemanas (hio) = 1500 Btu/j $ft^2.°F$

e. Koefisien pindah panas permukaan shell (ho)

$$Nre = \frac{di^2 \; x \; \rho \; x \; n}{\mu \; x \; 2,42}$$

Dimana :

Di = diameter shell

n = jumlah putaran pengaduk, asumsi 150 rpm = 2,5 rps

ρ = densitas bahan

μ = viskositas bahan

Maka :

$$Nre = \frac{(1,5)^2 \; x \; 157,135 \; x \; 9000}{22,18 \; x \; 2,42}$$

= 68295,2596 > 2100 (aliran turbulen)

dari Kern fig. 20.2 hal : 718 didapatkan Jc : 1300

$$ho = Jc \; x \left(\frac{K}{Di}\right) x \left(\frac{cp \; x \; \mu}{K}\right)^{1/3} x \left(\frac{\mu}{\mu \; x \; W}\right)^{0,14}$$

Dimana :

$$\left(\frac{\mu}{\mu \; x \; W}\right)^{0,14} = 1$$

K = konduktivitas panas campuran

Cp = kapasitas panas campuran

μ = viscositas campuran

di = diemater shell

Sehingga :

$$ho = 1300 \times \left(\frac{0,2}{7,47}\right) x \left(\frac{0,35 \; x \; 53,4}{0,2}\right)^{1/3} x \; 1$$

$$= 145,4879 \text{ Btu/J ft}^2.^\circ\text{F}$$

f. Tahanan panas pada pipa dalam keadaan bersih (Uc)

$$Uc = \frac{hio \; x \; ho}{hio + ho}$$

$$= \frac{1500 \; x \; 145,4879}{1500 + 145,4879}$$

$$= 132,6244 \text{ Btu/J ft}^2.^\circ\text{F}$$

g. Tahanan panas pada pipa dalam keadaan kotor (Ud)

Ditetapkan faktor kekotoran (Rd) = 0,0035 Btu/J ft^2.°F

$$Rd = \frac{Uc \; x \; Ud}{Uc + Ud}$$

$$= \frac{132,6244 - Ud}{162,6244 \; x \; Ud}$$

$$Ud = 250 \text{ Btu/J ft}^2.^\circ\text{F}$$

h. luas permukaan pindah panas (A)

$$A = \frac{Q}{Ud \; x \; \Delta t_{LMTD}}$$

$$= \frac{1605319,33}{250 \; x \; 279}$$

$= 23{,}0153\ ft^2$

i. Panjang koil pemanas (Ltc)

$$Ltc = \frac{A}{a'}$$

$$= \frac{23{,}0153}{0{,}498}$$

$= 46{,}2155$ ft

j. Jumlah lilitan koil (nc)

d pengaduk < d koil < d bejana = 4,5078 ft < dc < 13,5234 ft

Asumsi dc = 4 ft

$$nc = \frac{Ltc}{\pi\ x\ dc}$$

$$= \frac{46{,}2155}{\pi\ x\ 5\ ft}$$

$= 4{,}9 \approx 5$ buah

k. Tinggi koil pemanas

Jika diambil jarak setiap lingkaran (hc) = 2 in

Lc = [(nc – 1) x (hc + doc) + 1,9]

= [(5 – 1) x (2 + 1,9) + 1,9]

= 17,5 in = 1,45 ft

Lc < Lls (memenuhi)

6.5 Perhitungan system penyangga reactor

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

Beban yang disangga reaktor meliputi :

- berat shell reaktor
- berat tutup atas standard dished
- berat tutup bawah vonical
- berat liquid dalam reaktor
- berat pengaduk dan perlengkapannya
- berat koil pemanas
- berat attachment

Dasar perhitungan :

- Berat shell reaktor :

Rumus : $Ws = \pi / 4 (do^2 - di^2) H . \rho$

Dimana : Ws = berat shell reaktor, lb

do = diameter luar shell = 97 in = 8,0833 ft

di = diameter dalam shell = 96,3564 in = 8,0297 ft

H = tinggi shell reaktor (Ls) = 12,0445 ft

ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3 (steel)

(Perry, edisi 6 tabel 3 – 118 hal : 3 – 95)

Berat shell reaktor :

$Ws \doteq (\pi/4) \times [(8{,}0833 \text{ ft})^2 - (8{,}0297 \text{ ft})^2] \times (12{,}0445 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3)]$

= 4066,3093 lb

= 2008,4507 kg

- Berat tutup atas standard dished

Rumus :

$Wd = A . t . \rho$

Ata = 6,28 . L . h

Dimana :

Wd : berat tutup atas reaktor, lb

Ata : luas tutup atas standard dished, ft^2

t : tebal tutup atas (tha) = 3/16 in = 0,1875 in

ρ : densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3

(Perry, ed.6 tabel 3-118 hal 3 – 95)

L : crown radius (r) = 97 in = 8,0833 ft

h : tinggi tutup atas reaktor (ha) = 16,0413 in = 1,3368 ft

Luas tutup atas :

Ata = 6,28 x 97 in x 16,0413 in

= 9771,7183 in^2 = 814,3097 ft^2

Berat tutup atas :

Wd = 814,3097 ft^2 x (0,1875 / 12) ft x 489 lb/ft^3

= 6336,3474 lb = 2874,1483 kg

- Berat tutup bawah conical

Rumus :

Wd = A . t . ρ

$$Atb = 0{,}785\,(di + m)\sqrt{4h^2 + (di - m)} + 0{,}785\,di^2$$

(Hesse, persamaan 4 – 16 hal : 92)

Dimana :

Wd : berat tutup bawah reaktor, lb

Ata : luas tutup bawah conical, ft^2

t : tebal tutup bawah (thb) = 3/16 in = 0,1875 in

ρ : densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3 (Stell)

(Perry, ed.6 tabel 3-118 hal 3 – 95)

di : diameter dalam silinder = 96,3564 in = 8,0297 ft

h : tinggi tutup bawah reactor (hb) = 29,3149 in = 2,4456 ft

m : flat spot diameter = ½ D = ½ (96,3564 in)

= 48,1782 in = 4,0148 ft

Luas tutup bawah :

Atb $= (0{,}785) \times (8{,}0297 + 4{,}0148) \times \sqrt{(4x(2{,}4456)^2 + (8{,}0297 - 4{,}0148)}$

Atb = 264,1585 ft^2 = 3169,9023 in^2

Berat tutup bawah :

Wd = (264,1585 ft^2) x (0,1875/12)ft x (489 lb/ft^3)

= 2018,33 lb = 915,5112 kg

- Berat larutan dalam reactor

Rumus :

Wl = m . t

Dimana :

m : berat larutan dalam reaktor = 58111,27 kg/jam

t : waktu tinggal liquid dalam reaktor = 1 jam

Maka :

W_l = (58111,27 kg/jam) x 1 jam

= 58111,27 kg

- Berat poros pengaduk dalam reaktor

Rumus :

$Wp = V . \rho$

$Vr = \pi / 4 . dr^2 . Lr$

Dimana :

Wp : berat poros pengaduk dalam reaktor, lb

Vr : volume poros pengaduk, ft^3

P : densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3

(Perry, edisi 6 tabel 3 – 118 hal : 3 – 95, stell cold drawn)

dr : diameter poros pengaduk = 3,5301 in = 0,2942 ft

Lr : panjang poros pengaduk = 129,4177 in = 10,7848 ft

Volume poros pengaduk :

$Vr = (\pi / 4) \times (0,2942)^2 \times ((10,7848 \text{ ft})$

$= 0,7327 \text{ ft}^3$

Berat poros pengaduk :

$Wp = (0,7327 \text{ ft}^3) \times (489 \text{ lb/ft}^3)$

$= 358,3240 \text{ lb} = 162,5347 \text{ kg}$

- Berat impeller dalam reaktor

Rumus :

$Wi = V . \rho$

$Vp = 6 (p . l . t)$

$p = Di / 2$

Dimana :

Wi : berat impeller dalam reaktor, lb

Vr : volume dari total blades, ft^3

ρ : densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3

(Perry, edisi 6 tabel 3 – 118 hal : 3 – 95, stell cold drawn)

p : panjang 1 kupingan blade, ft

l : lebar 1 kupingan blade = 6,09 in = 0,5 ft

t : tebal 1 kupingan blade = 7,47 in = 0,62 ft

dp : diameter pengaduk = 38,5426 in = 3,2119 ft

volume impeller pengaduk :

P = dp / 2

= (3,2119 ft) / 2 = 1,6059 ft

Vp = 6 x (1,6059 ft) x 0,5 ft x 0,62 ft

= 2,9869 ft^3

Berat impeller pengaduk :

Wi = 2,9869 ft^2 x 489 lb/ft^3

= 1460,6303 lb = 662,5376 kg

- Berat koil pemanas dalam reaktor

$Wc = \pi / 4 (doc^2 - dic^2) Lc . \rho$

Dimana :

Wc : berat koil pemanas dalam reaktor, lb

dic : diameter luar pipa koil pemanas = 1,5 in = 0,125 ft

doc : diameter dalam koil pemanas = 1,9 in = 0,1583 ft

Lc : panjang koil pemanas = 46,2155 ft

ρ : densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3

(Perry, edisi 6 tabel 3 – 118 hal : 3 – 95)

Berat koil pemanas :

$Wc = \pi / 4 [(0,1583)^2 - (0,125)^2) \times 46,2155 \text{ ft} \times 489 \text{ lb/ft}^3$

$= 162,7381 \text{ lb} = 73,8175 \text{ kg}$

- Berat attachment

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti nozzle dan sebagainya.

Dari Brownell & Young hal : 157 :

Wa = 18% Ws

Dimana :

Wa = berat attachment, lb

Ws = berat shell reactor = 4066,3093 lb = 2008,4507 kg

Sehingga :

Wa = 0,18 x 4066,3093 lb

= 1844,4658 lb = 836,6442 kg

Berat total penyangga :

$W_{TP} \doteq Ws + Wd$ (tutup atas) + Wd (tutup bawah) + W_l + Wp + Wi + Wc + Wa

= (2008,4507 + 2874,1483 + 915,5122 + 58111,27 + 162,5347 + 662,5376 + 836,6442) kg

= 65571,098 kg

= 29742,355 lb

Dengan factor keamanan adalah 10%, maka berat total beban penyangga :

W_{TP} = 1,1 x 29742,855 lb

= 32717,14 lb

= 72128,207 kg

6.6. Perhitungan Kolom Penyangga Reaktor

Perencanaan :

- Menggunakan 4 buah kolom penyangga (kaki penahan)
- Jenis kolom yang digunakan : 1 beam

Dasar Perhitungan :

☆ Beban tiap kolom

Dari Brownell & Young, persamaan 10.76 hal : 197

$$Pk = \frac{4.Pw.(Hp-Lp)}{n_s.D_{be}} + \frac{\Sigma Wtp}{n_s}$$

Dimana :

Pk : beban tiap kolom, lb

Pw : total beban permukaan karena angin, lb

Hp : tinggi vessel dari pondasi

Lp : jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft

D_{bc} : diameter anchore bolt circle, ft

n_s : jumlah support

ΣWtp : berat total, lb

Reactor diletakkan di dalam ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin (beban tekanan angina tidak dikontrol)

Maka berlaku rumus :

Pw = 0

Pk = $\frac{\Sigma Wtp}{n_s}$

Pk = $\frac{72128,207}{4}$ = 18032,052 *lb*

Direncanakan :

- jarak vessel dari dasar pondasi (Lp) = 5 ft
- tinggi vessel dari dasar pondasi (Hp) = 144,5346 in + (12 x 5) in = 204,5346 in = 17,0445 ft
- tinggi penyangga (Ip) = ½ (Hp + Lp)

  = ½ (17,0445 + 5) ft

  = 11,0223 ft = 132,2673 in

jadi tinggi penyangga (Ip) = 11,0223 ft = 132,2673 in

Trial ukuran 1 beam

Trial ukuran 1 beam 4'' ukuran 4 x 2 5/8 dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu).

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

- Nominal size : 4 in
- Berat : 7,7 lb
- Area of section (Ay) : 2,21 in^2
- Depth of beam (hi) : 4 in
- Widht of flange (bi) : 2,66 in
- Axis (ri) : 1,64 in

Analisa terhadap sumbu Y – Y

Dengan :

lp / ri = 132,2673 in / 1,64 in

= 80,6507

Karena lp/ri antara 60 – 200, maka :

$$fc\ aman = \frac{18000}{1+\left(\frac{\left(lp/ri\right)^2}{18000}\right)}$$

$$= \frac{18000}{1+\left(\frac{(80,657)^2}{18000}\right)} = 13221,684\ psia$$

$$fc = \frac{Pk}{A}$$

$$Ai = \frac{Pk}{fc} = \frac{13221,684\ lb}{10959,571\ lb/in^2}$$

= 1,21 in^2 < 2,21 in^2 (memadai)

Karena Ai < Ay yang tersedia, berarti trial 1 beam sudah memadai.

Pbp = panjang base plate, in

= 2 m + 0,95 h

Ibp = lebar base plate, in

= 2 n + 0,8 b

Diasumsikan m = n (Hesse hal : 163 0

b = 2,33 in

h = 3 in

Maka :

Abp = (2m + 0,95h) x (2n + 0,8 b)

30,0534 = (2m + (0,95 x 3)) x (2m + (0,8 x 2,33))

= (2m + 2,85) x (2m + 1,86)

30,0534 = $4\,m^2 + 9{,}42\,m + 5{,}3$

0 = $4\,m^2 + 9{,}42\,m - 30{,}0534$

Dengan menggunakan rumus abc didapatkan:

$$m_{1,2} = \frac{(-9{,}42) \pm \sqrt{(9{,}42)^2 - ((4x4).(-30{,}0534))}}{2\,x\,4}$$

m_1 = 1,8057

m_2 = - 33,286

diambil m = m_1 = 1,8057

Sehingga :

Panjang base plate (Pbp) = 2 m + 0,95 h

= 2 (1,8057) + (0,95 x 3)

= 6,4614 in = 7 in

Lebar base plate (lbp) = 2 n + 0,8 b

= 2 (1,8057) + (0,8 x 2,33)

= 5,4754 in = 6 in

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 7 in. Lebar base plate 6 in. Maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 7 x 6 in dengan luas (A) = 42 in^2

☆ Peninjauan terhadap bearing capacity

$$f_{bc} = \frac{Pk}{Abp}$$

Dengan :

fk : bearing capacity, lb/in^2

Pk : beban tiap kolom = 18032, 052 lb

Abp : luas base plate = 42 in^2

Maka :

$$f_{bc} = \frac{18032{,}052\ lb}{42\ in^2}$$

$$= 429{,}3346\ lb/in^2 < 600\ lb/in^2$$

Karena f bc < fbp, maka base plate sudah memenuhi.

