

PRA RENCANA PABRIK

**GLISERIN DARI SPENT SOAP LYE
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR NETRALISASI**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

LUCIANA MARIA I.

0914017



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

MINYAK ANAK/ANAK ANAK

**DI SAAT TUNGGU HARI KESUKSESAN
MILITARY 000.08 ISMILITARY 00000000**

**ANAK/ANAK ANAK/ANAK/ANAK
KEMERDEKAAN KEMERDEKAAN**

ISMILITARY

: 0000 00000000

0000 0000

0000 0000

**0000 0000 00000000
00000000 00000000 00000000
00000000 00000000 00000000**

0000

PRA RENCANA PABRIK

**GLISERIN DARI SPENT SOAP LYE
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR NETRALISASI**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

LUCIANA MARIA I. 0914017



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

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK GLISERIN DARI SPENT SOAP LYE KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

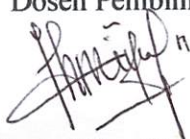
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Jenjang Strata Satu (S-1)
Di Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

LUCIANA MARIA.I 09.14.017

Malang, 23 Juli 2013

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I



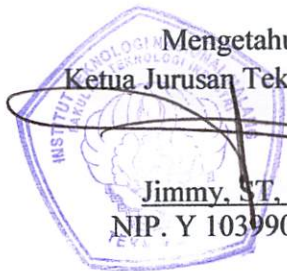
Faidliyah Nilna Minah, ST, MT
NIP. P 1030400392

Mengetahui,
Dosen Pembimbing II



Rini Kartika Dewi, ST, MT
NIP. Y 1030100370

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Jimmy, ST, MT
NIP. Y 1039900330

LEMBAR PERSETUJUAN

KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN
GLISERIN DARI SPENT SOAP LYE
PRA RENCANA FABRIK

SARIPSI

Di Jakarta sebagai salah satu bagian
dari Departemen Geologi dan Teknik Kimia Jurusan Geologi (S-1)
DI Institut Teknologi Nasional Malang

Diketahui oleh :

LUCIANA MARIALI 08144017

Malang, 23 Juli 2013

Dosen Pembimbing II
Widyaningrum

Dosen Pembimbing I
Mulya Sufita

Rini Rukika Dewi ST MT
NIP. Y 1030100370

Lia Nur Hafidha ST MT
NIP. P 1030400302

Mengenal
Jurusan Teknik Kimia

ST MT
NIP. Y 1030000330

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : LUCIANA MARIA INDAHWATI
NIM : 0914017
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK GLISERIN DARI
SPENT SOAP LYE

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


Hari : Selasa
Tanggal : 23 Juli 2012
Nilai : B

Ketua Jurusan,



Jimmy, ST, MT
NIP.Y. 1039900330


Sekretaris Jurusan,



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


Anggota Penguji,

Penguji Pertama,



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

Penguji Kedua,



Ir. Muyassaroh, MT
NIP.Y. 1039700306

PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : LUCIANA MARIA INDAHWATI

NIM : 09.14.017

Jurusan / Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

**“ PRA RENCANA PABRIK GLISERIN DARI
SPENT SOAP LYE “**

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

Malang, Juli 2013

Yang membuat pernyataan,



LUCIANA MARIA INDAHWATI

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan YME yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “*Pra Rencana Pabrik Giserin Dari Spent Soap Lye Kapasitas Produksi 50.000 Ton/Tahun*” .

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

Atas terselesainya Skripsi ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT, selaku Dekan FTI ITN Malang.
3. Bapak Ir. Jimmy, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.
4. Ibu Rini Kartika Dewi, ST, MT., selaku dosen pembimbing Skripsi I.
5. Ibu Faidliyah Nilna Minah, ST.MT., selaku dosen pembimbing Skripsi II.
6. Dosen – dosen jurusan Teknik Kimia yang telah banyak memberikan bantuan dalam terselesainya skripsi ini.
7. Rekan – rekan mahasiswa angkatan 2009 dan semua pihak yang turut membantu hingga terselesainya skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu dan mendukung demi terselesainya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penyusun mengharapkan agar Skripsi ini dapat berguna, baik buat penyusun pribadi maupun bagi seluruh mahasiswa Teknik Kimia.

Penyusun menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak. Penyusun berharap Skripsi ini dapat berguna bagi penyusun secara pribadi maupun pembaca sekalian khususnya di bidang ilmu Teknik Kimia.

Malang, Agustus 2013

Penyusun

INTISARI

Pra Rencana Pabrik Gliserin ini akan didirikan di Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur dengan kriteria sebagai berikut:

1. Kapasitas bahan baku : 50.000 ton/tahun
2. Waktu operasi : 330 hari/tahun
24 jam/hari
3. Bahan baku utama : *Spent soap lye*
4. Bahan pembantu : - HCl
- FeCl₃
- Al₂(SO₄)₃
- NaOH
- Karbon aktif
5. Produk utama : Gliserin 98%
6. Produk samping : -
7. Utilitas : - Kebutuhan air : 13100685,7340 kg/j
- Kebutuhan steam : 3274769,058 kg/j
- Kebutuhan listrik : 297,4092 kg/j
- Kebutuhan bahan bakar : 12830,9041 L/hari
8. Organisasi perusahaan : - Bentuk : Perseroan Terbatas
- Struktur : Garis dan staf
- Jumlah karyawan : 371 orang
9. Analisa ekonomi : - ROI_{bt} : 61%
- ROI_{at} : 37%
- POT_{bt} : 1,4 tahun
- POT_{at} : 2,14 tahun
- BEP : 31,01%

Dari hasil perhitungan analisa ekonomi, dari segi teknis maupun nonteknis maka Pabrik Gliserin ini layak untuk didirikan.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
INTISARI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk	I-2
1.3. Analisa Pasar	I-4
1.4. Lokasi Pabrik.....	I-5
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II-1
2.1. Macam-macam Proses.....	II-1
2.2. Uraian Proses.....	II-6
BAB III NERACA MASSA	III-1
BAB IV NERACA PANAS	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V-1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA	VI-1
6.1. Perhitungan Luas Pemanasan	VI-1
6.2. Perhitungan Dimensi Tube	VI-6
6.3. Perhitungan Dimensi Evaporator.....	VI-8
6.4. Perhitungan Dimensi Man Hole	VI-12
6.5. Perhitungan Dimensi Pipa	VI-14
6.6. Perhitungan Dimensi Gasket, Bolting dan Flange tangki.....	VI-24
6.7. Perhitungan Dimensi Penyangga.....	VI-31
6.8. Spesifikasi Double Effect Evaporator	VI-40