☆ Peninjauan terhadap harga m dan n

- panjang base plate (Pbp)

Pbp = 2 m + 0,95 h

7 = 2 m + (0,95 x 3)

m = 4,925

- Lebar base plate (lbp)

lbp = 2 n + 0,8 b

6 = 2 n + (0,8 x 2,33)

n = 3,932

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

☆ Tebal base plate

Dari Hesse, persamaan 7-12 hal : 163 :

$$t_{bp} = \sqrt{0{,}00015.p.m}$$

Dengan :

t_{bp} = tebal base plate, in

P_{ap} = actual unit pressure yang terjadi pada base plate = 362,59 psi

m = 4,925 in

Tebal base plate :

$$t_{bp} = \sqrt{0{,}00015 \, x \, 362{,}59 \, psi \, x \, (4{,}925 in)^2}$$

☆ Ukuran baut

Beban tiap baut :

$$P \text{ baut} = \frac{Pk}{nbaut} = \frac{18032{,}052 \, lb}{4}$$

= 4508,013 lb

$$A \text{ baut} = \frac{P \, baut}{f \, baut}$$

Dimana : f baut : stress tiap baut max = 12000 lb/in^2

$$A \text{ baut} : \frac{4508{,}013 \, lb}{12000 \text{ ln}/in^2}$$

: 0,3757 in

A baut : ¼ π db^2

0,3757 = ¼ x 3,14 x db^2

db = 0,54

Dari Brownell & Young table 104 hal 188 diperoleh ukuran baut 1 in dengan dimensi baut sebagai berikut :

Ukuran baut	: 1 in
Root area	: 0,551
Belt spacing min	: 2 ¼ 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

$$My = \frac{Pk}{4\pi}\left[(1+\mu)x\ln\frac{2Lg}{\pi\ x\ e} + (1-\tau_1)\right]$$

Dimana :

Pk : beban tiap baut = 18032,052 lb

μ : posson's ratio = 0,3 (untuk baja)

Lg : panjang horizontal plate bawah = 7 in

e : nut dimenssion = 1,625 in

τ1 : 0,211

Jadi :

$$My = \frac{18032{,}052\ lb}{4\pi}\left[(1+0{,}3)x\ln\frac{2\ x7in}{\pi\ x\ 1{,}625in} + (1-0{,}211)\right]$$

$$= 1435{,}1498\ \text{lb}$$

My disubstitusikan ke persamaan 10.41 hal 193, Brownell diperoleh :

$$Thp = \sqrt{\frac{6\ x\ My}{f\ baut}}$$

Dimana : thp : tebal horizontal plate

$$Thp : \sqrt{\frac{6\ x\ 1435{,}1498}{12000}} = 0{,}8471\ in$$

Maka digunakan plate dengan tebal 0,8471 in

☆ Tebal plate vertikal (Gusset)

Dari fig. 10.6 hal 191, Brownell dan pers 10.47 hal : 194 diperoleh :

Tebal gusset minimal $= \frac{3}{8} x\ thp$

$= \frac{3}{8} x\ 0{,}8471 = 0{,}32\ in = 5/16\ in$

☆ Tinggi Gusset

Tinggi gusset = hg = A + ukuran baut

= 10 in + 1 in

= 11 in

☆ Tinggi Lug

Tinggi lug = hg + 2 thp

= 11 in + 2 (0,8471 in)

= 12,69 in

Kesimpulan perancangan lug dan gusset :

☆ Lug

- Lebar = 10 in
- Tebal = 0,8471 in
- Tinggi = 12,69 in

☆ gusset

- Lebar = 7 in
- Tebal = 0,32 in
- Tinggi = 11 in

6.9. Perhitungan pondasi

Perencanaan :

➢ Beban total yang harus ditahan pondasi :

- berat reaktor total
- berat kolom penyangga
- berat base plate

➢ ditentukan :

- masing – masing penyangga diberi pondasi
- spesifik untuk semua penyangga sama

Dasar Perhitungan :

- W = 32717,14 lb
- Beban yang harus ditanggung tiap kolom

Rumus :

W bp = P bp x l bp x t bp x ρ

Dimana :

P bp : panjang base plate = 7 in = 0,58 ft

L bp : lebar base plate = 6 in = 0,33 ft

T bp : tebal base plate = 5/16 in = 0,03 ft

ρ : densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3

Beban yang ditanggung tiap kolom :

W bp = 0,58 ft x 0,33 ft x 0,03 ft x 489 lb/ft^3

= 4,2543 lb

- Beban tiap penyangga

Rumus :

Wp = lp x Ay x F x ρ

Dimana :

lp : tinggi kolom = 11,0223 ft

Ay : luas kolom I beam = 2,21 in^2 = 0,1842 ft^2

F : factor koreksi = 3,4

ρ : densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3

Beban tiap penyangga :

Wp = 11,0223 ft x 0,1842 ft^2 x 3,2 x 489 lb/ft^3

= 3375,5895 lb

Beban total

W_T = W tp + W bp + W p

= (32717,14 + 4,2543 + 3375,5895) lb

= 36096,98 lb

Dianggap hanya ada gaya vertical dan berat kolom itu sendiri bekerja pada pondasi, maka ditetapkan :

Luas atas = 42 x 42 in

Luas bawah = 84 x 84 in

Tinggi = 25 in

Luas permukaan tanah rata – rata :

$$At = \left\{\left(\frac{42x\,84}{2}\right)+\left(\frac{42\,x84}{2}\right)\right\}$$

= 3528 in^2

Volume pondasi :

V pd = At x t_t

= 3528 in^2 x 25 in

= 88200 in^3 = 7350 ft^3

- Berat pondasi

W pd = V pd x ρ

Dimana :

ρ = densitas semen = 144 lb/ft^3

Maka :

W pd = 7350 ft^3 x 144 lb/ft^3

= 1058400 lb

= 480087,09 kg

- Tekanan tanah

Pondasi didirikan di atas semen sand dan gravel, dengan :

- save bearing minimum = 5 ton/ft^2
- save bearing maximum = 10 ton/ft^2

(Tabel 12.2 Hesse hal : 327)

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

P_T = 10 ton/ft^2 = 22046 lb/ft^2 = 153,097 lb/in^2

Tekanan pada tanah :

$$P_T = \frac{W_T}{A_p}$$

Dimana :

W_T = berat beban total + berat pondasi

Ap = luas bawah pondasi = 84 x 84 in^2 = 7056 in^2

Sehingga :

$$P_T = \frac{36096{,}98\ lb + 480087{,}09\ lb}{7056\ in^2}$$

$= 73,16\ lb/in^2 < 153,097\ lb/in^2$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil maka mampu menahan pondasi.

Spesifikasi alat :

1. Bagian silinder

- diameter luar : 97 in
- diameter dalam : 86,3564 in
- tinggi silinder : 144,5346 in
- tebal silinder : 3/16 in
- tebal tutup atas : 3/16 in
- tinggi tutup atas : 16,0413 in
- tebal tutup bawah : 3/16 in
- tinggi tutup bawah : 29,3149 in
- tinggi reactor : 144,4346 in
- bahan konstruksi : Stainless steel SA 240 Grade M type 316

2. Bagian pengaduk

Type	: axial turbin 6 blades sudut 45° angle	
Di	: Diameter impeller	= 38,5426 in
Zi	: Tinggi impeller dari dasar bejana	= 34,6883 in
W	: lebar impeller	= 6,5522 in
L	: panjang impeller	= 9,6356 in
Jumlah pengaduk		= 1 buah
Daya		= 119 hp
Diameter		= 3,5 in

Panjang poros = 129,4177 in

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

3. Nozzle

1. Nozzle pemasukan $Mg(OH)_2$ dan H_2O

   Diameter dalam (din) = 4,5 in

   Diameter luar (don) = 3,862 in

   Schedule = 80

   Luas (An) = 0,07986 ft^2

2. Nozzle pemasukan H_2SO_4

   Diameter dalam (din) = 1,9 in

   Diameter luar (don) = 1,5 in

   Schedule = 80

   Luas (An) = 0,01225 ft^2

3. Nozzle pemasukan dan pengeluaran koil pemanas

   Diameter dalam (din) = 6,625 in

   Diameter luar (don) = 5,761 in

   Schedule = 80

   Luas (An) = 0,1810 ft^2

4. Nozzle untuk manhole

   Ukuran pipa nominal (NPS) = 20 in

   Diameter luar pipa = 21 ½ in

   Ketebalan flange minimum (T) = 1 in

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 in

Diameter dalam flange (B) = 19,25 in

Jumlah lubang baut = 20 buah

Diameter baut = 1 1/8 in

5. Koil pemanas

Ukuran nominal pipa = 1 ½ in lps Sch 40

Diameter luar = 1,9 in

Diameter dalam = 1,5 in

Panjang = 46,2155 in

Jumlah lilitan = 3 buah

Tinggi koil = 9,7 in

6. Penyangga

Jenis = I beam

Ukuran = 4 x 2 5/8 in

Berat = 7,7 lb

Area of section (Ay) = 2,21 in^2

Depth of beam (hi) = 4 in

Width of flange (bi) = 2,66 in

Jumlah penyangga = 4 buah

7. Lug dan Gusset

- Lug

Lebar	= 10 in
Tebal	= 0,82155 in
Tinggi	= 12,21 in

- Gusset

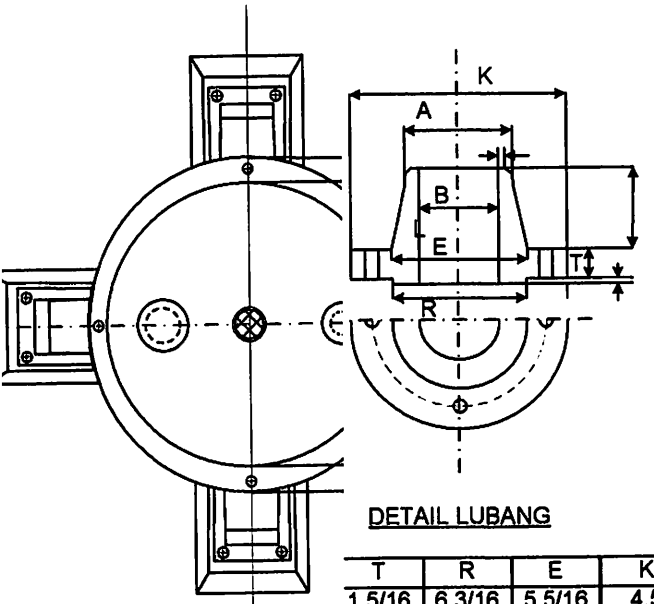
Lebar	= 7 in
Tebal	= 0,31 in
Tinggi	= 11 in

8. Base plate

Panjang	= 7 in
Lebar	= 6 in
Luas	= 42 in
Tebal	= 5/16 in

9. Pondasi

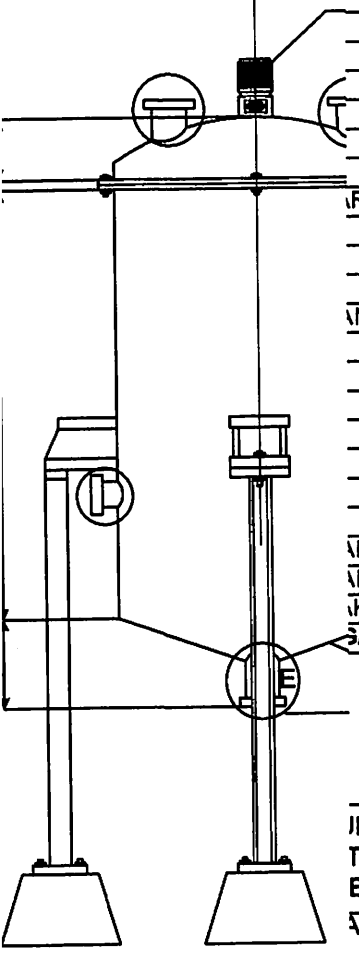
Ukuran atas	= 42 x 42 in
Ukuran bawah	= 88 x 88 in
Tinggi pondasi	= 50 in



DETAIL LUBANG

TAMPAK ATAS

T	R	E	K	L	S
1 5/16	6 3/16	5 5/16	4,5	3	4,03
1	8 ½	7 9/16	6,63	3 ½	6,07
1 1/16	2 7/8	2 9/16	1,9	2 7/16	19,25
5/8	2 ½	2 5/16	1,66	2 ¼	1,38
1 ¼	15	14 3/8	12,75	4 ½	12,00



	SEMEN SAND AND GRAVEL
	CAST IRON
	HAS SA 240 Grade M type 316
	HAS SA 240 Grade M type 316
	HAS SA 240 Grade M type 316
RAN COIL	HAS SA 240 Grade M type 316
	CARBON STEEL SA-135 Grade B
	CARBON STEEL SA-135 Grade B
	HAS SA 240 Grade M type 316
N COIL	CARBON STEEL
	HOT ROLLER SAE 1020
	HAS SA 240 Grade M type 316
	HAS SA 240 Grade M type 316
	HAS SA 240 Grade M type 316
	ASBESTOS FILLED
	HAS SA 240 Grade M type 316
	HAS SA 240 Grade M type 316
N H_2SO_4	HAS SA 240 Grade M type 316
N MG $(OH)_2$	HAS SA 240 Grade M type 316
K	COMERCIAL STEEL
AN	**BAHAN**

TAMPAK SAMPIN

RUSAN TEKNIK KIMIA TAS TEKNOLOGI INDUSTRI EKNOLOGI NASIONAL MALANG	
NCANGAN ALAT UTAMA **REAKTOR**	
EH	DOSEN PEMBIMBING
01.14.147	Ir. MUYASSAROH, MT

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Untuk mendapatkan kualitas dan kuantitas produk yang didinginkan perlu adanya suatu alat pengontrol jalannya proses. Selain itu peranan sumber daya manusia juga sangant penting dalam menentukan suatu produksi, dengan pertimbangan tersebut ada suatu bagian yang berfingsi untuk mengontrol peralatan dan menjaga keselamatan kerja.

7.1. Instrumentasi

Instrumentasi sebagai petunjuk (indicator), dan pengontrol (controller). Tujuan dari pemasangan alat instrument ini adalah :

a. agar kondisi operasi suatu alat tetap terjaga pada kondisi yang aman.

b. agar rate produksi diatur dalam batas – batas yang direncanakan.

c. untuk menjaga keamanan operasi suatu proses dan keselamatan kerja.

Pada pra rencana pabrik Epsomite ini, instrument yang perlu digunakan adalah :

a) Level Indikator (LI) sebagai petunjuk tinggi dari bahan liquid dalam alat yang beroperasi

b) Ratio Controller (RC) untuk alat yang memerlukan penjagaan rate bahan masuk agar tetap konstan

c) Temperature Control (TC) untuk mengontrol temperature pada alat yang beroperasi

d) Level Control (LC) untuk mengatur tinggi permukaan liquid pada alat yang beroperasi

Pemasangan instrumentasi pada alat – alat proses yang terdapat pada pabrik epsomite ini adalah :

Tabel 7.1. Alat – alat instrumentasi yang digunakan :

No.	Kode Alat	Nama Alat	Instrumentasi
1	F – 111	Storage bittern	LI
2	F – 123	Storage H_2SO_4	LI
3	F – 116	Storage NaOH	LI
4	E – 127	Heater	TC
5	E – 122	Heater	TC
6	M – 117	Tangki pengencer NaOH	LC
7	R – 110	Reaktor I	TC
8	R – 120	Reaktor II	TC
9	D – 118	Pengencer H_2SO_4	LC
10	B – 130	Rotary dryer	TC
11	X - 140	Crystalliser	Tc

7.2. Keselamatan Kerja

Dalam perencanaan suatu pabrik, keselamatan kerja merupakan faktor yang harus mendapat perhatian besar, sebab mengabaikan masalah ini dapat mengakibatkan terjadinya hal – hal yang tidak diinginkan. Keselamatan kerja yang terjamin secara psikologis dapat membuat para pekerja yang terlibat didalamnya merasa aman dan tenang serta lebih berkonsentrasi pada pekarjaan yang ditangani sehingga produktivitas juga akan meningkat.

Usaha untuk menjaga keselamatan kerja dan keamanan pabrik tidak hanya ditujukan pada faktor manusianya saja, tetapi juga untuk menjaga peralatan yang ada di dalam pabrik. Dengan terpeliharanya peralatan dengan baik maka diharapkan peralatan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.

Macam – macam bahaya yang biasa terjadi di dalam pabrik yang harus diperhatikan dalam perencanaan yaitu :

a. Bahaya kebakaran
b. Bahaya mekanik
c. Bahaya terhadap kesehatan
d. Bahaya listrik

7.2.1. Bahaya Kebakaran

Bahaya kebakaran merupakan hal yang sangat membutuhkan perhatian, oleh sebab itu diperlukan pengaman yang sebaik – baiknya terutama dalam produksi.

Cara menanggulangi kebakaran, yaitu :

- Penyediaan alat – alat pencegah kebakaran, baik akibat listrik maupun api
- Pemasangan isolasi pada seluruh kabel – kabel transmisi yang ada.
- Menempatkan alat – alat utilitas cukup jauh tetapi praktis dari unit operasi.
- Penempatan bahan – bahan yang mudah terbakar di tempat tertutup dan jauh dari sumber api.
- Pemasangan pipa air melingkar di seluruh lokasi pabrik.
- Penyediaan alat pemadam kebakaran di setiap bagian pabrik dan pemasangannyaharus pada tempat yang udah dijangkau.

Pengamanan dan pengontrolan terhadap kebakaran :

- Apabila terjadi kebakaran api harus diisolir dan diusahakan dapat diketahui kemungkinan apa saja yang dapat terjadi dan bagaimana mengatasinya. Jika tidak dapat ditangani sendiri oleh pabrik maka segera menghubungi unit pemadam kebakaran setempat.

7.2.2. Bahaya Mekanik

Bahaya mekanik biasanya disebabkan oleh pengerjaan konstruksi yang tidak memenuhi syarat yang berlaku. Hal – hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah :

- Konstruksi harus mendapat perhatian yang cukup tinggi.
- Perencanaan peralatan harus sesuai dengan aturan yang berlaku, baik pemilihan bahan konstrusi maupun faktor yang lain.
- Pemasangan alar kontrol yang baik dan sesuai serta alat pengamanannya.

7.2.3. Bahaya Terhadap Kesehatan

untuk menjaga kesehatan dan keselamatan karyawan perlu adanya kesadaran seluruh karyawan agar dapat bekerja dengan baik sehingga tidak membahayakan keselamatan jiwanya dan orang lain. Untuk itu pengetahuan akan bahaya masing – masing alat sangatlah penting diketahui oleh semua karyawan terutama operator kontrol. Semua karyawan harus menggunakan pelindung seperti topi pengaman, sepatu karet, sarung tangan, dan masker.

Untuk menghindari kerusakan alat seperti peledakan atau kebakaran maka pada alat – alat tertentu perlu dipasang alat pengaman seperti safety valve, isolasi, dan pemadam kebakaran.

Selain itu bahaya terhadap kesehatan karyawan juga perlu diwaspadai. Umumnya berasal dari bahan baku, bahan yang diproses, dan prosuk. Karena itu diusahakan agar ruangan proses maupun ruangan lainnya memiliki ventilasi atau pertukaran udara yang cukup sehingga dapat memberikan kesegaran pada karyawan serta dapat menghindari gangguan terhadap pernafasan. Pengamanan pada masing – masing perlatan proses dan alat keselamatan kerja karyawan dapat dilihat pada tabel 7.2. dan 7.3.

Tabel 7.2. Pengamanan peralatan pada pabrik epsomit

No.	Kode Alat	Nama Peralatan	Alat Pengaman
1	R – 110	Reaktor I	Savety valve
2	R – 120	Reaktor II	Savety valve
3	B - 140	Rotary Dryer	Savety valve

Tabel 7.3. Alat keselamatan kerja pada pabrik epsomit

No.	Alat Pelindung	Laokasi Pengamanan
1	Masker	Pekerja pada bagian proses
2	Helm	Pekerja pada bagian bahan baku, proses, produk
3	Sepatu Karet	Pekerja pada bagian bahan baku, proses, produk
4	Sarung Tangan	Pekerja pada bagian bahan baku, proses, produk
5	Isolasi Panas	Pekerja pada bagian reaktor, heater, boiler, dan rotary dryer
6	Pemadam Kebakaran	Karyawan kantor dan lapangan
7	P3K	Karyawan kantor dan lapangan

7.2.4. Bahaya Listrik

Bahaya pengoperasian maupun perbaikan instalasi listrik hendaknya selalu menggunakan alat pengaman yang disediakan pabrik, sehingga para pekerja dapat terjaga keselamatannya.

Hal – hal yang perlu diperhatikan :

- Semua bagian pabrik harus diberi penerangan yang cukup
- Peralatan yang penting seperti switcher dan transormator diletakkan di tempat yang aman dan tersendiri.
- Peralatan listrik di bawah tanah sebaiknya diberi tanda yang jelas.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja adalah sebagai berikut :

a. Latar belakang pekarja

Merupakan sifat atau karakter yang tidak baik dari pekerja yang merupakan sifat dasar pekerja maupun lingkungannya yang dapat mempengaruhi pekerja dalam melakukan pekerjaanya, yang dapat menyebabkan kelalaian pekerja.

b. Kelalaian pekerja

Adanya sikap gugup, tegang, mengabaikan keselamatan, dan lain – lain akan menyebabkan pekerja akan melakukan tindakan yang tidak aman.

c. Tindakan yang tidak aman dan bahaya mekanik atau fisik

Tindakan yang tidak aman dari pekerja , seperti berdiri di bawah beban tersuspensi, menjalankan mesin tanpa pelindung, atau bahaya mekanis, seperti gear yang tidak dilindungi, penerangan yang tidak cukup, dan sebagainya.

d. Kecelakaan

Kecelakaan ini dapat berupa jatuhnya pekerja, p[ekerja tertumbuk benda yang melayang, pekerja yang terbentur benda yang jatuh dari atas, dan sebagainya sehingga dapat menimbulkan luka.

Bahaya tersebut dapat terjadi pada pabrik, sehingga harus diperhatikan cara untuk mengatasinya. Adapun cara untuk mengatasinya adalah sebagai berikut :

1. Keselamatan konstruksi
   - Konstruksi bangunan, perlatan produksi, baik langsung maupu tak langsung, harus cukup kuat, serta pemilihan bahan konstruksinya harus tepat.
   - Pada tempat – tempat yang berbahaya harus diberi peringatan yang jelas.
   - Jarak antara perlatan, mesin – mesin serta alat proses harus diperhatikan.
2. Bahaya yang disebabkan oleh adanya api, listrik dan kebakaran
   - Tangki bahan bakar jaraknya harus cukup jauh dari tempat yang dapat menyebabkan kebakaran
   - Untuk mencegah dan mengurangi bahaya – bahaya yang timbul, maka digunakanj isolasi – isolasi panas, isolasi listrik dan pada tempat bertekanan tinggi harus diberi penghalau atau pagar.
3. Memberikan penjelasan – penjelasan mengenai bahaya – bahaya yang dapat terjadi dan memberikan cara pencegahannya.
4. Memasang tanda – tanda bahaya, seperti alarm peringatan jika terjadi bahaya.
5. Penyediaan alat – alat pencegah kebakaran, baik akibat listrik, maupun api.
6. Ventilasi

Ruang kerja harus mendapatkan ventilasi yang cukup, sehingga pekerja dapat leluasa untuk dapat menghirup udara segar, yang berarti ikut serta menjamin kesehatan dan keselamatan pekerja.

7. Tangki – tangki

Bahaya yang paling besar adalah tangki – tangki bertekanan tinggi hal – hali yang perlu diperhatikan utuk mencegah kecelakaan adalah :

- Perencanaan tangki harus sesuai aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, memperhitungkan faktor korosi dan lain – lain.
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai yaitu : pressure kontrol, temperatur kontrol dan level kontrol.

8. Reaktor

Hal – hal yang perlu diperhatikan unutk mencegah kecelakaan adalah :

- Perencanaan reaktor harus sesuai dengan ketentuan – ketentuan yang berlaku mengenai bahan konstruksi, faktor korosi dan lain – lain.
- Perencanaan isolasi harus baik dan memeperhatikan perpindahan panas yang terjadi karena reaksi bersifat eksotermis.
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai yaitu pressure kontrol, level kontrol dan temperatur kontrol.

9. Perpipaan

- Jalur proses yang terletak diatas permukaan tanah lebih baik dari pada diletakkan di bawah tanah,karena hal ini menyangkut timbulnya bahaya kebocoran dan sulit untuk mengetahui letak kebocoran.

- Pengaturan dari perpipaan dan valve penting untuk mengamankan operasi. Jika terjadi kebocoran pada check valve sebaiknya diatasi dengan pemasangan block valve disamping check valve tersebut.
- Sebelum pipa -- pipa dipasang, sebaiknya dilakukan tes hidrostatik yang bertujuan untuk mencegah terjadinya stress yang berlebihan pada bagian – bagian tertentu, atau pada fondasi.

10. Karyawan

Para karyawan terutama operator perlu diberi bimbingan atau pengarahan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan.

11. Listrik

Pada pengopersian peralatan listrik perlu dipasang peralatan pengamanan berupa pemutus arus, jika sewaktu – waktu terjadi hubungan singkat (konsleting) yang dapat menyebabkan kebakaran. Juga perlu diadakan pemeriksaan adanya kabel yang terkelupas,yang dapat membahayakan pekerja jika tersentuh kabel tersebut.

12. Pencegahan dan penanggulangan kebakaran

- Bangunan seperti work shop, laboratorium, dan kantor hendaknya diletakkan berjauhan dengan unit operasi.
- Antara unit yang satu dengan unit yang lain hendaknya dipasang terpisah dengan jalan sehingga dapat menghambat jalannya api ketika terjadi kebakaran.
- Pengamanan bila terjadi kebakaran harus dilengkapi dengan baju tahan api dan alat – alat bantu pernafasan.
- Penempatan bahan – bahan yang mudah terbakar dan meledak di tempat yang tertutup dan jauh dari sumber api.

- Larangan merokok di lingkungan pabrik, kecuali pada tempat – tempat yang telah disediakan.
- Penempatan kabel dan kawat listrik yang diatur rapi dan jauh dari tempat yang panas
- Pemasangan alat pemadam kebakaran di setiap tempat yang paling rawan dan pemasangannya harus pada tempatnya yang mudah terjangkau.

7.2.5. Pengamanan Alat

Untuk menghindari kerusakan alat, seperti peledakan atau kebakaran, maka pada alat tertentu perlu dipasang suatu pengaman, seperti safety valve, isolasi dan pemadam kebakaran.

7.2.6. Keselamatan Kerja Karyawan

Pada karyawan terutama operator, perlu diberikan bimbingan atau pengarahan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan keselamatan jiwanya maupaun jiwa orang lain. Alat pelindung yang diperlukan pada pra rencana pabrik dapat terlihat pada tabel berikut :

Tabel 7.2.6. Alat – alat keselamatan kerja pada pabrik epsomit :

No.	Alat Pelindung	Lokasi Pengamanan
1	Masker	Gudang, bagian proses, storage
2	Helm pengaman	Gudang, bagian proses, storage
3	Sepatu karet	Bagian proses
4	Sarung tangan	Gudang, bagian proses, storage
5	Isolasi panas	Reaktor, heater, perpipaan, rotary dryer
6	Pemadam kebakaran	Gudang, bagian proses, storage

7.2.7. Perlakuan Proses dan Bahan Berbahaya

Untuk proses dan bahan – bahan yang berbahaya memerlukan perlakuan dan peralatan yang perlu diperhatikan secara khusus :

1. Asam sulfat

   Asam sulfat merupakan zat kimia yang sangat berbahaya, karean bersifat asam reaktif dan korosif serta mudah menguap sehingga harus disimpan dalam tangki tertutup dan terbuat dari bahan yang tahan korosi misalnya stainless steel. Dan untuk para pekerja yang menangani zat ini diharuskan menggunkan sarung tangan dan masker.

2. Soda kaustik (NaOH)

   NaOH adalah zat yang berbahaya karena merupakan basa kuat yang reaktif, korosif dan mudah menguap sehingga harus disimpan dalam tangki tertutup dan terbuat dari bahan yang tahan korosi misalnya stainless steel. Dan untuk para pekerja yang menangani diharuskan menggunakan sarung tangan dan masker.