BAB VII INSTRUMEN DAN KESELAMATAN KERJA	VII-1
7.1. Instrumentasi	VII-1
7.2. Keselamatan Kerja.....	VII-2
7.3. Material Safety Data Sheet Bahan-Bahan	VII-5
BAB VIII UTILITAS.....	VIII-1
8.1. Unit Penyediaan Air	VIII-1
8.2. Unit Penyediaan Steam.....	VIII-4
8.3. Unit Pembangkit Listrik	VIII-5
8.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar	VIII-6
BAB IX TATA LETAK PABRIK	IX-1
9.1. Tata Letak Pabrik.....	IX-1
9.2. Tata Letak Peralatan Proses.....	IX-4
9.3. Pembagian Areal Tanah.....	IX-7
BAB X STRUKTUR ORGANISASI	X-1
10.1. Bentuk Perusahaan	X-1
10.2. Struktur Organisasi Perusahaan.....	X-2
10.3. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab.....	X-4
10.4. Jadwal Jam Kerja.....	X-9
10.5. Jaminan Sosial	X-10
10.6. Status Karyawan dan Sistem Upah.....	X-12
10.7. Perincian Tenaga Kerja	X-12
10.8. Gaji Karyawan.....	X-14
BAB IX ANALISA EKONOMI.....	XI-1
BAB XII KESIMPULAN	XII-1
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIKS A. PERHITUNGAN NERACA MASSA	
APPENDIKS B. PERHITUNGAN NERACA PANAS	
APPENDIKS C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT	
APPENDIKS D. PERHITUNGAN UTILITAS	
APPENDIKS E. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data impor gliserin tahun 1997-2006	I-2
Tabel 1.2. Data kenaikan impor gliserin pada tahun 1997-2006	I-4
Tabel 2.1. Pemilihan proses	II-5
Tabel 7.1. Instrumentasi pada peralatan.....	VII-2
Tabel 7.1. Alat-alat keselamatan kerja pabrik gliserin.....	VII-5
Tabel 9.1. Perincian luas tanah bangunan pabrik.....	IX-7
Tabel 10.1. Jadwal kerja pegawai shift	X-10
Tabel 10.2. Jabatan dan tingkat pendidikan tenaga kerja	X-13
Tabel 10.3. Daftar gaji karyawan perbulan.....	X-14

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi Pabrik Gliserin.....	I-9
Gambar 2.1. Blok diagram pembuatan gliserin dari spent soap lye	II-1
Gambar 2.2. Blok diagram pembuatan gliserin dari propilen via alil klorida	II-3
Gambar 2.1. Blok diagram pembuatan gliserin dari propilen via alil akrolein.....	II-4
Gambar 9.1. Tata letak Pabrik Gliserin.....	IX-2
Gambar 9.2. Tata letak peralatan proses Pabrik Gliserin.....	IX-5
Gambar 10.1. Struktur Organisasi perusahaan.....	X-3

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

1.1.1. Tujuan perancangan

Kebutuhan terhadap bahan kimia mengalami kenaikan dengan pesat, salah satu bahan kimia yang mengalami tingkat kebutuhan yang cukup tinggi ialah gliserin. Gliserin atau yang juga dikenal dengan nama gliserol adalah bahan kimia yang memiliki banyak manfaat, baik dibidang farmasi, kosmetik makanan maupun minuman. Oleh karena itu, dirancang pabrik gliserin untuk memenuhi permintaan pasar.

1.1.2. Kegunaan produk gliserin

- Sebagai bahan baku maupun bahan pembantu dalam industri makanan dan minuman.
- Sebagai bahan baku maupun bahan pembantu dalam industri farmasi dan kosmetik.
- Sebagai bahan pembungkus dan pengemas yang aman.
- Sebagai pelumas dalam alat industri jika minyak tidak ada.
- Fungsi lainnya ialah sebagai campuran semen, sabun, detergen, asal dan kertas.

1.1.3. Perkembangan Industri Gliserol

Gliserin pertama kali diidentifikasi pada tahun 1770 oleh Scheele, yang diproduksi dengan pemanasan zaitun minyak dan litharge. Pada 1784, ia mengamati bahwa substansi yang sama dapat diproduksi dari minyak nabati dan lemak hewani lainnya, seperti lemak dan mentega. Di tahun 1811, Chevreul mencetuskan nama modern gliserin dari bahasa Yunani "glyceros", yang berarti manis. Pada 1836, Pelouze telah menentukan rumus untuk gliserin, dan akhirnya Berthelot dan Luce menerbitkan rumus struktural pada tahun 1883. Nitrogliserin ditemukan pada tahun 1847 oleh Sobrero, di mana senyawa ini berbahaya karena tidak stabil. Di tahun 1863 Alfred Nobel menunjukkan kemampuan peledak nitrogliserin, dan pada tahun 1866 ia menemukan dinamit. Sejarah gliserin erat kaitannya dengan sejarah pembuatan sabun karena salah satu sumber komersial pertama dari gliserin adalah dibuat dari *soap lye*. Di tahun 1870-an, paten AS pertama untuk pembuatan gliserin dari *soap lye* dengan

penyulingan dikeluarkan. Proses ini dikembangkan lebih lanjut oleh Runcorn pada tahun 1883^[9]. Sebelum tahun 1940-an, sabun dibuat dengan proses tradisional dari saponifikasi lemak melalui penambahan natrium atau kalium hidroksida dan air. Gliserin yang dibebaskan dari proses ini biasanya tetap bersama sabun. Karena tingginya permintaan gliserin untuk menghasilkan peledak untuk perang, maka ada motivasi kuat untuk menghilangkan gliserin selama produksi sabun. Hingga saat ini *soap lye* terus menjadi bahan baku umum untuk membuat gliserin.

Tabel 1.1. Data impor gliserin tahun 1997-2006

Tahun	Impor (kg)
1997	45.768
1998	31.336
1999	84.128
2000	59.266
2001	232.252
2002	743.260
2003	1.357.929
2004	358.972
2005	827.000
2006	1.290.587

Sumber: Biro Pusat Statistik Surabaya

1.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk

1.2.1. Bahan Baku

A. *Spent Soap Lye*

- Berbentuk cairan dengan komposisi:

6-16% gliserin

10-12% garam

39-40% air

0,3-0,8% NaOH

0,4% lemak

- Merupakan *by-product* atau produk samping dari industri pembuatan sabun

Spent Soap Lye memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

Sifat fisika		Sifat kimia	
- Bentuk	: cairan	- Rumus kimia	: $C_3H_4(OH)_3$
- Titik didih	: $290^\circ C$		
- Densitas	: $1,261 \text{ g/cm}^3$		
- Viskositas	: $1,412 \text{ Pa}\cdot\text{s}$		

B. Asam Klorida

Asam klorida memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

Sifat fisika		Sifat kimia	
- Bentuk	: cairan	- Rumus kimia	: HCl
- Titik didih	: $-46^\circ C$	- Berat molekul	: $36,49 \text{ g/mol}$
- Titik lebur	: $51^\circ C$		
- Densitas	: $1,18 \text{ g/cm}^3$		
- Viskositas	: $1,9 \text{ mPa}\cdot\text{s}$		

C. Ferriklorida

Ferriklorida memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

Sifat fisika		Sifat kimia	
- Bentuk	: padatan	- Rumus kimia	: $FeCl_3$
- Titik didih	: $316^\circ C$	- Berat molekul	: $161,21 \text{ g/mol}$
- Titik lebur	: $306^\circ C$	- Kelarutan	: larut dalam air
- Spesifik gravity	: 2,9		

D. Aluminium Sulfat

Aluminium sulfat memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

Sifat fisika		Sifat kimia	
- Bentuk	: serbuk	- Rumus kimia	: $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$
- Titik didih	: $770^\circ C$	- Berat molekul	: $161,21 \text{ g/mol}$
- Spesifik gravity	: 1,69	- Kelarutan	: tidak larut dalam alkohol

E. Natrium Hidroksida

Natrium hidroksida memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

Sifat fisika		Sifat kimia	
- Bentuk	: padatan	- Rumus kimia	: NaOH
- Titik didih	: $1388^\circ C$	- Berat molekul	: 40 g/mol
- Titik lebur	: $323^\circ C$	- Kelarutan	: larut dalam air
- Spesifik gravity	: 2,13		

F. Karbon Aktif

Karbon aktif memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

Sifat fisika		Sifat kimia	
- Bentuk	: serbuk	- Rumus kimia	: C
- Titik didih	: 4827°C	- Berat molekul	: 12,01 g/mol
- Spesifik gravity	: 0,2-0,75	- Kelarutan	: tidak larut dalam air

1.2.2. Produk

Produk yang didapat adalah gliserin, dengan sifat-sifat yang dimiliki yaitu:

Sifat fisika		Sifat kimia	
- Bentuk	: cairan	- Rumus kimia	: $C_3H_4(OH)_3$
- Titik didih	: 290°C	- Berat molekul	: 92,09 g/mol
- Titik lebur	: 17,8°C		
- Densitas	: 1,261 g/cm ³		
- Viskositas	: 1,412 Pa·s		

1.3. Analisa Pasar

Untuk mendirikan Pabrik Gliserin pada tahun 2013 diperlukan data lengkap tentang nilai impor Gliserin. Dari tabel 1.1 dapat diproyeksikan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan pada tahun 2013

$$F = P (1 + i)^n \dots\dots\dots (1.1)$$

Di mana:

F = jumlah kebutuhan gliserin pada tahun 2013

P = data impor tahun 2006

i = nilai kenaikan impor tiap tahun

n = selisih tahun (2013-2006)

Tabel 1.2. Data kenaikan impor gliserin pada tahun 1997-2006

Tahun	Impor (kg)	Kenaikan (%)
1997	45.768	-31.53
1998	31.336	168.47
1999	84.128	-29.55
2000	59.266	291.88
2001	232.252	33.91
2002	743.260	336.66
2003	1.357.929	-73.56
2004	358.972	130.36
2005	827.000	55.99
2006	1.290.587	-31.53
Rata-rata (% per tahun)		98,07

Dari tabel 1.2. diketahui rata-rata kenaikan impor setiap tahunnya adalah 98,07%, sehingga konsumsi pada tahun 2013 diperkirakan:

$$\begin{aligned} F &= 1.290.587 (1 + 98,07\%)^7 \\ &= 1.290.587 (1 + 0,9807)^7 \\ &= 1.290.587 (119,5913) \\ &= 154.272.800,729 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Jadi peluang kapasitas produksi pabrik baru pada tahun 2013 adalah sebesar 154.272.800,729 kg/tahun atau 154.272,800 ton/tahun, sehingga dari peluang kapasitas yang didapat maka kapasitas pabrik gliserin diambil 50.000 ton/tahun.

1.4. Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik pada dasarnya juga merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan dari pabrik yang didirikan.

Lokasi suatu pabrik harus dipertimbangkan berdasarkan teknis pengoperasian pabrik serta sudut ekonomis dari perusahaan tersebut yang dapat mempengaruhi lancar atau tidaknya jalan produksi. Pada dasarnya daerah pengoperasian suatu pabrik akan ditentukan oleh 4 faktor utama, sedangkan lokasi yang tepat pada dari pabrik tersebut akan ditentukan oleh beberapa faktor khusus.

Dengan mempertimbangkan faktor – faktor diatas maka direncanakan untuk mendirikan pabrik Gliserin dari Spent Soap Lye di daerah Kecamatan Tarik, Mojokerto, Jawa Timur.

1.4.1. Faktor Utama

a. Bahan Baku

Tersedianya dan harga bahan baku sering menentukan lokasi suatu pabrik, jika ditinjau dari segi ini maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan bahan baku.

Hal – hal yang perlu diperhatikan dari bahan baku adalah:

- Letak sumber bahan baku diperoleh dari pabrik sabun yang banyak berada di daerah Sidoarjo dan Surabaya.
- Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber dapat diandalkan pengadaannya.
- Cara memperoleh dan membawa bahan baku ke pabrik (transportasi).

- Kualitas bahan baku yang ada dan apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.

b. Pemasaran

Produk utama pabrik berupa gliserin yang sebagian besar digunakan sebagai bahan baku maupun pembantu di industri kosmetik, industri makanan dan industri kesehatan. Dimana lokasi pabrik dekat dengan pusat industri-industri tersebut serta pelabuhan dan jalur darat yang baik untuk memudahkan mengirim produk tersebut ke daerah lain.

c. Utilitas

Unit utilitas dalam suatu pabrik sangatlah penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri dari air, listrik dan bahan bakar.

- Air

Air merupakan kebutuhan yang penting dalam industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, media pendingin, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber yaitu air kawasan, air sungai di sekitar pabrik, dan air dari PDAM. Untuk itu perlu diperhatikan mengenai :

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

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari diambil tiga sumber, yaitu air kawasan, air sungai dan air PDAM. Air kawasan diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan. Air PDAM hanya bersifat cadangan. Air PDAM juga digunakan untuk sanitasi dan untuk kebutuhan proses (air pendingin).

- Listrik dan Bahan Bakar

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan yang sangat penting terutama sebagai motor penggerak, penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan yang lainnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Ada atau tidaknya listrik di daerah tersebut.
- Jumlah listrik di daerah tersebut.

- Harga tenaga listrik.
- Persediaan tenaga listrik di masa mendatang.
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.

d. **Keadaan Geografis dan Iklim**

Lokasi yang direncanakan merupakan daerah bebas banjir, gempa dan angin topan. Sehingga keamanan bangunan pabrik terjamin. Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- Keadaan alam.
- Keadaan alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan.
- Keadaan angin.
- Kecepatan dan arah angin pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut yang akan mempengaruhi peralatan.
- Gempa bumi yang pernah terjadi.
- Kemungkinan perluasan di masa yang akan datang.

I.4.2. Faktor Khusus

a. **Transportasi**

Daerah Sidoarjo dan sekitarnya merupakan kawasan daerah industri yang telah berkembang dengan cepat, sehingga sarana transportasi darat telah cukup memadai, sedangkan transformasi laut dapat dilakukan melalui sungai yang kemudian dapat dilanjutkan ke laut.

b. **Buangan Pabrik**

Apabila buangan pabrik berbahaya bagi kehidupan disekitarnya, maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan:

- Cara pengeluaran bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat.
- Masalah pencemaran yang mungkin timbul.

c. **Tenaga Kerja**

Tenaga kerja tetap dan borongan dapat diperoleh dari penduduk didaerah tersebut, selain itu juga dengan adanya industri didaerah itu mencegah urbanisasi penduduk. Sedangkan tenaga ahli dapat didatangkan dari daerah Jawa maupun luar pulau Jawa.

d. Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah

Hal-hal yang perlu ditinjau:

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah tersebut.
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada.
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut.

e. Site Karakteristik dari Lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah:

- Apakah daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah, rawa, bukit, dan sebagainya.
- Harga tanah dan fasilitas lainnya.