BAB VIII

UTILITAS PABRIK

Operasi industri kimia diperlukan dukungan utilitas. Unit utilitas yang diperlukan pada Pra Rencana Pabrik Epsomite 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
- Refrigerant yang berfungsi sebagai media pendingin dalam proses produksi
- Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat – alat produksi, utilitas dan untuk penerangan pabrik
- Bahan bakar untuk mengoperasikan boiler dan generator

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

1. Unit penyediaan air
2. Unit penyediaan steam
3. Unit penyediaan refrigerant
4. Unit penyediaan tenaga listrik
5. Unit penyediaan bahan bakar

8.1. Unit Penyediaan Air

Penyediaan air untuk keperluan : air proses, air pendingin dan unutk air umpan pembentukan steam.

Sumber air yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut beasal dar air tanah, air sungai dan air waduk.

8.1.1 Air Umpan Boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada pabrik epsomite sebesar 132.072,85 kg/jam. Air umpan boiler yang disediakan 20% sebagai pengganti steam yang hilang yang diperkirakan karena adanya kebocoran akibat transmisi. Sehingga kebutuhan air umpan boiler sebanyak Kg/jam.

Air untuk keperluan ini harus memenuhi syarat – syarat agar air tidak merusak boiler (ketel). Dari Perry's edisi 6, hal : 976 didapatkan bahwa air umpan boiler harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Total padatan (Total Dissolved Solid) = 3500 ppm
- Alkalinitas = 700 ppm
- Padatan terlarut = 300 ppm
- Silika = 60 – 100 ppm
- Besi = 0,1 ppm
- Tembaga = 0,5 ppm
- Oksigen = 0,007 ppm
- Kesadahan = 0 .
- Kekeruhan = 175 ppm
- Minyak = 7 ppm

- Residu fosfat = 140 ppm

Selain harus memenuhi persyaratan tersebut di atas, air umpan boiler harus bebas dari :

- Zat – zat yang menyebabkan korosi, yaitu gas – gas terlarut seperti O_2, CO_2, H_2S dan NH_3.
- Zat – zat yang menyebabkan busa, yaitu zat organic, anorganik dan zat – zat tak larut dalam jumlah yang besar.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut dan untuk mencegah kerusakan pada boiler, sebelum digunakan air umpan boiler harus diolah lagi terlebih dahulu melalui :

- Demineralisasi, untuk menghilangkan ion – ion pengganggu.
- Deaerator, untuk menghilangkan gas – gas terlarut

8.1.2. Air Proses

Air proses pada Pra Rencana Pabrik Epsomite ini sebesar 88060,85 kg/jam, yang digunakan pada tangki pengencer NaOH (M-115) sebesar 85442,16 kg/jam, dan rotary tangki pengencer H_2SO_4 (M-125) sebesar 2618,69 kg/jam.

8.1.3. Air Sanitasi

Air Sanitasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, taman dan kebutuhan yang lain.

Air sanitasi yang dipergunakan harus memenuhi syarat kualitas air sebagai berikut :

a. Syarat fisik :

- Tidak berwarna
- Tidak berasa
- Tidak berbau
- pH netal
- Tidak berbusa

b. Syarat kimia

- Tidak mengandung logam – logam berat seperti Pb, As, Cr, Cd, Hg
- Tidak mengandung zat – zat kimia beracun

c. Syarat mikrobiologis

- Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri pathogen yang dapat merubah fisik air

(*Sugiharto* hal : 20)

Kebutuhan air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik Epsomite ini adalah :

1. Untuk kebutuhan karyawan

   Menurut standard WHO kebutuhan air untuk tiap orang = 120 L / hari / orang

2. Untuk laboratorium, pemadam kebakaran dan taman

   Direncanakan kebutuhan air untuk taman dan laboratorium adalah sebesar 20% dari kebutuhan karyawan sehingga didapatkan kebutuhan air sanitasi untuk pabrik Epsomite sebesar 3332 kg/jam

8.1.4. Air Pendingin

Berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Menggunakan air sebagai media pendingin ini disebabkan karena :

- Air merupakan materi yang mudah didapat
- Mudah dikendalikan dan dikerjakan
- Dapat menyerap panas
- Tidak mudah menyusut karena pendinginan
- Tidak mudah terkondensasi

Selain sebagai media pendingin air harus memenuhi persyaratan tertentu yaitu tidak mengandung :

- Hardness, yang dapat memberikan efek pada pembentukan kerak
- Silika, penyebab korosi

Air pendingin pada Pra Rencana Pabrik Epsomite ini sebesar 272093,22 kg/jam yang digunakan pada kristaliser sebesar 272093,22 kg/jam.

8.2. Unit Pengolahan Steam

Bahan baku pembuatan steam adalah Air Umpan Boiler. Steam yang dibutuhkan dalam proses pembuatan Epsomite sebanyak 550303,52 kg/jam mempunyai kondisi :

- Tekanan (P) = 2468,5 Psia = 167,9 atm
- Temperatur = 225 °C = 437 °F

Syarat – syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

- Bebas dari zat – zat penyebab korosi

- Bebas dari zat penyebab kerak
- Bebas dari zat penyebab foaming

Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

Air yang digunakan dalam utilitas Pabrik Epsomite ini adalah air sungai. Air sungai digunakan untuk memenuhi kebutuhan air proses, air sanitasi, air pendingin dan air umpan boiler.

Proses pengolahan air sungai tersebut adalah :

Air dari sungai dipompa dengan pompa menuju bak sedimentasi yang berfungsi untuk mengendapkan Lumpur yang terikut. Dari bak sedimentasi air dipompa menuju bak skimmer yang berfungsi untuk memisahkan kotoran yang mengapung. Dari bak skimmer air dipompa menuju tangki clarifier,di sini terjadi proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan alum sebagai zat koagulandan dan diadakan pengadukan dengan kecepatan lambat agar alum dan air dapat tercampur secara homogen.

Setelah terjadi proses koagulasi dan flokulasi dalam bak clarifier, kemudian dialirkan ke sand filter untuk menyaring air dari kotoran – kotoran yang masih tersisa. Dari sand filter air masuk ke bak air bersih dan diolah sesuai dengan fungsinya masing – masing, yaitu :

a. **Pengolahan air sanitasi**

Air dari bak air bersih dialirkan dengan pompa menuju bak klorinasi dan ditambahkan desinfektan klor sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsung ke dalam

pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan dengan menggunakan pompa dan siap unutuk dipergunakan sebagai air sanitasi.

b. **Pelunakan air umpan boiler**

Pelunakan air boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam dmineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger dan anion exchanger. Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH). Air dari bak air bersih dialirkan dengan pompa menuju kation exchanger.

Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi – reaksi sebagai berikut :

$$Ca(HCO_3)_2 + H_2Z \longleftrightarrow CaZ + 2CO_2 + 2H_2O$$

$$Na(HCO_3)_2 + H_2Z \longleftrightarrow NaZ + 2CO_2 + 2H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + H_2Z \longleftrightarrow MgZ + 2CO_2 + 2H_2O$$

$$CaSO_4 + H_2Z \longleftrightarrow CaZ + H_2SO_4$$

$$MgSO_4 + H_2Z \longleftrightarrow MgZ + H_2SO_4$$

$$CaCl_2 + H_2Z \longleftrightarrow CaZ + 2HCl$$

$$2NaCl + H_2Z \longleftrightarrow NaZ + 2HCl$$

$$MgCl_2 + H_2Z \longleftrightarrow MgZ + 2HCl$$

Ion – ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk CO_2 dan air, H_2SO_4 dan HCl. Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger untuk dihilangkan anion – anion yang mengganggu proses. Resin yang

digunakan dalam anion exchanger adalah deacidite (DOH). Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :

$$2DOH + H_2SO_4 \longleftrightarrow D_2SO_4 + 2H_2O$$

$$2DOH + 2HCl \longleftrightarrow D_2Cl + 2H_2O$$

$$2DOH + 2HNO_3 \longleftrightarrow D_2NO_3 + 2H_2O$$

Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dari pemeriksaan kesadahan air umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah tidak jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi hydrogen exchanger dilakukan dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Dengan reaksi sebagai berikut :

$$CaZ + H_2SO_4 \longleftrightarrow H_2Z + CaSO_4$$

$$Na_2Z + H_2SO_4 \longleftrightarrow H_2Z + Na_2SO_4$$

$$MgZ + H_2SO_4 \longleftrightarrow H_2Z + MgSO_4$$

$$CaZ + HCl \longleftrightarrow H_2Z + CaCl$$

$$Na_2Z + HCl \longleftrightarrow H_2Z + NaCl$$

$$MgZ + HCl \longleftrightarrow H_2Z + MgCl$$

Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan Na_2CO_3 atau NaOH.

Reaksi yang terjadi :

$$D_2SO_4 + Na_2CO_3 + H_2O \longleftrightarrow 2DOH + Na_2SO_4 + CO_2$$

$$2DCl + Na_2CO_3 + H_2O \longleftrightarrow 2DOH + 2NaCl + CO_2$$

$$2DNO_3 + Na_2CO_3 + H_2O \longleftrightarrow 2DOH + NaNO_3 + CO_2$$

Setelah keluar dari demineralisasi, air umpan boiler telah bebas dari ion – ion pengganggu. Untuk memenuhi kebutuhan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak yang selanjutnya dipompa ke bak steam kondensat yang berfungsi sebagai tempat penampungan air boiler dan steam condensate. Dari bak steam kondensat air dipompa ke deaerator untuk enghilangkan gas – gas impurities pada air umpan boiler dengan system pemanasan. Dari deaerator air dialirkan ke bak boiler feed water. Dari bak boiler feed water, air siap diumpankan ke boiler dengan pompa. Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan di recycle.

c. **Pengolahan air pendingin**

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin dari bak air lunak, air dipompa ke bak air pendingin kemudian dialirkan ke peralatan dengan pompa. Setelah digunakan air direcycle ke cooling tower dan selanjutnya dari cooling tower, air di recycle ke bak air pendingin untuk penambahan make up water.

8.3. Unit Pengolahan Refrigerant

Refrigerant digunakan dalam Pra Rencana Pabrik Epsomite untuk pendingin di dalam reactor agar suhunya tetap, kebutuhan refrigerant di dalam proses ini yaitu sebesar 159261,94 Refrigerant yang disediakan sebesar 20% sebagai pengganti yang hilang yang diperkirakan adanya kebocoran akibat adanya transmisi. Sehingga kebutuhan refrigerant sebanyak 31852,39 kg/jam.

8.4. Unit Penyediaan Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik Epsomite ini adalah yang meliputi :

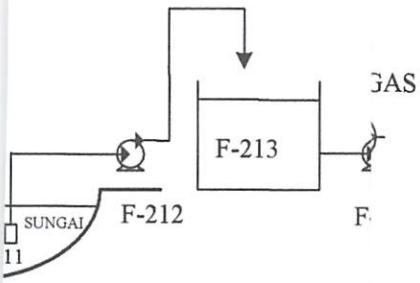
- Proses dan utilitas : 777,7651 kW
- Penerangan : 373,63 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrument dan lain – lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila ada pemadaman, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel berkekuatan 220 kW, dengan satu buah generator tambahan.

8.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 200652,09 kg/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah diesel oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan – pertimbangan sebagai berikut :

- Harganya relative murah
- Mudah didapat
- Heating valuenya relative tinggi
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat - alat



NO	KODE	NAMA ALAT
32	L-242	POMPA AIR SANITASI
31	L-241	POMPA KE BAK KLORINASI
30	F-240	VESSEL KLORINASI
29	L-239	POMPA FUEL
28	F-238	STORAGE FUEL
27	G-237	BLOWER
26	H-236	FILTER UDARA
25	L-235	POMPA KE BOILER
24	F-234	BAK BOILER FEED WATER
23	D-233	DEAERATOR
22	L-232	POMPA KE DEAERATOR
21	F-231	BAK STEAM KONDENSAT
20	Q-230	WASTE HEAT BOILER (WHB)
19	L-228	POMPA AIR PROSES KE PERALATAN
18	P-227	COOLING TOWER
17	L-226	POMPA AIR PENDINGIN KE PERALATAN
16	F-225	BAK AIR PENDINGIN
15	L-224	POMPA AIR PENDNGIN
14	L-223	POMPA AIR BOILER
13	F-222	BAK AIR LUNAK
12	L-221	POMPA AIR BERSIH
11	D-220B	ANION EXCHANGER
10	D-220A	KATION EXCHANGER
9	F-218	BAK AIR BERSIH
8	H-217	SAND FILTER
7	L-216	POMPA SKIMMER
6	F-215	SKIMMER
5	L-214	POMPA BAK SEDIMENTASI
4	F-213	BAK SEDIMENTASI
3	L-212	POMPA AIR SUNGAI
2	H-211	FILTER
1	H-210	CLARIFIER

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
TITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

UTILITAS

NCANG OLEH	DOSEN PEMBIMBING
STYA S 01.14.147	Ir. MUYASSAROH, MT

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

Pemilihan lokasi dari suatu perusahaan sangat penting sehubungan dengan perkembangan ekonomi social kemasyarakatan. Hal ini akan berpengaruh pada kedudukan perusahaan dalam persaingan serta kelangsungan hidup perusahaan selanjutnya.

Oleh karena itu perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi terpilih benar – benar memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala segi. Factor – factor yang harus dipertimbangakan dalam pemilihan lokasi pabrik dapat digolongkan menjadi dua, yaitu :

1. Faktor Utama
   a. Penyediaan bahan baku
   b. Pemasaran (Marketing)
   c. Utilitas (bahan bakar, sumber air, dan listrik)
   d. Keadaan geografis dan masyarakat
2. Faktor Khusus
   a. Transportasi
   b. Tenaga kerja
   c. Buangan pabrik (disposal)
   d. Pembuangan limbah
   e. Site dan karakteristik dari pabrik
   f. Peraturan perundang – undangan

9.1. Faktor Utama

a. Penyediaan bahan baku

Ketersediaan dan harga bahan baku sering menentukan penentuan lokasi dari suatu pabrik / perusahaan. Ditinjau dari factor ini, maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan sumber bahan baku, yang meliputi :

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku tersebut dan berapa lama sumber terebut dapat diandalkan pengadaannya
- Kualitas bahan baku yang ada serta apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya

b. Pemasaran (Marketing)

Marketing merupakan salah satu factor yang sangat penting di dalam suatu pabrik atau industri karena berhasil tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut. Hal – hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Dimana produka akan dipasarkan (daerah marketing)
- Proyeksi kebutuhan produk pada masa sekarang dan akan dating
- Pengaruh persaingan dagang
- Jarak pemasaran dari lokasi dan bagaimana sarana pengangkutan untuk mencapai daerah pemasaran.

c. Utilitas

Faktor utilitas menjadi sangat penting karena menyangkut kelancaran proses produksi. Utilitas meliputi kebutuhan air, listrik dan bahan bakar.

1. Air

Air merupakan yang sangat penting akan suatu industri kimia. Air digunakan untuk keperluan industri proses, media pendingin, air umpan boiler, air sanitasi, serta kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber, yaitu air sungai, air kawasan dan air PDAM.

Hal – hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Sampai berapa jauh sumber ini dapat melayani pabrik
- Kualitas sumber air yang tersedia
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air.

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari – hari diambil dua sumber : air sungai dan air PDAM. Air sungai diolah terlebuh dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan. Apabila dalam musim kemarau air sungai surut maka digunakan air PDAM untuk memenuhi kebutuhan sehari – hari. Jadi air PDAM hanya bersifat cadangan. Air PDAM juga digunakan untuk sanitasi dan untuk kebutuhan proses (air pendingin).

2. Listrik dan bahan bakar

Listrik dan bahan abkar dalam industri mempunyai peranan yang sangat penting terutama sebagai motor penggerak, selain sebagai penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan karyawan lainnya.

Hal – hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Ada atau tidaknya serta jumlah tenaga listrik di daerah tersebut
- Harga tenaga listrik di daerah tersebut
- Persediaan tenaga listrik dan bahan bakar di masa mendatang

- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.

Sumber listrik diperoleh dari PLN, walaupun demikian tenaga generator sangat diperlukan sebagai cadangan yang harus siap bila setiap saat diperlukan karena listrik PLN tidak akan selamanya berfungsi dengan baik yang disebabkan pemeliharaan atau perbaikan jaringan listrik. Bahan bakar digunakan untuk menggerakkan generator atau alat yang menghasilkan panas seperti boiler yaitu diesel oil.

d. Keadaan geografis dan kemasyarakatan

Keadaan geografis dan masyarakat harus mendukung iklim industri untuk menciptakan kenyamanan dan ketentraman dalam bekerja. Hal – hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Kesiapan masyarakat setempat untuk berubah menjadi masyarakat industri
- Keadaan geografis yang menyulitkan konstruksi akan berpengaruh terhadapa spesifikasi peralatan dan konstruksi peralatan.
- Gempa bumi, banjir, angina topan, dan lain – lain.
- Kondisi tanah setempat pabrik berdiri yang dapat menyulitkan pemasangan konstruksi bangunan atau peralatan proses.

9.2. Faktor Khusus

a. Transportasi

Masalah transportasi perlu dipertimbangkan agar kelancaran supply bahan baku dan penyaluran produk akan dapat terjamin dengan biaya yang serendah mungkin serta dalam waktu yang singkat. Karena itu perlu diperhatikan factor – factor yang ada, seperti :

- Jalan raya yang dilalui kendaraan
- Jalur rel kereta api
- Sungai yang dapat dilayari kapal / perahu
- Adanya pelabuhan dan lapangan udara

b. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja baik tenaga kasar atau tenaga ahli perlu diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran dari perusahaan. Tingkat pendidikan masyarakat dan tenaga kerja juga menjadi pendukung pendirian pabrik ini. Hal – hal yang diperhatikan dalam hal ini adalah :

- Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang tersedia
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut

c. Buangan Pabrik

Apabila buangan pabrik atau waste disposal berbahaya bagi kehidupan di sekitarnya, maka yang harus diperhatikanadalah :

- Cara menentukan bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat
- Masalah polusi atau efek samping dari polusi yang mungkin timbul

d. Pembuangan Limbah

Pembuangan limbah dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas cair maupun padatan dengan memperhatikan ketentuan – ketentuan dari pemerintah.

e. Site dan Karakteristik dari Lokasi

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi ini adalah :

- Apakah lokasi tersebut merupakan daerah bebas sawah, rawa, bukit, dan sebagainya.
- Harga tanah yang relative rendah memungkinkan untuk perluasan pabrik dan fasilitas pendukung lainnya.
- Apakah termasuk daerah pedesaan atau perkotaan

f. Peraturan perundang – undangan

Hal – hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Ketentuan – ketentuan mengenai daerah tersebut
- Ketentuan mengenai jalur untuk berdirinya industri di daerah tersebut
- Peraturan perundang – undangan dari pemerintah dan daerah setempat.

Berdasarkan beberapa pertimbangan factor – factor di atas maka daerah yang menjadi alternative pilihan lokasi pendirian pabrik epsomite adalah di daerah Ujung Pangkah Kabupaten Gresik, Jawa Timur.

Dasar pemilihan lokasi ini adalah :

a. Dekat dengan sumber bahan baku
b. Tersedianya kebutuhan air, tenaga listrik dan bahan bakar
c. Fasilitas transportasi yang memadai
d. Tersedianya tenaga kerja yang cukup

Skala = 1 : 75.000

= Lokasi Pabrik Epsomit

Gambar 9.1 Peta Lokasi Pabrik Epsomit

Plant Lay Out Pra Rencana Pabrik Epsomite perlu disusun sebelum pembangunan infrastruktur pabrik seperti perpipaan, listrik dan peralatan proses untuk menciptakan kegiatan operasional yang baik, konstruksi yang ekonomis, distribusi dan transportasi (bahan baku, proses, dan prosuk) yang efektif, ruang gerak karyawan yang memadai sehingga kenyamanan dan keselamatan kerja alat maupun sekuruh karyawan terpenuhi.

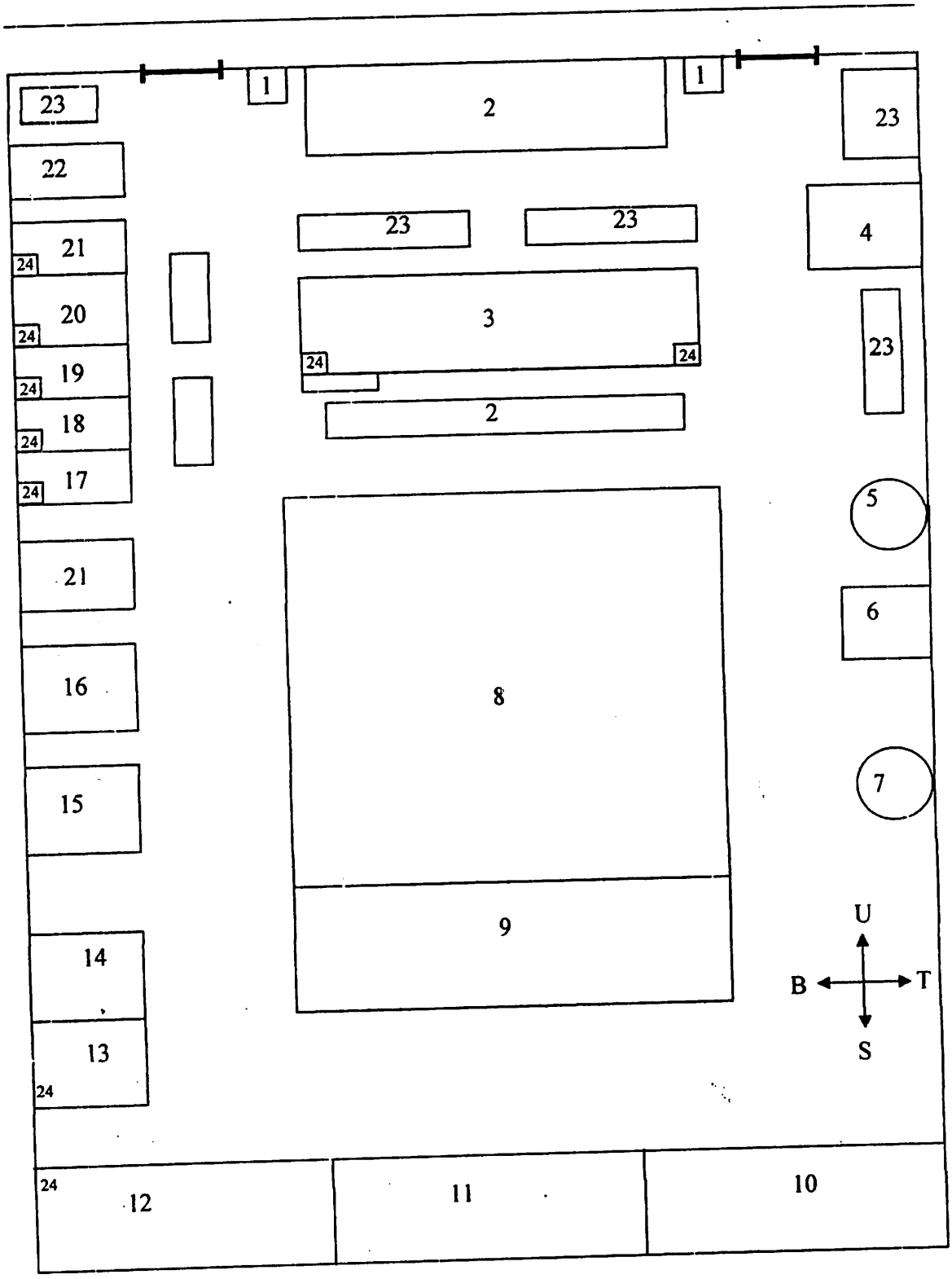
Lay out pabrik ini dibagi menjadi 2 bagian besar yaitu :

1. Tata ruang pabrik (Plant Lay Out)
2. Tata letak peralatan proses (Process Lay Out)

1. Tata Ruang Pabrik (Plant Lay Out)

Tata letak pabrik merupakan suatu peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yaitu meliputi areal proses, areal penyimpanan serta areal material handling. Sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien. Beberapa hal khusus yang perlu diperhatikan dalam pengaturan tata ruang pabrik (Plant Layout) Epsomite adalah :

- Adanya ruangan yang cukup untuk pergerakan pekerja dan pemindahan barang – barang
- Bentuk dari kerangka bangunan, pondasi, dinding serta atap
- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan steam, air, listrik dan penerangan ruangan dan lain sebagainya.
- Kemungkinan perluasan di masa dating
- Kemungkinan timbulnya bahaya – bahaya seperti kebakran, ledakan, timbulnya gas – gas dan lain sebagainya.
- Masalah penyaluran zat – zat buangan pabrik



Gambar 9.2. Tata Letak Pabrik Epsomite

Keterangan Gambar :

1. Pos Satpam
2. Tempat Parkir
3. Kantor
4. Ruang Timbang
5. Storage NaOH
6. Gudang Bittern
7. Storage H_2SO_4
8. Area Proses
9. Perluasan Area Proses
10. Utilitas
11. Power Plant
12. Pengolahan Limbah
13. Ruang Service dan Bengkel
14. Pemadam Kebakaran
15. Gudang Produk
16. Laboratorium
17. Perpustakaan
18. Poliklinik
19. Kantin
20. Aula
21. Koperasi
22. Mushola
23. Taman
24. Toilet
25. Dapur

Perincian tanah sebagai bangunan adalah sebagai berikut :

No	Lokasi	Ukuran (m)	Luas	
			m^2	ft^2
1	Pos Keamanan	(3 x 3) x 2	18	193,98
2	Parkir Tamu	5 x 3	15	161,65
3	Parkir Karyawan	5 x 8	40	431,07
4	Taman	100 x 3	300	3233,03
5	Perkantoran Administrasi	100 x 5	500	5388,39
6	Perpustakaan	5 x 4	20	215,54
7	Departemen Produksi	100 x 5	500	5388,39
8	Quality Control	5 x 10	50	538,84
9	Toilet	2 x 2	4	43,11
		(3 x 3) x 4	36	387,96
		(5 x 4) x 3	60	646,61
10	Area Proses Produksi	142,5 x 95	13537,5	145890,60
11	Ruang Kontrol	5 x 5	25	269,42
12	Laboratorium	5 x 10	50	538,84
13	Aula	15 x 10	150	1616,52
14	Poliklinik	5 x 4	20	215,54
15	Kantor Divisi Litbang	6 x 4	24	258,64
16	Departemen Teknik	4 x 6	24	258,64
17	Kantin	6 x 6	36	387,96
18	Mushola	10 x 8	80	862,14
19	Pemadam Kebakaran	5 x 6	30	323,30
20	Ruang Generator	5 x 5	25	269,42
21	Timbangan Truk	5 x 10	50	538,84
22	Bengkel	5 x 10	50	538,84
23	Open Yard Produk	10 x 10	100	1077,68
24	Open Yard Bahan Baku	10 x 10	100	1077,68
25	Area Pembangkit Listrik	10 x 6	60	646,61

26	Area Pengolahan Air	10 x 15	150	1616,52
27	Ruang Boiler	5 x 5	25	269,42
28	Area Pengolahan Limbah	15 x 5	75	808,26
29	Area Perluasan Pabrik	20 x 15	300	3233,03
30	Jalan		3000	32330,33
TOTAL			19454,5	209656,79

b. Tata Letak Peralatan Proses (Process Layout)

Dalam perencanaan *Process Layout* ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Aliran Bahan Baku dan Produk

   Pengaturan aliran bahan baku dan produk yang tepat dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Pemasangan elevasi perlu memperhatikan ketinggian. Biasanya pipa atau elevator dipasang pada ketinggian minimal 3 meter agar tidak membahayakan dan mengganggu lalu lintas karyawan.