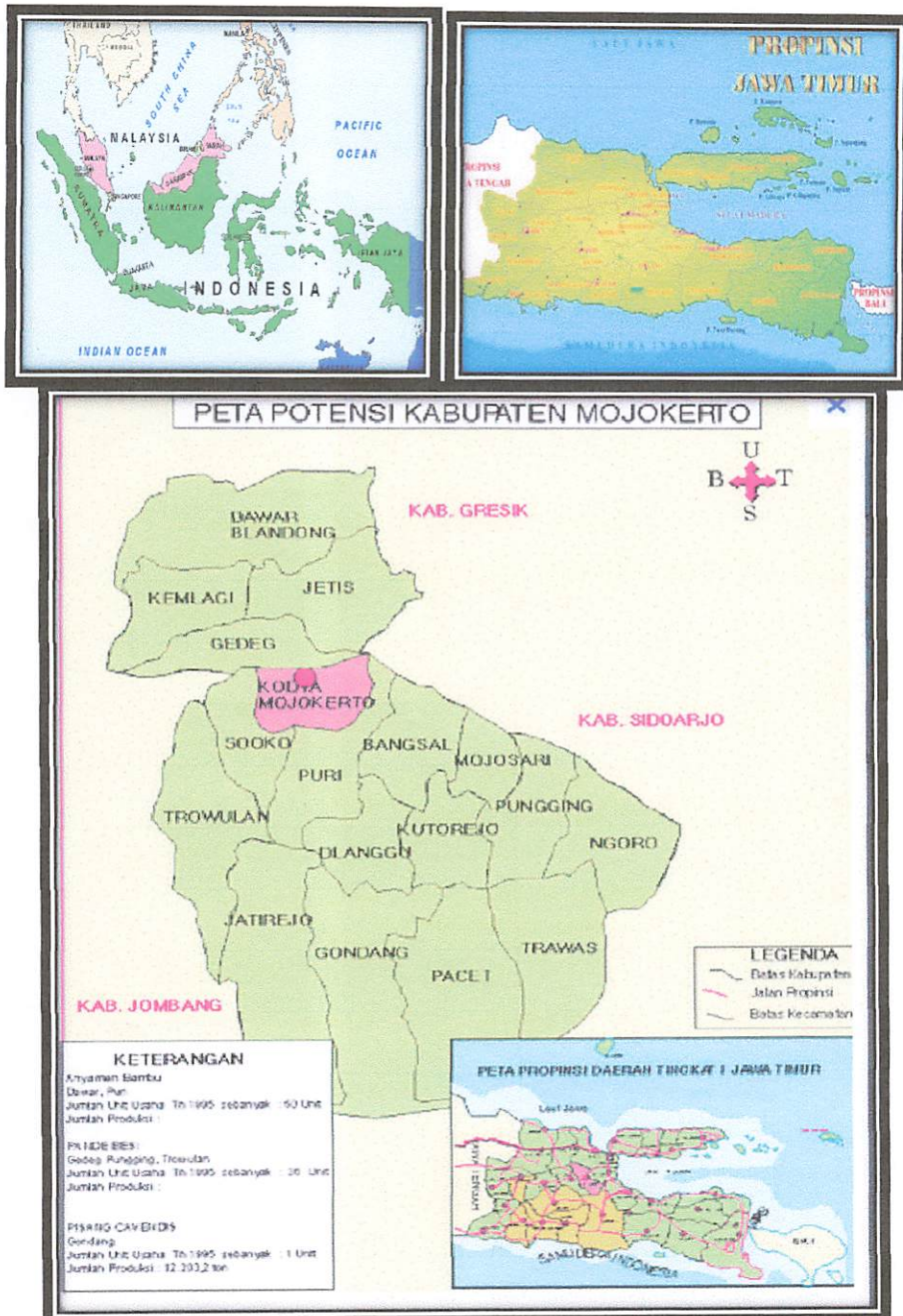
f. Keadaan lingkungan masyarakat

Menurut pengamatan, masyarakat sekitar lokasi pabrik memiliki adat istiadat yang baik, selain itu fasilitas perumahan, pendidikan dan tempat peribadatan sudah tersedia didaerah – daerah itu.

Berdasarkan faktor – faktor diatas, maka pabrik Gliserin dari Spent Soap Lye ini direncanakan didirikan di daerah Mojokerto, Jawa Timur.

Pemilihan lokasi ini didasarkan oleh faktor – faktor berikut:

- Tempatnya dekat dengan bahan baku sehingga akan menghemat biaya transformasi dan modal yang diinvestasikan untuk tangki penyimpanan bahan baku.
- Pemasaran hasil produksi mudah, karena banyak industri besar didaerah sekitar.
- Tersedianya daerah yang luas dan sesuai dengan lokasi dan kawasan industri yang direncanakan pemerintah
- Tenaga kerja banyak tersedia didaerah lokasi pabrik dengan keterampilan yang diperlukan.



Gambar 1.1. Lokasi Pabrik Gliserin

BAB II

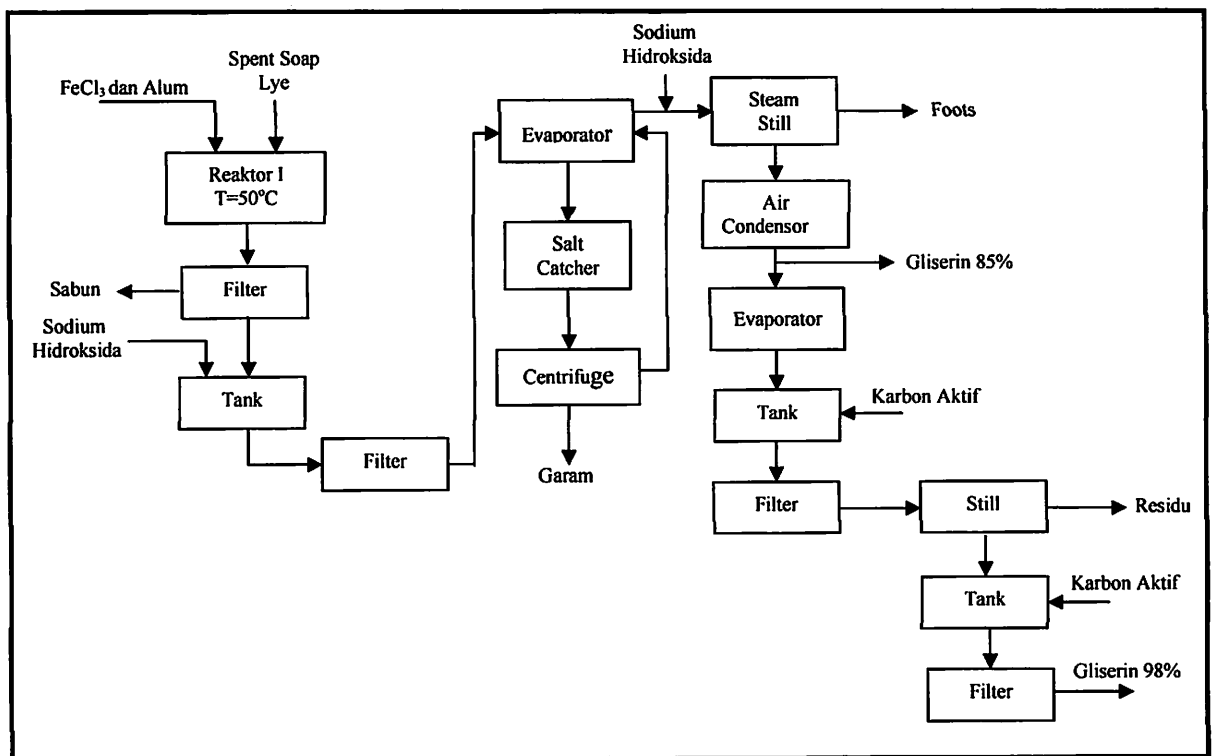
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

2.1. Macam-macam Proses

Proses pembuatan gliserin ada tiga macam, yaitu:

1. Pembuatan gliserin dari *spent soap lye*.
2. Pembuatan gliserin dari propilen via alil klorida.
3. Pembuatan gliserin dari propilen via akrolein.