2. Aliran Udara

   Aliran udara dan fentilasi di sekitar area proses harus lancer agar tidak terjadi stagnasi udara pada tempat yang dapat menyebabkab akumulasi bahan – bahan kimia yang berbahaya dan suhu udara yang panas dan pengap sehingga mengancam keselamatan pekerja

3. Pencahayaan

   Penerangan seluruh area pabrik terutama daerah proses harus memadai apalagi pada tempat – tempat yang prosesnya berbahaya sangat membutuhkan penerangan khusus

4. Lalu Lintas Manusia

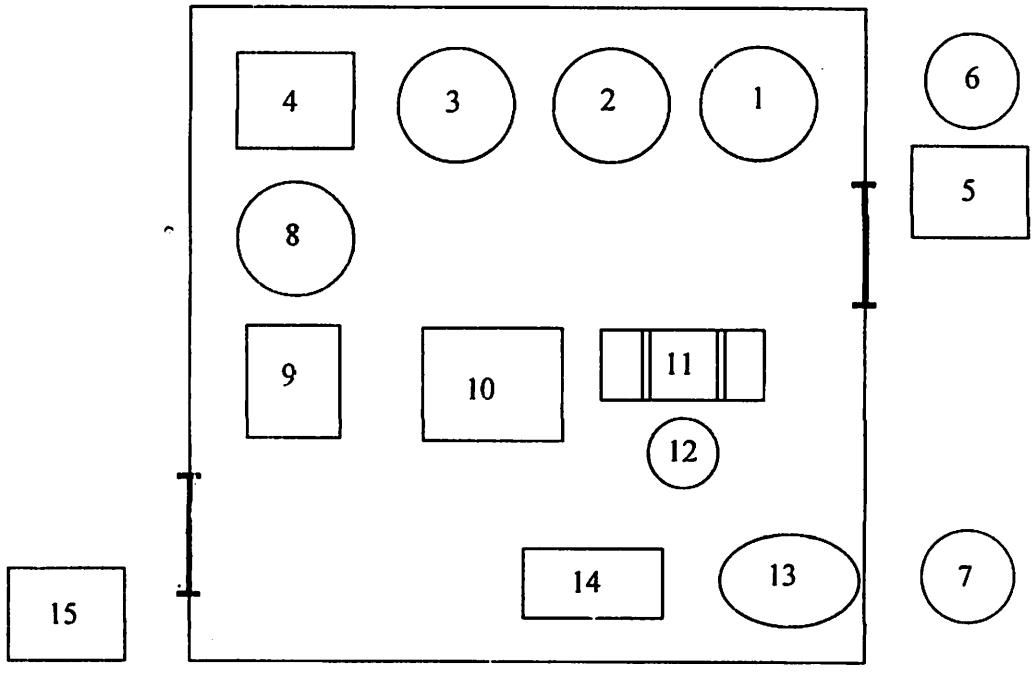
   Dalam perencanaan *Process Layout* perlu memperhatikan ruang gerak pekerja agar dapat mencapai seluruh alat proses dengan mudah dan cepat sehingga penanganan khusus seperti kerusakan alat (trouble shooting) dapat segera teratasi

5. Efektif dan Efisien

   Penempatan alat – alat proses diusahakan agar dapat menekan biaya operasi tapi sekaligus menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomis

6. Jarak Antar Alat Proses

   Untuk alat proses bertekanan tinggi atau bersuhu tinggi sebaiknya berjauhan dari alat lainnya agar bila terjadi ledakan atau kebakaran tidak cepat merambat kea lat proses lainnya



Gambar 9.3. Tata Letak Pabrik Epsomite

Keterangan Gambar Tata Ruang Pabrik (Plant Layout) :

1. Tangki Pengencer NaoH
2. Tangki Pengencer H_2SO_4
3. Reaktor I
4. Clarifier
5. Storage NaOH
6. Storage Bittern
7. Storage H_2SO_4
8. Reaktor II
9. Crystallizer
10. Centrifuge

11. Rotary Dryer

12. Cyclone

13. Bin

14. Mesin Pengemas

15. Storage Produk

BAB X

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

Dalam menciptakan suatu perusahaan agar mencapi sasaran secara efektif dan hasil produksi yang besar, maka harus diperhitungkan elemen dasar yang diperlukan dalam suatu perusahaan sebagai pelaksanaannya.

Elemen dasar itu terdiri dari :

- Manusia (man)
- Bahan (Material)
- Mesin (Machine)
- Metode (Method)
- Uang (Money)
- Pasar (Market)

Elemen dasar tersebut menjadi factor utama untuk menjalankan auatu perusahaan mencapai tujuannya, secara bersama – sama dalam organisasi perusahaan.

10.1. Bentuk Umum

Direncanakan bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT). Pemilihan bentuk perusahaan ini berdasar atas pertimbangan – pertimbangan sebagai berikut :

1. Kedudukan atau wewenang antara pimpinan perusahaan dan para pemegang saham (pemilik) terpisah satu sama lain
2. Terbatasnya tanggung jawab para pemegang saham karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan dan setiap

pemegang saham hanya mungkin menderita kerugian sebesar jumlah yang ditanamkan pada PT yang bersangkutan

3. Kemungkinan terhimpunnya modal yang besar dan mudah, yaitu dengan membagi modal atas sejumlah saham – sahamnya. PT dapat menarik modal dari banyak orang.
4. Kehidupan PT lebih terjamin karena tidak berpengaruh oleh berhentinya salah seorang pemegang saham, direktur atau karyawan. Ini berarti suatu PT mempunyai potensi hidup lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya.
5. Adanya efisiensi dalam perusahaan. Tiap bagian dalam PT dipegang oleh orang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai bagian dengan tugas yang jelas, sehingga ada dorongan untuk mengerjakan sebaik – baiknya.

10.2. Sistem Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi yang digunakan adalah system garis dan staff. Alasan pemilihan system garis dan staff adalah :

1. Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus
2. Terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik
3. Sering digunakan dalam perusahaan yang berproduksi secara missal
4. Masing – masing kepala bagian / manager secara langsung bertanggung jawab atas aktifitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan
5. Pimpinan tertinggi pabrik dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris. Anggota dewan komisaris merupakan wakil – wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staff ahli yang bertugas memberikan saran kepada direktur

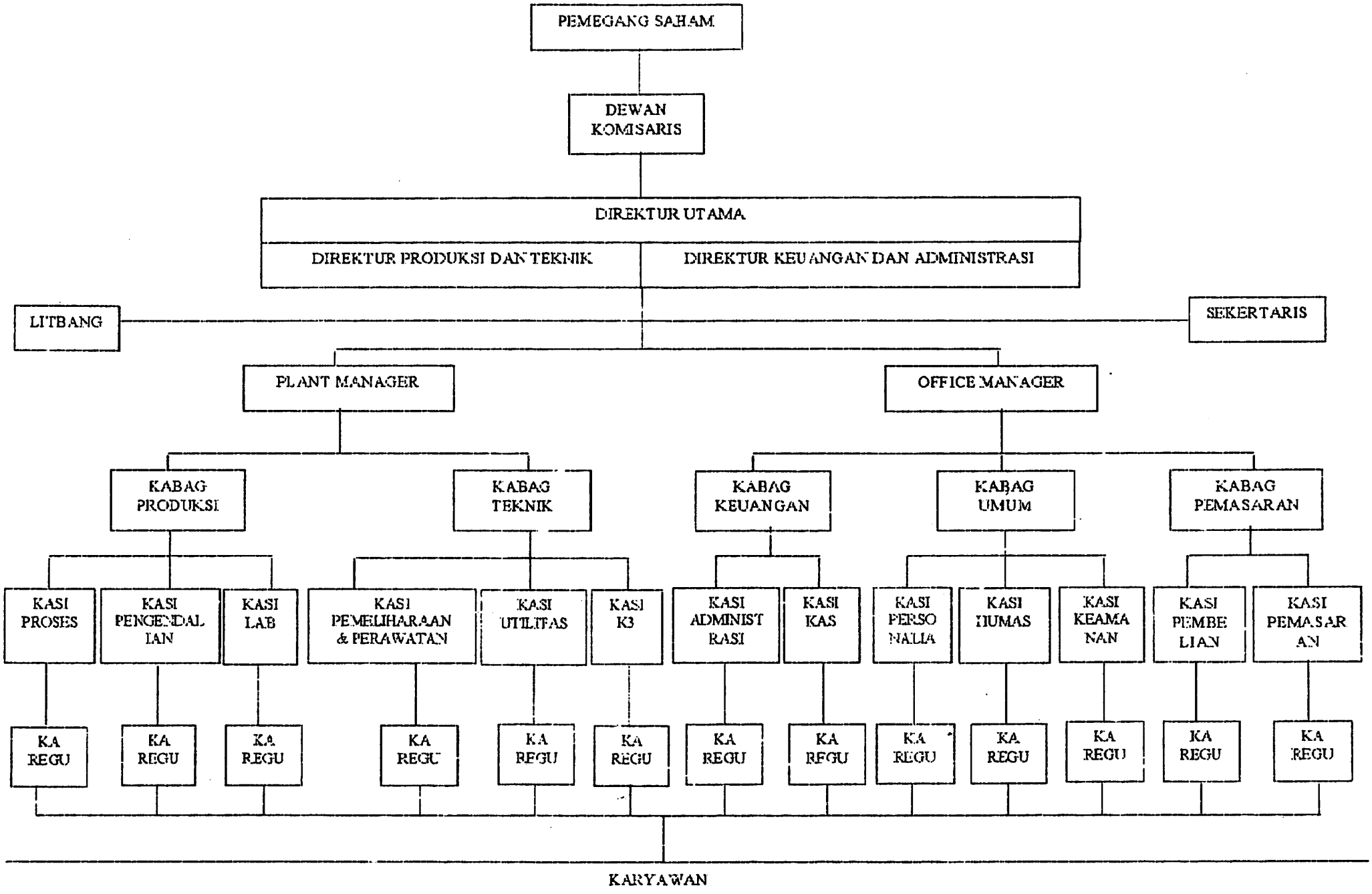
Disamping alasan tersebut ada beberapa kebaikan yang dapat mendukung pemakaian system organisasi staff dan garis yaitu :

1. Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar, apapun tujuannya, betapapun luas tugasnya dan betapapun kompleks susunan organisasinya
2. Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah dapat diambil, karena adanya staff ahli
3. Perwujudan " The right man in the right place " lebih mudah dilaksanakan

Dari kelebihan – kelebihan system organisasi garis dan staff di atas maka dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan system organisasi perusahaan pada Pra Rencana Pabrik Epsomite ini, yaitu menggunakan system organisasi garis dan staff. Pembagian tanggung jawab dan wewenang berdasarkan departementasi. Pada setiap departemen dibagi lagi menjadi bagian – bagian yang lebih kecil lagi yaitu divisi. Selanjutnya tiap divisi dibagi menjadi unit – unit.

Setiap departemen dipimpin oleh seorang manager yang dibantu oleh asisten menager, sedangkan untuk divisi dikepalai oleh divisi manager yang dibantu oleh asisten divisi manager

Bagan strktur organisasi dapat dilihat pada gambar 10.1


PEMEGANG SAHAM
DEWAN KOMISARIS
DIREKTUR UTAMA
DIREKTUR PRODUKSI DAN TEKNIK
DIREKTUR KEUANGAN DAN ADMINISTRASI
LITBANG
SEKERTARIS
PLANT MANAGER
OFFICE MANAGER
KABAG PRODUKSI
KABAG TEKNIK
KABAG KEUANGAN
KABAG UMUM
KABAG PEMASARAN
KASI PROSES
KASI PENGENDALIAN
KASI LAB
KASI PEMELIHARAAN & PERAWATAN
KASI UTILITAS
KASI K3
KASI ADMINISTRASI
KASI KAS
KASI PERSONALIA
KASI HUMAS
KASI KEAMANAN
KASI PEMBELIAN
KASI PEMASARAN
KA REGU
KA REGU
KA REGU
KA REGU
KA REGU
KA REGU
KA REGU
KA REGU
KA REGU
KA REGU
KA REGU
KA REGU
KA REGU
KARYAWAN

10.3. Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

Merupakan beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham adalah pemilik perusahaan dimana jumlah yang dimiliki, tergantung / terbatas sesuai dengan besarnya modal saham yang dimiliki, sedangkan kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang – hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan modal paling sedikit 1 (satu) tahun. Kekuasaan tertinggi terletak pada pemegang saham yang memilih direktur dan dewan komisaris dalam rapat umum pemegang saham (RUPS) serta menentukan gaji direktur tersebut.

Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham :

a. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris
b. Mengangkat dan memberhentikan dewan direksi
c. Mengesahkan hasil – hasil usaha serta neraca untung rugi tahunan

2. Dewan Komisaris

Merupakan badan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan. Dewan komisaris bertindak sebagai wakil dan pemegang saham. Komisaris diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan setiap tahun dalam / oleh RUPS apabila melakukan tindakan yang bertentangan dengan anggaran dasar dari perseroan tersebut.

Dewan komisaris pada umumnya dipilih dalam RUPS dari kalangan pemegang saham yang mempunyai saham terbanyak dari perseroan tersebut.

Tugas dewan komisaris :

- Menentukan kebijaksanaan perusahaan
- Mengadakan evaluasi / pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan
- Memberikan nasihat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan
- Menyetujui atau menolak rancangan yang diajukan direktur

3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggungjawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab pada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi direktur produksi dan teknik dan direktur keuangan dan administrasi.

Tugas direktur utama antara lain :

a. Melaksanakan policy perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaan pada pemegang saham pada masa akhir jabatannya
b. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan
c. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham
d. Mengkoordinir kerjasama dengan direktur produksi dan direktur keuangan dan umum

Tugas direktur produksi dan teknik antara lain :

a. Bertanggung jawab pada direktur utama dalam bidang produksi, teknik dan pemasaran

b. Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala – kepala bagian yang menjadi bawahannya

Tugas direktur keuangan dan administrasi antara lain :

a. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang keuangan dan pelayanan umum

b. Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala – kepala bagian yang menjadi bawahannya

4. Manager

Merupakan orang yang mengatur orang – orang agar mau bekerja sesuai dengan yang dikehendaki. Manager terdiri dari :

a. Plant Manager

- Bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi
- Mengkoordinir dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala – kepala biro
- Melakukan tugas – tugas yang diberikan oleh direktur

b. Office Manager

- Bertanggung jawab kepada direktur administrasi
- Mengkoordinir dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala – kepala biro
- Melakukan tugas – tugas yang diberikan oleh direktur

5. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian terdiri dari :

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggungjawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi

Kepala bagian produksi membawahi :

- Ka Seksi Proses
  - Mengawasi jalannya proses dan produksi
  - Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang
- Ka Seksi Pengendalian
  - Menangani hal – hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada
- Ka Seksi Laboratorium
  - Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
  - Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
  - Mengawasi hal – hal yang berhubungan dengan buangan pabrik
  - Membuat laporan berkala kepada kepala bagian produksi

b. Kepala Bagian Teknik

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas

Kepala bagian teknik membawahi :

- Ka Seksi Pemeliharaan dan Perawatan
  - Melaksanakan pemeliharaan dan memperbaiki fasilitas gedung dan peralatan pabrik

- Ka Seksi Utilitas
  - Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan tenaga listrik
- Ka Seksi K3
  - Bertugas untuk mengatur dan mengawasi semua kegiatan yang berhubungan dengan keselamatan kerja, memberikan pelatihan keselamatan kerja.

c. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan

Kepala bagian keuangan membawahi :

- Ka Seksi Administrasi
  - Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpanjakan
- Ka Seksi Kas
  - Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan
  - Mengadakan perhitungan gaji dan insentif karyawan

d. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan

Kepala bagian umum membawahi :

- Ka Seksi Personalia

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dengan pekerjaan dan lingkungan supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi untuk menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis
- Melaksanakan hal – hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan

➢ Ka Seksi Humas

- Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingungan perusahaan

➢ Ka Seksi Keamanan

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- Mengawasi keluar masuknya orang – orang baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan

e. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan administrasi dalam bidang pembelian dan pemasaran hasil produksi

Kepala bagian pemasaran membawahi :

➢ Ka Seksi Pembelian

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan pemasaran
- Mengetahui harga pasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang

- Ka Seksi Pemasaran
  - Merencanakan strategi hasil produksi
  - Mengatur distribusi hasil produksi dan gudang

f. Penelitian dan Pengembangan

Bagian penelitian dan pengembangan terdiri atas ahli – ahli sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi.

Bagian penelitian dan pengembangan membawahi departemen :

- Departemen penelitian
- Departemen pengembangan

Tugas dan wewenang :

- Mempertinggi mutu suatu produk
- Memperbaiki proses dari pabrik / perencanaan alat dan pengembangan produksi
- Mengadakan penelitian pemasaran suatu produk ke suatu tempat
- Mempertinggi effisiensi karma

g. Kepala Regu

Kepala regu adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para kepala seksi masing – masing agar diperoleh hasil yang maksimal dan efektif selama berlangsung proses produksi. Setiap kepala regu bertanggungjawab terhadap kepala seksi masing – masing sesuai dengan seksinya.

Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

REGU	HARI											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	-	M	M	M	-	S	S	S	-
II	S	S	-	P	P	P	-	M	M	M	-	S
III	M	-	S	S	S	-	P	P	P	-	M	M
IV	-	M	M	M	-	S	S	S	-	P	P	P

Karena kemajuan suatu pabrik atau perusahaan tergantung pada kedisiplinan karyawannya, maka salah satu cara untuk menciptakan kedisiplinan adalah dengan memberikan absensi. Dari mulai direktur utama sampai karyawan kebersihan diberlakukan absensi setiap jam kerjanya yang nantinya dapat menjadi pertimbangan perusahaan dalam meningkatkan karier karyawannya.

10.5. PERINCIAN JUMLAH TENAGA KERJA

Penentuan jumlah karyawan proses

Kapasitas produksi = (60.000 ton/tahun) / (330 hari / tahun) = 181,818 ton / hari

Berdasarkan *Vilbrant. Fig. 6.35, hal. 235,* didapatkan :

M = 56 (orang jam/ tahapan proses)

Ada 17 tahapan proses dalam pra rencana pabrik epsomite, yaitu :

a. Proses Utama terdiri dari :

- Bagian pada pengenceran H_2SO_4
- Bagian pada storage H_2SO_4
- Bagian pada storage NaOH

- Bagian pada storage bittern
- Bagian pada pengenceran NaOH
- Bagian pada Reaktor (R – 110)
- Bagian pada Reaktor (R – 120)
- Bagian pada clarifier
- Bagian pada heater H_2SO_4
- Bagian pada heater
- Bagian pada crystallizer
- Bagian pada rotary dryer
- Bagian pada centrifuge
- Bagian pada cooler

b. Proses Tambahan atau Pembantu

- Laboratorium
- Utilitas
- Bengkel dan pemeliharaan

Sehingga didapatkan :

Jumlah karyawan = 56 x 17 = 952 orang.jam / hari

Dalam satu hari terdapat 3 shift kerja, sehingga jumlah karyawan adalah :

= 952 / 3 = 317 orang.jam / shift

Masing – masing shift bekerja 8 jam.hari, sehingga jumlah karyawan per shift adalah :

= 317 / 8 = 39 orang

Ada 4 regu pekerja shift yang harus disediakan, sehingga jumlah total karyawan oerasional adalah :

. = 39 orang x 4 = 158 orang

Perincian kebutuhan tenaga kerja dapat dilihat pada table 10.2 :

Tabel 10.2. jabatan dan tingkat pendidikan tenaga kerja

No	Jabatan	Pimpinan	Karyawan Non Shift	Karyawan Shift
1	Direksi	3	-	-
2	Kepala Pabrik	1	-	-
3	Kepala Administrasi	1	-	-
4	Kepala Bagian Produksi	1	-	-
5	Kepala Bagian Operasi	1	-	-
6	Kepala Bagian Umum	1	-	-
7	Kepala Bagian Ekonomi dan Keuangan	2	-	-
8	Litbang	1	3	-
9	Seksi Utilitas	3	-	4 x 5
10	Seksi Laboratorium dan QC	2	5	-
11	Seksi Produksi	2	-	4 x 39
12	Seksi Teknik	2	5	-
13	Seksi Bengkel dan Kendaraan	2	-	4 x 5
14	Seksi Pemeliharaan dan Perbaikan	2	-	4 x 3
15	Seksi Personalia dan Kesejahteraan Umum	1	5	-
16	Seksi Sekertariat	1	2	-
17	Seksi Humas	1	3	-
18	Seksi Keamanan	3	1	4 x 3
19	Seksi Kebersihan	2	5	-
20	Seksi PMK	1	6	-
21	Seksi Pembukuan	1	2	-
22	Seksi Penjualan	3	2	-
23	Seksi Pembelian	1	2	-

24	Seksi Gudang	1	1	-
25	Cadangan	-	2	4 x 3
	Jumlah	26	44	261

10.6. Status Karyawan dan Sistem Pengupahan (gaji)

Pabrik epsomite ini mempunyai system pembagian gaji yang berbeda – beda kepada karyawan. Hal ini berdasarkan pada criteria sebagai berikut :

1. Tingkat pendidikan
2. Pengalaman kerja
3. Tanggung jawab dan kedudukan
4. Keahlian
5. Pengabdian pada perusahaan (lamanya kerja)

Berdasarkan criteria di atas, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status kepegawaiannya. Status kepegawaiannya dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Karyawan regular

   Karyawan regular adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan mas kerjanya

2. Karyawan borongan

   Karyawan borongan adalah pekerja yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja, misalnya bongkar muat barang dan lain – lain. Pekerja ini menerima upah borongan untuk pekerjaan tersebut

3. karyawan harian

Karyawan harian adalah pekerja yang diangkat dan diberhentikan oleh manager pabrik berdasarkan nota persetujuan manager pabrik atas pengajuan kepala yang membawahinya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan

Tabel 10.3. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No	Jabatan (Tugas)	Jumlah	Gaji / Bulan (Rp)	Total (Rp)
1	Direktur Utama	1	10.000.000	10.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	7.000.000	7.000.000
3	Direktur Administrasi dan Keuangan	1	7.000.000	7.000.000
4	Sekertaris	3	2.000.000	6.000.000
5	Kepala Litbang (R&D)	1	6.000.000	6.000.000
6	Staff Litbang (R&D)	2	2.000.000	4.000.000
		4	1.500.000	6.000.000
7	Kepala Dept. Produksi	1	5.000.000	5.000.000
8	Kepala Dept. Teknik	1	5.000.000	5.000.000
9	Kepala Dept. Keuangan dan Administrasi	1	5.000.000	5.000.000
10	Kepala Dept. Umum dan SDM	1	5.000.000	5.000.000
11	Kepala Divisi Proses	1	2.500.000	2.500.000
12	Karyawan Divisi Proses	4	1.500.000	6.000.000
		124	900.000	111.600.000
13	Kepala Divisi Gudang	1	1.500.000	1.500.000
14	Karyawan Divisi Gudang	3	1.000.000	3.000.000
		5	600.000	3.000.000
15	Kepala Divisi Utilitas	1	1.500.000	1.500.000
16	Karyawan Divisi Utilitas	4	1.000.000	4.000.000
		8	700.000	5.600.000
17	Kepala Divisi Bengkel & Perawatan	1	1.500.000	1.500.000
18	Karyawan Divisi Bengkel & Perawatan	5	800.000	4.000.000

19	Kepala Divisi QC dan Laboratorium	1	1.500.000	1.500.000
20	Karyawan Divisi QC dan Laboratorium	6	800.000	4.600.000
21	Kepala Divisi Penjualan dan Pembelian	1	1.500.000	1.500.000
22	Karyawan Divisi Penjualan & Pembelian	5	800.000	4.000.000
23	Kepala Divisi Administrasi	1	1.500.000	1.500.000
24	Karyawan Divisi Administrasi	2	800.000	1.600.000
25	Kepala Divisi Akuntansi	1	2.000.000	2.000.000
26	Karyawan Divisi Akuntansi	2	1.000.000	2.000.000
27	Kepala Divisi Humas dan Personalia	1	1.500.000	1.500.000
28	Karyawan Divisi Humas & Personalia	4	800.000	3.200.000
29	Kepala Divisi Transportasi	1	1.000.000	1.000.000
30	Karyawan Divisi Transportasi	5	700.000	3.500.000
31	Kepala Divisi Keamanan & Keselamatan	1	1.000.000	1.000.000
32	Karyawan Keamanan & Keselamatan	6	700.000	4.200.000
33	Kepala Divisi Kebersihan & Keindahan	1	800.000	800.000
34	Karyawan kebersihan & Keindahan	5	500.000	2.500.000
35	Karyawan Perpustakaan	1	700.000	700.000
36	Dokter	1	1.500.000	1.500.000
37	Karyawan Kesehatan	1	700.000	700.000
	JUMLAH			247300000

10.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan social yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan antara lain :

1. Tunjangan

   - Tunjangan gaji pokok, diberikan berdasarkan golongan karyawan
   - Tunjangan jabatan, diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang
   - Tunjangan lembur, diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2. Cuti

- Cuti tahunan selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan ijinnya.
- Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter
- Cuti hamil selama 3 bulan bagi tenaga kerja wanita
- Cuti untuk keperluan dinas atas perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan

3. Fasilitas

Fasilitas yang diberikan berupa seragam kerja untuk karyawan, perlengkapan keselamatan kerja (misalnya : helm, sarung tangan, sepatu boot, kacamata pelindung dan lain – lain), antar jemput bagi karyawan, kendaraan dinas, tempat tinggal dan lain – lain.

4. Pengobatan

Untuk pengobatan dan perawatan pertama dapat dilakukan di poliklinik perusahaan dan diberikan secara cuma-cuma kepada karyawan yang membutuhkan dengan ketentuan – ketentuan sebagai berikut :

- Untuk pengobatan dan perawatan yang dilakukan pada rumah sakit yang telah ditunjuk akan diberikan secara cuma-cuma.

BAB XI

ANALIS EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan menguntungkan atau tidak. Oleh karena itu di dalam pra rencana pabrik Epsomite ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Epsomite tersebut.

Cara untuk mengetahui jumlah investasi yang dibutuhkan olah pabrik Epsomite dapat menggunkan beberapa cara, antara lain :

1. *Internal rate of return* (IRR)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Break Event Point* (BEP)
4. *Return of Invesment* (ROI)

Untuk menghitung metode-metode diatas perlu diadakan penafsiran beberapa hal yang menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses, yaitu :

1. Penaksiran modal investasi total (*Total Capital Invesment/TCI*), terdiri :
   a. Modal tetap (*Fixed Capital Invesment/FCI*)
   b. Modal kerja (*Work Capital Invesment/WCI*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost/TPC*), terdiri :
   a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost/MC*)
   b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses/GE*)
3. Total pendapatan.

11.1 Faktor-faktor penentu

11.1.1 Total Capital Invesment (TCI)

Yaitu modal atau biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan suatu pabrik mulai dari awal sampai pabrik selesai dibangun dan siap beroperasi. TCI terdiri dari :

1. *Fixed Capital Invesment (FCI)*

   Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik dan fasilitas FCI dibagi menjadi :

   a. *Direct Cost*

      Yaitu modal yang langsung digunakan dalam proses, meliputi :

      - Pembelian peralatan
      - Instalasi dan pemasangan peralatan
      - Instrumentasi dan control
      - Perpipaan
      - Peralatan listrik
      - Bangunan
      - Tanah
      - Fasilitas pelayanan
      - Pengembangan lahan

   b. *Indirect cost*

      Yaitu biaya atau modal yang dikeluarkan secara tidak langsung dikeluarkan untuk keperluan proses, meliputi :

      - Engineering dan supervise

- Konstruksi
- Biaya kontraktor
- Biaya tak terduga (contingency)

2. *Work Capital Invesment*

Yaitu semua biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan pabrik, dimana baiaya yang dikeluarkan dipengaruhi oleh besarnya kapasitas pabrik, meliputi:

- Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
- Pengemasan produk
- Biaya yang harus ada setiap bulannya (uang tunai) untuk membiayai pengeluaran rutin seperti gaji, pembelian bahan baku dan lain-lain.
- Pajak yang harus dibayar

- Perhitungan penerimaan dan pengeluaran
  - Utilitas

Sehingga :

Total Capital Invesment (TCI) = Modal tetap (FCI) + Modal kerja (WCI)

11.1.2 Biaya Produksi

Adalah biaya yang dikeluarkan tiap satu-satuan produksi. Biaya produksi terdiri dari :

a. Biaya pembuatan

Yaitu semua biaya untuk proses yang meliputi :

- Biaya produksi langsung (DPC)
- Biaya produksi tetap (FPC)
- Biaya overhead pabrik (POC)

b. Biaya umum

Yaitu baiaya yang tidak berhubungan dengan proses, meliputi :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang

Berdasarkan sifatnya, biaya produksi dibagi menjadi :

a. Biaya tetap

Yaitu biaya yang dikeluarkan secara tetap dan tidak tergantung pada kapasitas pabrik. Yang termasuk biaya tetap antara lain :

- Bunga bank
- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak, dll

b. Biaya semi variable (SVC)

Yaitu biaya yang bervariasi tettapi tidak berbanding lurus dengan kapasitas pabrik, antara lain :

- Biaya utilitas
- Biaya bahan baku
- Gaji karyawan
- Supervisor
- Pemeliharaan dan perbaikan

11.1.3 Penaksiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat dapat berubah sesuai dengan perubahan kondisi ekonomi. Karena perubahan kondisi ini maka dapat beberapa cara untuk mengkonversi harga suatu alat yang sama bebarapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Harga alat pada pabrik Epsomite ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada literature Peter and Timmerhaus serta G.D Ulrich. Untuk menaksir harga alat pada tahun 2008, maka digunkan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Harga alat sekarang} = \frac{\text{Nilai indeks tahun terhitung}}{\text{Nilai indeks original}} \text{x Harga alat original}$$

(Peter and Timmerhaus)