2.1.1 Pembuatan gliserin dari spent soap lye



Gambar 2.1. Blok diagram pembuatan gliserin dari spent soap lye

Reaksi:



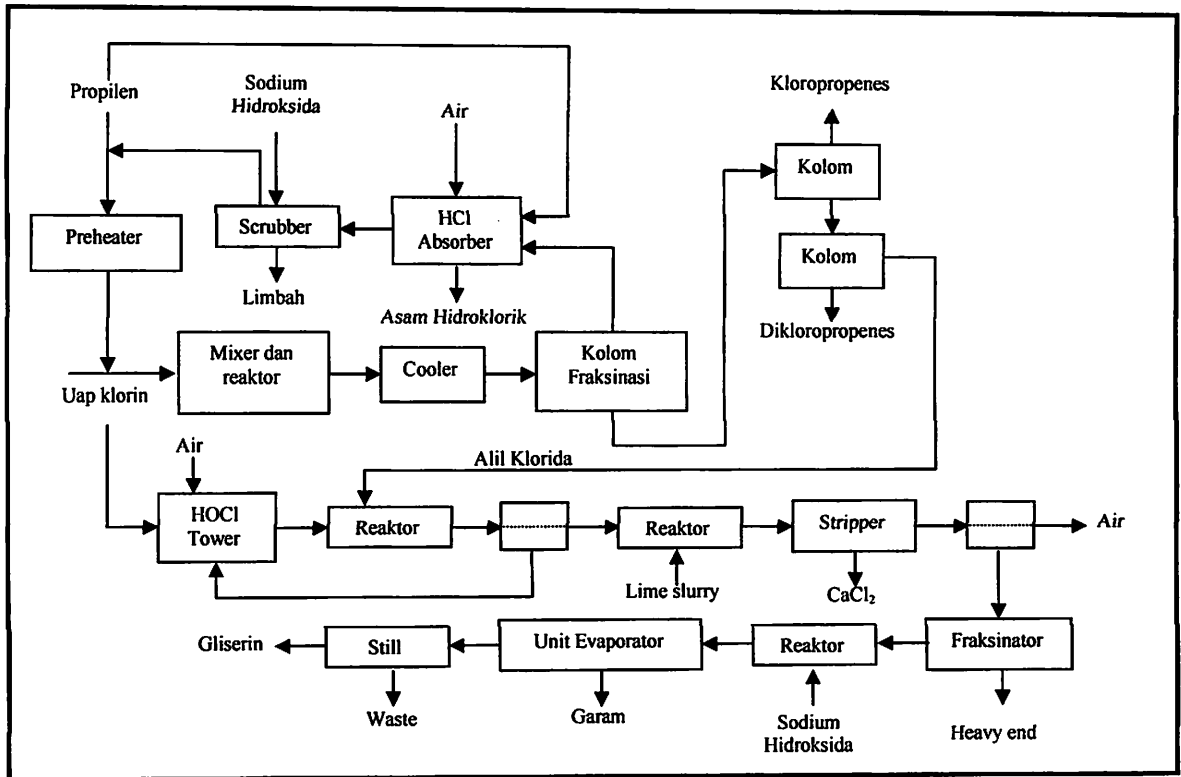
Pabrik sabun dibuat dengan proses hidrolisis antara air dan lemak (proses hidrolisis) dan mereaksikan asam lemak dan larutan basa (proses saponifikasi), antara lain Natrium Hidroksida (NaOH), Kalium Hidroksida (KOH) dan Amonium Hidroksida (NH₄OH). Hasil reaksi akan membentuk dua lapisan, yaitu lapisan sabun pada bagian atas dan lapisan *spent soap lye* pada bagian bawah, *spent soap lye* mengandung gliserin.

Sebagai hasil samping pembuatan sabun, *spent soap lye* dapat digunakan untuk membuat gliserin. Untuk membuat gliserin, *spent soap lye* mengalami proses *treatment* terlebih dahulu karena masih mengandung gliserin, sisa alkali, air dan impuritis lainnya.

Setelah proses *treatment*, *spent lye* dipekatkan dengan menggunakan evaporator sehingga didapatkan konsentrasi gliserin sebanyak 80%, 4-11% garam, 0,1% sabun dan impuritis lainnya. Lalu dilewatkan ke dalam kolom destilasi pada dengan tekanan dibawah kondisi vakum berkisar 40-50 mmHg. Dari kolom destilasi dilewatkan ke dalam kondensor untuk menghasilkan gliserin sebanyak 85% gliserin, selanjutnya dipekatkan kembali dalam evaporator dan dimurnikan kembali ke dalam kolom destilasi hingga didapat gliserin dengan tingkat kemurnian sebanyak 98% dan yield sebesar 90%.

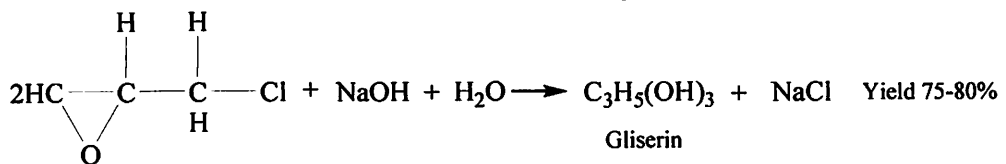
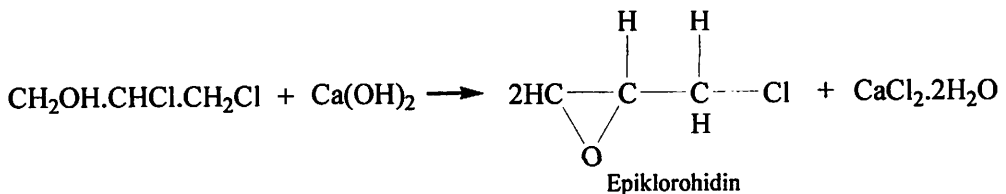
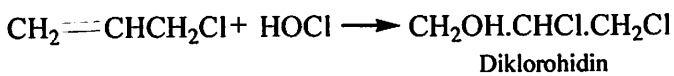
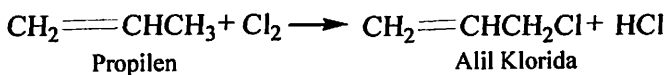
2.1.2 Pembuatan gliserin dari propilen via alil klorida

Blok diagram:



Gambar 2. 2. Pembuatan gliserin dari propilen via alil klorida

Reaksi:



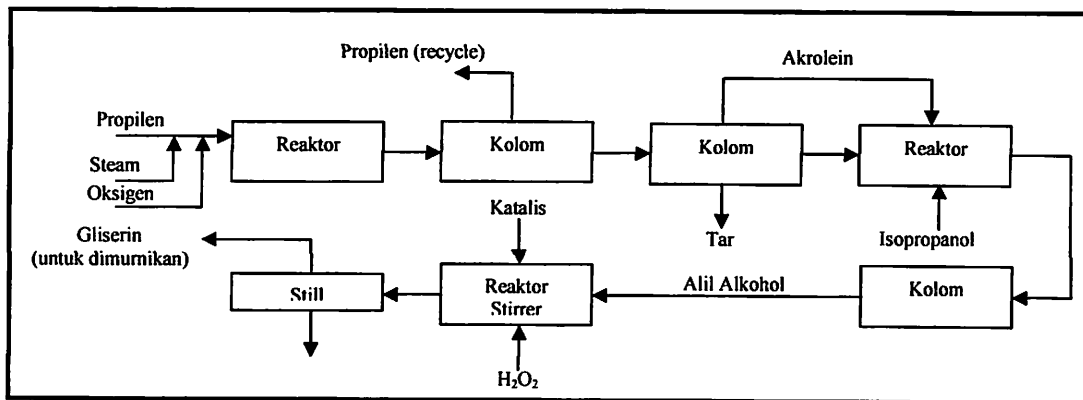
Gas propilen kering dilewatkan pada preheater dengan temperatur 400°C dan dicampur klorin dengan perbandingan mol 4:1 dalam *mixing jet* pada tekanan 60 psi dan temperatur 20°C. Campuran uap kemudian dimasukkan kedalam reaktor dengan suhu 400-500°C. Reaktor harus tetap dijaga pada suhu tersebut, karena reaksi yang terjadi ialah reaksi eksodermis dengan tekanan 15 psig.

Campuran yang keluar dari reaktor didinginkan dalam *cooler* dan dilanjutkan pada kolom fraksinasi. Dari kolom fraksinasi didapat hasil berupa alil klorida yang kemudian direaksikan dengan asam hipoklorida yang menghasilkan diklorohidrin. Lalu diklorohidrin direaksikan kembali dengan soda milk epiklorohidrin. Campuran produk epiklorohidrin dipisahkan dalam kolom destilasi untuk mendapatkan konsentrasi 98% (murni).

Gliserin adalah produk dari epiklorohidrin yang dihidrolisa dengan soda kaustik 10% dalam reaktor *stirrer*. Dalam waktu 30 menit dan temperatur 150°C gliserin akan terbentuk. Untuk memurnikan gliserin, maka digunakan eaporator dan destilasi.

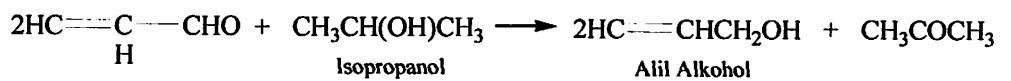
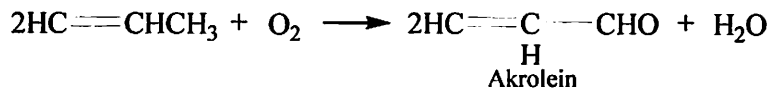
2.1.3 Pembuatan gliserin dari propilen via akrolein

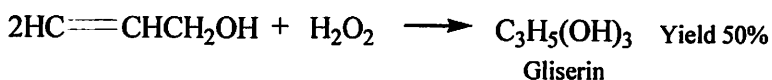
Blok digram:



Gambar 2.3. Pembuatan gliserin dari propilen via alil akrolein

Reaksi:





Propilen dioksidasi pada fase uap untuk mendapatkan akrolein. Akrolein kemudian direaksikan dengan isopropil alkohol dan aseton. Katalis yang digunakan pada reaksi oksidasi ialah hidrogen peroksida.

Propilen dan steam dicampur dengan oksigen lalu direaksikan didalam reaktor. Kondisi operasi ialah pada tekanan 2 atm dan suhu 350°C. Kemudian terbentuklah akrolein. Katalis magnesia dan seng oksida digunakan dalam reaksi oksidasi antara akrolein dengan dengan isopropanol dalam fase uap. Reaksi terjadi pada suhu 400°C dan menghasilkan alil alkohol dan aseton.

Alil alkohol kemudian direaksikan dengan 2dua molar larutan hidrogen peroksida pada temperatur 60-70°C selama dua jam. Untuk memurnikan gliserin yang dihasilkan digunakan destilasi dan katalis yang terbawa *directcycle*.

Pemilihan Proses

Dari ketiga proses di atas digunakan beberapa pertimbangan yang meliputi aspek proses, operasi dan ekonomi. Perbandingan proses pembuatan gliserin dari masing-masing proses:

Tabel 2.1. Pemilihan proses

Parameter	Proses pembuatan gliserin		
	Dari Spent soap lye	Dari propilen via alil klorida	Dari propilen via akrolein
1. Bahan baku	Spent soap lye	Propilen via alil klorida	Propilen via akrolein
2. Aspek teknis			
- Temperatur	50°C	150°C	60-70 °C
- Tekanan	0,1053 atm	15 atm	2 atm
- Yield	90%	75-80%	50%
- Konversi	±98%	±98%	±80-90%
3. Aspek ekonomi			
- Investasi	Rendah	Tinggi	Tinggi

Dalam perencanaan pabrik gliserin ini dipilih proses pembuatan gliserin dari spent soap lye, hal ini dikarenakan:

1. Bahan baku mudah didapat.
2. Yield dan konversi yang dihasilkan lebih tinggi.
3. Operasi berlangsung pada tekanan dan suhu yang rendah, sehingga biaya produksi murah.

2.2. Uraian Proses

Uraian pembuatan proses gliserin dari spent soap lye dibagi menjadi 5 tahap, yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku

a. Spent soap lye

Spent soap lye yang berasal dari pabrik sabun, diangkut menggunakan truk menuju tangki spent soap lye (F-111).

b. Aluminium sulfat [$Al_2(SO_4)_3$]

Aluminium sulfat yang dibeli dari pabrik aluminium sulfat diangkut dengan menggunakan truk tangki dan disimpan dalam bin aluminium sulfat (F-115).

c. Asam klorida (HCl)

Asam klorida yang dibeli dari pabrik asam klorida diangkut dengan menggunakan truk tangki dan disimpan dalam bin asam klorida. HCl yang digunakan ialah HCl 32% (F-113).

d. Ferriklorida ($FeCl_3$)

Ferriklorida yang dibeli dari pabrik ferriklorida diangkut dengan menggunakan truk tangki dan disimpan dalam bin ferriklorida (F-114).

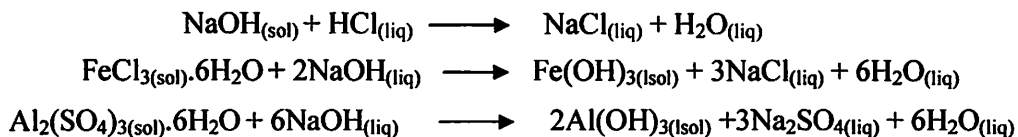
e. NaOH

Natrium hidroksida yang dibeli dari pabrik natrium hidroksida diangkut dengan menggunakan truk tangki dan disimpan dalam bin natrium hidroksida (F-121).

Spent soap lye yang sudah disimpan dalam tangki dialirkan menuju reaktor (R-110) dengan bantuan pompa (L-112). $Al_2(SO_4)_3$ (F-115), HCl (F-113) dan $FeCl_3$ (F-114) dipersiapkan untuk menuju reaktor (R-110).

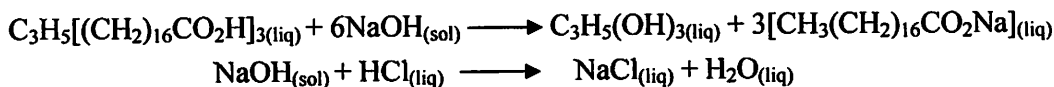
2. Tahap reaksi

Spent soap lye dari tangki penampung (F-111) dan HCl dari bin penyimpanan (F-113) dialirkan kedalam reaktor (R-110) yang alirannya diatur oleh *flow controller* (FC). Sedangkan FeCl₃ dan Al₂(SO₄)₃ dialirkan menuju reaktor (R-110) diatur dengan *weight controller* (WC). Sehingga terjadi reaksi berikut pada reaktor (R-110):



Pada reaktor (R-110) dipasang *temperature controller* (TC) untuk mengatur suhu agar tetap berada pada 50°C. Hasil dari reaktor (R-110) dialirkan menggunakan pompa (L-116) menuju *thickener* (H-117) untuk memisahkan antara larutan dan endapannya.

Setelah dipisahkan dari endapannya, larutan dipompa menuju reaktor (R-120). Pada reaktor (R-120) juga dialiri NaOH dari bin NaOH (F-121) dan *steam* dari pengolahan *steam*. NaOH digunakan untuk menghilangkan sisa-sisa asam dalam larutan. Pada reaktor (R-120) dipasang *temperature controller* (TC) untuk mengatur suhu agar tetap berada pada 60°C. Reaksi yang terjadi di reaktor (R-120) adalah sebagai berikut:



Larutan yang dihasilkan dari reaktor (R-120) dipompa (L-122) menuju *rotary vakum filter* (H-123).

3. Tahap pemurnian produk

Filtrat yang terbentuk dari *rotary vakum filter* (H-123) dipompa (L-124) menuju evaporator (V-130) yang sebelumnya telah dipanaskan oleh *heater* (E-125). Larutan masuk evaporator (V-130) pada suhu 150°C. Untuk menjaga suhu di evaporator badan I tetap 128,4745°C dan badan II tetap 144,7578°C digunakan *temperature controller* (TC).