A. Penentuan *Total Capital Investment (TCI)*

a. Modal langsung

Harga Peralatan	E	Rp. **42.972.863.814,1**
Instalasi peralatan	10%.E	Rp. 4.297.286.381,4
Instrumentasi dan control	10%.E	Rp. 4.297.286.381,4
Perpipaan	12%.E	Rp. 4.727.015.019,6
Listrik	10%.E	Rp. 4.297.286.381,4
Bangunan + Tanah		Rp. 15.573.000.000
Fasilitas layanan	20%.E	Rp. 8.594.572.768,8
Pengembangan Lahan	10%.E	Rp. 4.297.286.381,4
Total Direct Cost (DC)		**Rp. 89.056.597.122,1**

b. Modal tak langsung (Inderect Cost)

Engineering	15%.E	Rp. 8.594.572.763
Biaya konstruksi	20%.E	Rp. 12.891.859.144

Total Inderect Cost (IC)	**Rp. 21.486.431.907**

c. Total Plant Cost (TPC)

TPC = DC + IC = Rp. 110.543.029.029,1

d. Modal Tetap (FCI)

Biaya kontraktor	35% (DC+IC)	Rp. 49.744.363.063
Biaya tak terduga	45% (DC+IC)	Rp. 60.798.665.966

Modal Tetap (FCI) = Rp. 221.086.058.058,2

e. Modal kerja (WCI) 10% TCI = Rp. 24.565.117.562

f. Total Capital Invesment (TCI)

TCI = FCI + WCI

TCI = 221.086.058.058,2 + 10% TCI

90% TCI = 221.086.058.058,2

TCI = **Rp. 245.651.175.620**

B. Biaya Pembuatan

a. Biaya produksi langsung

Bahan baku untuk 1 tahun		Rp.	1.069.521.041.160
Gaji karyawan untuk 1 tahun		Rp.	2.967.600.000
Utilitas untuk 1 tahun		Rp.	216.072.574.410
Pemeliharaan	5% . FCI	Rp.	11.054.302.903
Laboratorium	5% . Gaji	Rp.	148.380.000
Patent & Royalti	3% . TPC		0,03 TPC
Supervisi	15% . Gaji	Rp.	445.140.000
	Total DPC	**Rp.1.300.209.038.473+0,03TPC**	

b. Biaya produksi tetap

Depresiasi alat	10% . E	Rp 4.297.286.381,4
Pajak kekayaan	2% . FCI	Rp 4.421.721.161
Asuransi	0,8% .FCI	Rp. 397.954.904.505
Bunga pinjaman	15% . modal pinjaman	Rp. 24.565.117.562
Depresiasi bangunan	2% . bangunan	Rp 934.380.000
	Total FC	**Rp. 432.173.409.609**

c. Biaya Over Head Pabrik = **Rp. 1.762.011.435**

d. Biaya pengeluaran umum (GE)

- Administrasi (4% TPC) = 0,04 TPC
- Distribusi dan pemasaran (4% TPC) = 0,04 TPC
- Litbang (8% TPC) = 0,08 TPC

Total biaya umum = 0,16 TPC

e. Biaya produksi total (TPC)

TPC = DPC + FPC + Overhead + GE

= Rp. 1.607.371.666.554

GE = 0,16 TPC

= Rp. 208.315.367.985

C. Analisa Profitabilitas

Asumsi yang diambil :

a. Modal yang digunakan terdiri dari :

1. Modal sendiri (60%)
2. Modal pinjaman (40%)

b. Bunga kredit = 18% per tahun

c. Masa konstruksi

Tahun I = 60% modal sendiri + 40% modal pinjaman

Tahun II = 60% modal sendiri + 40% modal pinjaman

d. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun

e. Umur pabrik 10 tahun

f. Kapasitas produksi

Tahun I = 80% dari produksi total

Tahun II = 100% dari produksi total

g. Pajak penghasilan = 30% per tahun

Menghitung total invesement :

Masa konstruksi tahun I :

Modal sendiri = 60% TCI = Rp. . 147.390.705.372

Modal pinjaman = 40% TCI = Rp. 98.260.470.248

Masa konstruksi tahun II :

Modal sendiri = 60% Tahun I = Rp. 88.434.423.223

Modal pinjaman = 40% Tahun II = Rp. 39.304.188.099

Menghitung biaya variabel (VC)

Bahan baku	Rp.	1.069.521.041.160
Pengemasan	Rp.	2.880.000.922
Utilitas	Rp.	.216.072.574.410
Gaji	Rp ·	2.967.600.000
Total VC	**Rp.**	**1.291.441.216.492**

Biaya Semi Variabel (SVC) **= Rp. 221.280.062.324**

Biaya overhead	Rp.	1.762.011.435
Pemeliharaan	Rp	11.054.302.903
Laboratorium	Rp.	148.380.000
Biaya umum	Rp	208.315.367.985
Total SVC	**Rp.**	**221.280.062.324**

Laba untuk kapasitas pabrik 100%

Laba kotor = Rp. 121.737.154.175

Pajak penghasilan = 30% dari laba kotor

Laba bersih = Rp. 85.216.007,923

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (CA)

C_A = Rp. 856.457.365.609

Menghitung penilaian investasi :

i. **POT**

FCI = Rp. 221.086.058.058,2

TCI = Rp. 245.651.175.620

C_A = Rp. 856.457.365.609

$$POT = \frac{FCI + (20\% \times TCI)}{\text{Cash flow}} \times 1 \text{ tahun}$$

= 3,16 tahun

ii. **ROI (return of investment)**

Pajak = 30%

Laba kotor = Rp. 121.737.154.175

Laba bersih = Rp. 85.216.007,923

FCI = Rp. 221.086.058.058,2

$$ROI_{BT} = \frac{\text{Laba kotor}}{FCI} \times 100\%$$

= 55,1%

$$ROI_{AT} = \frac{\text{Laba bersih}}{FCI} \times 100\%$$

= 38,5 %

BEP

FC = Rp. 432.173.409.609

SVC = Rp. 221.280.062.324

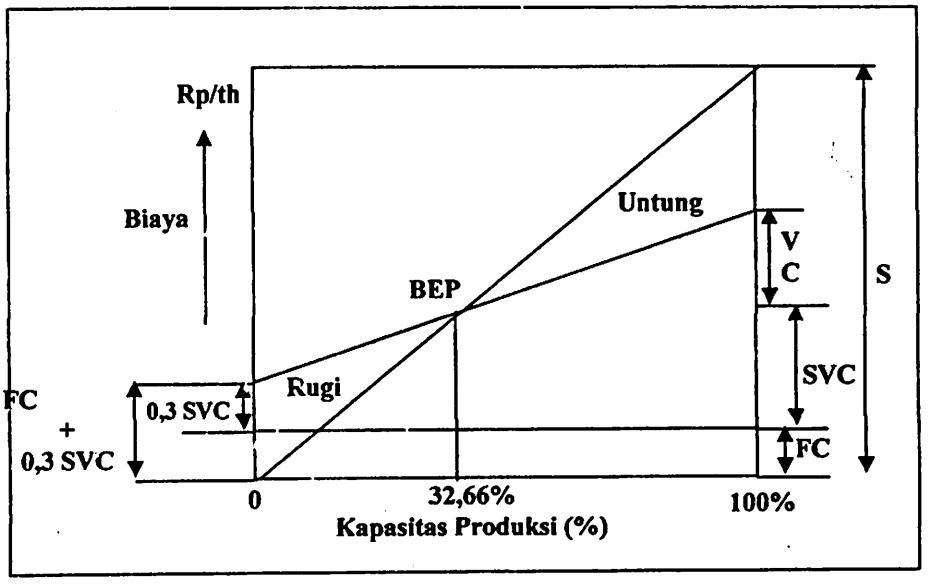
VC = Rp 1.291.441.216.492

S = harga jual = Rp. 390.000.124.800

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

= 32,66 %

Karena harga BEP diantara 30%-60%, maka pabrik layak didirikan.



Gambar 11.1 Break Event Point Pra Rencana Pabrik Epsomite

Titik BEP yang terjadi pada kapasitas produksi = 32,66 % x 60000 ton/tahun

= 19.596 ton/tahun

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

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

Dimana : PBi = Keuntungan pada % kapasitas yang tercapai dibawah 100%

PB = Keuntungan pada kapasitas 100%

% kapasitas = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{PBi}{Rp.852.160.079.227} = \frac{(100 - 40{,}4) - (100 - 80)}{(100 - 40{,}4)}$$

PBi = Rp. 403.419.428.647

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun pertama adalah :

C_A = laba bersih tahun pertama – depresiasi alat

= Rp. 856.457.365.609

iii. SDP (shut down point)

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

$$SDP = \frac{0{,}3\,SVC}{S - 0{,}7\,SVC - VC} x100\%$$

$$= 6{,}28\ \%$$

Titik Shut Down Point terjadi pada kapasitas = 6,28 % x 60.000 ton/tahun

= 3.770,6 ton/tahun

iv. NPV (Net Present Value)

Metode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai sekarang penerimaan kas bersih dengan nilai investasi sekarang.

Langkah-langkah menghitung NPV :

a. Menghitung C_{A0} (tahun ke-0) untuk masa konstruksi 2 tahun :

C_{A-2} = 40% x FCI x $(1 + i)^2$

= Rp. 127.345.569.442

C_{A-1} = 60% x FCI x $(1 + i)^1$

= Rp. 159.181.961.802

C_{A-0} = $-(C_{A-2} + C_{A-1})$

= Rp. 31.836.392.360

Menghitung NPV tiap tahun

NPV = C_A x Fd

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

Dimana : NPV = Net Present Value

C_A = Cash flow setelah pajak

Fd = factor diskon

i = tingkat bunga bank

n = tahun ke-n

Tabel 11.5.1 Cash Flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun	Cash flow	Fd	NPV
		0.11	
0	-31836392360	1	-31836392360
1	15.918.196.180	0.90	143.407.172.795
2	12.734.556.944	0.50	63672784721
3	12.734.556.944	0.53	66992218995
4	12.734.556.944	0.67	84897046294
5	12.734.556.944	0.66	83446941466
6	12.734.556.944	0.60	76407341665
7	12.734.556.944	0.60	76932970657
8	12.734.556.944	0.63	79590980901
9	12.734.556.944	0.62	79386185395
10	12.734.556.944	0.62	78366504272
Nilai sisa	0	0.62	0
WCI	24.565.117.562	0.62	15206977538
Jumlah			816.470.732.338

Karena harga NPV positif maka pabrik layak didirikan

v. IRR (internal rate of return)

Metode yang digunakan untuk menghitung tingkat bunga pada investasi.

Harga IRR harus lebih tinggi dari tingkat bunga bank sehingga harus dipenuhi persamaan dibawah ini dengan cara trial.

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

Dimana : i_1 = besarnya bunga pinjaman tahun ke-1 yang ditrial 15%

i_2 = besarnya bunga pinjaman tahun ke-2 yang ditrial 17%

Tabel 11.6.1 Cash Floe untuk IRR selama 10 tahun

Tahun	Cash Flow	Fd	NPV1	Fd	NPV2
		0.2		0.2	
0	-31836392360	1.00	-31836392360	1	-31836392360
1	159.181.961.802	0.90	143.407.172.795	0.7	112.334.710.444
2	127.345.569.442	0.50	63672784721	0.5	63418093582
3	127.345.569.442	0.53	66992218995	0.4	44761967659
4	127.345.569.442	0.67	84897046294	0.2	31581701222
5	127.345.569.442	0.66	83446941466	0.2	22285474652
6	127.345.569.442	0.60	76407341665	0.1	15727177826
7	127.345.569.442	0.60	76932970657	0.1	11107080567
8	127.345.569.442	0.63	79590980901	0.1	7831752521
9	127.345.569.442	0.62	79386185395	0	5526797714
10	127.345.569.442	0.62	78366504272	0	3896774425
Nilai sisa	0	0.62	0	0	0
WCI	24.565.117.562	0.62	15206977538	0	751692597.4
Jumlah			816.470.732.338		287.386.830.847

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

$$= 17 + \frac{816.470.732.338}{816.470.732.338 - (287.386.830.847)}(17 - 15)$$

$$= 17{,}77\ \%$$

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (15%), maka pabrik Epsomite ini layak untuk didirikan.

BAB XII

KESIMPULAN

Pra Rencana Pabrik Eposomite ini diharapkan akan mencapai hasil produksi yang sesuai dengan tujuan , sehingga dari hasil produksi tersebut akan dapat memenuhi konsumsi dalam negeri dan diharapkan dapat menembus pasaran dunia sehingga menambah devisa Negara dari nilai ekspornya.

Dari hasil analisa, Pra Rencana Pabrik Epsomite ini cukup menguntungkan. Kesimpulan ini dapat diambil dengan memperhatikan beberapa aspek sebagai berikut :

12.1. Aspek Teknis

Bila ditinjau dari segi teknis, proses pembuatan epsomite ini adalah baik. Disamping prosesnya tidak begitu rumit, juga mempunyai kadar produk dan kemurnian yang tinggi.

12.2. Aspek Sosial

Pendirian pabrik epsomite ini dinilai sangat menguntungkan , karena :

- Dapat menciptakan lapangan kerja
- Meningkatkan pendapatan per kapita daerah sekitar lokasi pabrik

12.3. Segi Lokasi Pabrik

Di lihat dari segi lokasi pabrik, pabrik epsomite ini juga menguntungkan, karena :

- Dekat dengan bahan baku
- Dekat dengan daerah pemasaran
- Persediaan air memadai
- Tenaga kerja yang cukup dan murah

- Tersedianya sarana transportasi yang memadai, baik untuk pengangkutan bahan baku maupun produk epsomite

12.4. Segi Pemasaran

Dari segi pemasaran, menguntungkan karena :

- Penggunaan epsomite sangat diperlukan, mengingat kebutuhan sebagai bahan baku dalam industri farmasi adalah setiap hari
- Pendirian pabrik ini juga ikut menunjang program pemerintahan dalam usaha mewujudkan Negara Indonesia baru yang didukung oleh swktor perindustrian yang kuat

12.5. Segi Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi sangat diperlukan untuk melihat layak tidaknya suatu pabrik untuk didirikan, baik untuk rencana jangka pendek maupun rencana jangka panjang. Setelah dilakukan perhitungan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Epsomite, maka didapatkan data – data sebagai berikut :

- Internal Rate of Return (IRR) = 17,77 %
- Pay Out Time (POT) = 3,16 tahun
- Return of Invesment (ROI_{BT}) = 55,1 %
- Return of Invesment (ROI_{AT}) = 38,5 %
- Break Event Point (BEP) = 32,66 %

Dari data – data di atas, dengan jalan membandingkan dengan bunga bank saat ini untuk kredit usaha sebesar 15% per tahun, maka pabrik Epsomite layak untuk didirikan.