Uap hasil evaporasi masuk ke *barometik condensor* (E-133) dengan bantuan jet ejector (G-134). Pada *barometik condensor* (E-133) dimasukkan air pendingin untuk menyerap uap hasil evaporasi tersebut yang kemudian dialirkan ke *cooling tower water return*.

Larutan yang dihasilkan dari evaporator (V-130) kemudian dipompa (L-132) menuju *centrifuge* (H-135) untuk memisahkan antara larutan dan kristal garam. Selanjutnya larutan dipompa (E-132) menuju heater (E-137) hingga suhu larutan 150°C. menuju kolom destilasi (D-140). Untuk hasil atas dari destilasi (D-140) yang berupa uap dikondensasikan ke dalam *condenser* (E-141) . uap yang diubah menjadi cairan ditampung sementara di dalam *accumulator* (F-143). Perbandingan aliran massa larutan refluks dan yang dialirkan dengan pompa (L-142) menuju *mixer* (M-150) diatur dengan *ratio controller* (RC).

Sedangkan hasil bawah dipompa (L-142) menuju *reboiler* (E-146) yang dilengkapi dengan *temperature controller* (TC) untuk menjaga suhu tetap konstan. Uap yang keluar dari *reboiler* (E-146) direfluks ke kolom destilasi (D-140) sedangkan larutannya dialirkan sebagai *waste*.

Dalam *mixer* (M-150) dialirkan karbon aktif untuk proses *bleaching*. Larutan yang keluar dari *mixer* (M-150) kemudian dipompa (L-151) menuju *rotary vakum filter* (H-152) untuk memisahkan antara larutan dan karbon aktif. Dari *rotary vakum filter* (H-152), larutan kemudian dipompa (L-153) menuju kolom destilasi (D-160) yang telah dipanaskan terlebih dahulu dengan *heater* (E-154). Kolom destilasi (D-160) dilengkapi dengan pompa vakum (G-164).

Untuk hasil atas dari destilasi (D-160) yang berupa uap dikondensasikan ke dalam *condenser* (E-161) uap yang diubah menjadi cairan ditampung sementara di dalam *accumulator* (F-162). Perbandingan aliran massa larutan refluks dan yang dialirkan dengan pompa (L-165). Untuk hasil atas dari destilasi (D-160) menuju *reboiler* (E-166) yang telah dialirkan steam pemanas. Untuk menjaga suhu reboiler tetap stabil, digunakan *temperature controller* (TC). Uap dari *reboiler* direfluks kedalam kolom destilasi (D-160) sedangkan larutannya dialirkan dengan pompa (L-167) menuju cooler (E-169).

4. Tahap penanganan produk

Hasil bawah destilasi (D-160) menghasilkan gliserin dengan konsentrasi sebesar 98% yang dipompa menuju *cooler* (E-169) hingga temperatur gliserin mencapai 28°C, selanjutnya hasil gliserin dari *cooler* (E-169) dimasukkan dalam tangki penampung (E-170) sebagai produk akhir yang siap dipasarkan.

BAB III

NERACA MASSA

Kapasitas pabrik = 50.000 ton/ tahun

Kapasitas produksi = $50000 \frac{\text{ton}}{\text{thn}} \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ ton}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$

= 6313,1313 kg/jam

Waktu operasi = 330 hari/ tahun, 24 jam/ hari

Satuan massa = kg/ jam

Basis perhitungan = 129.295,3966 kg/jam

1. REAKTOR

Neraca Massa

Komposisi bahan masuk (kg/jm)		Komposisi bahan keluar (kg/jm)	
a. Dari storage <i>spent soap lye</i>		Gliserin	6504,1621
Gliserin	6504,1621	NaCl	21889,5212
NaCl	19121,3198	H ₂ O	105289,0745
H ₂ O	100821,0614	tripalmitat	178,4657
Tripalmitat	178,4657	Sabun	764,8528
Sabun	764,8528	Impuritis	66,7216
NaOH	1892,7873	FeCl ₃	323,2385
Impuritis	12,7475	Al ₂ (SO ₄) ₃	64,6477
b. Dari bin FeCl ₃			
FeCl ₃	323,2385		
c. Dari bin alum			
Al ₂ (SO ₄) ₃	64,6477		
d. Dari bin HCl			
HCl	1727,1684		
H ₂ O	3616,2589		
Impuritis	53,9740		
Total	135080,6840	Total	135080,6840

2. THICKENER

Neraca Massa

Komposisi bahan masuk (kg/jm)		Komposisi bahan keluar (kg/jm)	
Gliserin	6504,1621	a. Sebagai Waste	
NaCl	21889,5212	Gliserin	130,0832
H ₂ O	105289,0745	NaCl	437,7904
tripalmitat	178,4657	H ₂ O	2105,7815
Sabun	764,8528	Tripalmitat	174,8963
Impuritis	66,7216	Sabun	749,5557
FeCl ₃	323,2385	Impuritis	65,3871
Al ₂ (SO ₄) ₃	64,6477	FeCl ₃	316,7737
		Al ₂ (SO ₄) ₃	63,3547
		b. Menuju ke reaktor II	
		Gliserin	6374,0788
		NaCl	21451,7308
		H ₂ O	103183,2931
		Tripalmitat	3,5693
		Sabun	15,2971
		Impuritis	1,3344
		FeCl ₃	6,4648
		Al ₂ (SO ₄) ₃	1,2930
Total	135080,6840	Total	135080,6840

3. REAKTOR

Neraca Massa

Komposisi bahan masuk (kg/jm)		Komposisi bahan keluar (kg/jm)	
Dari thickener			
NaOH	0,4783		
Gliserin	6374,0788	Gliserin	6374
NaCl	21451,7308	NaCl	21451
H ₂ O	103183,2931	H ₂ O	103183
Tripalmitat	3,5693	sisa Tripalmitat	0
Sabun	15,2971	Sabun	18
Impuritis	1,3344	Impuritis	1
FeCl ₃	6,4648	FeCl ₃	6
Al ₂ (SO ₄) ₃	1,2930	Al ₂ (SO ₄) ₃	1
Total	131037,5395	Total	131037,5395

4. ROTARY VAKUM FILTER

Neraca Massa

Komposisi bahan masuk (kg/jm)		Komposisi bahan keluar (kg/jm)	
Dari reaktor II		Filtrat	Cake
Gliserin	6374,4455	6374,4455	-
NaCl	21451,7308	21451,4728	0,2580
H ₂ O	103183,2931	103183,2931	-
sisa Tripalmitat	0,3569	-	0,3569
Sabun	18,6210	-	18,6210
Impuritis	1,3344	-	1,3344
FeCl ₃	6,4648	-	6,4648
Al ₂ (SO ₄) ₃	1,2930	-	1,2930
Air pencuci	26207,5079	26206,2767	1,2311
		157215,4881	29,5593
Total	157245,0474	157245,0474	

5. DOUBLE EFFECT EVAPORATOR

Neraca Massa

Komposisi bahan masuk (kg/jm)		Komposisi bahan keluar (kg/jm)	
a. Dari Rorary vakum filter		a. Menuju centrifuge	
Gliserin	6374,4455	Gliserin	6374,4455
NaCl	21451,4728	H ₂ O	1159,4133
H ₂ O	129389,5698	NaCl (liq)	445,2147
		NaCl (sol)	21006,2581
		b. Sebagai vapor kondensat	
		H ₂ O	64115,0783
		c. Ke barometrik kondensor	
		H ₂ O	64115,0783
TOTAL	157215,4881	TOTAL	157215,4881

6. CENTRIFUGE

Neraca Panas

Komposisi bahan masuk (kg/jm)		Komposisi bahan keluar (kg/jm)	
Dari Double effect evaporator		a. Menuju destilasi	
Gliserin	6374,4455	Gliserin	6246,9566
H ₂ O	1159,4133	H ₂ O	1136,2250
NaCl _(liq)	445,2147	NaCl _(liq)	436,3104
NaCl _(sol)	21006,2581	b. Sebagai waste	
		Gliserin	127,4889
		H ₂ O	23,1883
		NaCl _(liq)	8,9043
		NaCl _(kristal)	21006,2581
Total	28985,3315	Total	28985,3315

7. DESTILASI

Neraca Massa

Komposisi bahan masuk (kg/jm)		Komposisi bahan keluar (kg/jm)	
a. Menuju destilasi		a. Sebagai destilat	
Gliserin	6246.9566	Gliserin	6237.3274
H ₂ O	1136.2250	H ₂ O	1100.7048
NaCl _(liq)	436.3104	b. Sebagai Bottom	
		Gliserin	9.6292
		H ₂ O	35.5202
		NaCl	436.3104
TOTAL	7819.4920	TOTAL	7819.4920

8. MIXER

Neraca Massa

Komposisi bahan masuk (kg/jm)		Komposisi bahan keluar (kg/jm)	
Dari destilat			
Gliserin	6237,3274	Gliserin	6237,3274
H ₂ O	1100,7048	H ₂ O	1100,7048
Karbon Aktif	29,3853	Karbon Aktif	29,3853
Total	7367,4176	Total	7367,4176

9. ROTARY VAKUM FILTER

Neraca Massa

Komposisi bahan masuk (kg/jm)		Komposisi bahan keluar (kg/jm)	
Dari mixer		Filtrat	Cake
Gliserin	6237,3274	6236,7779	0,5495
H ₂ O	1100,7048	1100,6079	0,0970
Karbon Aktif	29,3853	-	29,3853
Air pencuci	1473,4835	1471,1915	2,2921
		8808,5772	32,3238
Total	8840,9011	8840,9011	

10. DESTILASI

Neraca Massa

Komposisi bahan masuk (kg/jm)		Komposisi bahan keluar (kg/jm)	
Dari Rotary Vakum Filter II		a. Sebagai destilat	
Gliserin	6236,7779	Gliserin	49,9089
H ₂ O	2571,7993	H ₂ O	2445,5367
		b. Sebagai Bottom	
		Gliserin	6186,8690
		H ₂ O	126,2626
Total	8808,5772	Total	8808,5772

BAB IV

NERACA PANAS

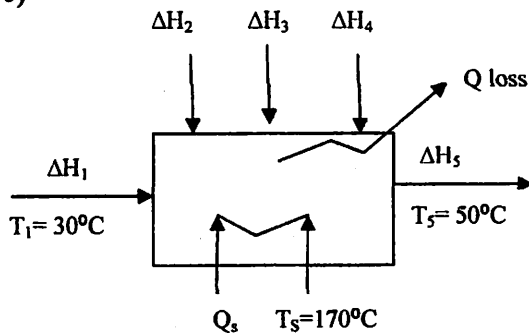
Kapasitas = 50.000 ton/tahun

Waktu operasi = 330 hari/tahun

Suhu referensi = 25°C

Satuan = kkal/jam

1. REAKTOR (R-110)



Neraca panas total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q = \Delta H_R + \Delta H_5 + Q_{\text{loss}}$$

Di mana:

ΔH_1 : panas yang terkandung pada reaktan spent soap lye masuk

ΔH_2 : panas yang terkandung pada reaktan FeCl_3 masuk

ΔH_3 : panas yang terkandung pada reaktan Al_2SO_4 masuk

ΔH_4 : panas yang terkandung pada reaktan HCl masuk

ΔH_5 : panas yang terkandung pada produk yang keluar

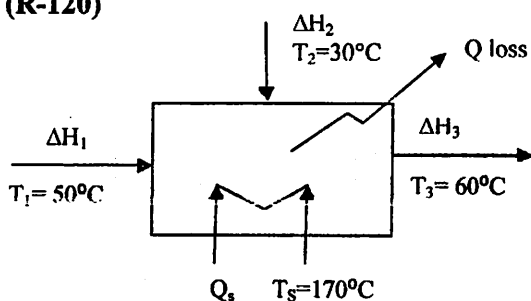
ΔH_R : panas reaksi dalam reaktor

Q_s : panas steam yang dibutuhkan

Q_{loss} : panas yang hilang

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	1442980,2178	ΔH_5	34897728,8710
ΔH_2	312,7139	ΔH_R	25595620,5087
ΔH_3	636,6120	Qloss	3183860,4937
ΔH_4	21030,0235		
Qs	62212250,3062		
Total	63677209,8734	Total	63677209,8734

2. REAKTOR (R-120)



Neraca panas total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + Q = \Delta H_R + \Delta H_3 + Q_{\text{loss}}$$

Di mana:

ΔH_1 : panas yang terkandung pada reaktan spent soap lye masuk

ΔH_2 : panas yang terkandung pada reaktan FeCl_3 masuk

ΔH_3 : panas yang terkandung pada produk yang keluar

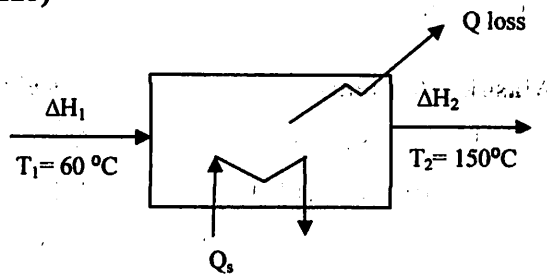
ΔH_R : panas reaksi dalam reaktor

Q_s : panas steam yang dibutuhkan

Q_{loss} : panas yang hilang

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	34169100,2370	ΔH_3	66969010,8145
ΔH_2	0,8582	ΔH_R	32798607,0560
Qs	70849444,0316	Qloss	5250927,2563
Total	105018545,1268	Total	105018545,1268

3. HEATER (E-125)



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

Dimana :

ΔH_1 : panas yang terkandung pada feed yang masuk

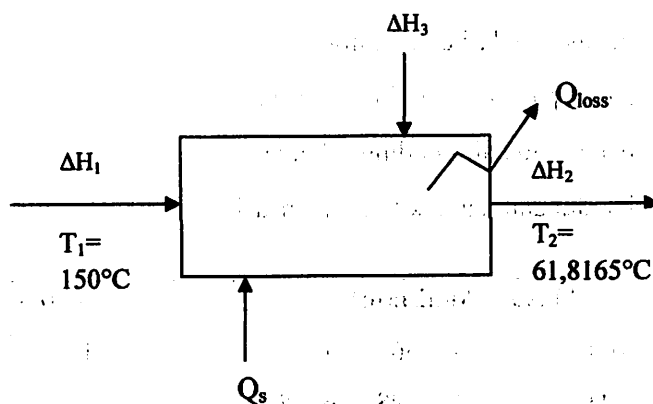
ΔH_2 : panas yang terkandung pada produk yang keluar

Q_s : steam untuk memanaskan bahan

Q_{loss} : panas yang hilang

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	66969010,81	ΔH_2	1072497444
Q_s	1061975668	Q_{loss}	56447233,92
Total	1128944678	Total	1128944678

4. DOUBLE EFFECT EVAPORATOR (V-130)



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

Dimana :

ΔH_1 : panas bahan yang masuk evaporator

ΔH_2 : panas bahan yang keluar dari evaporator

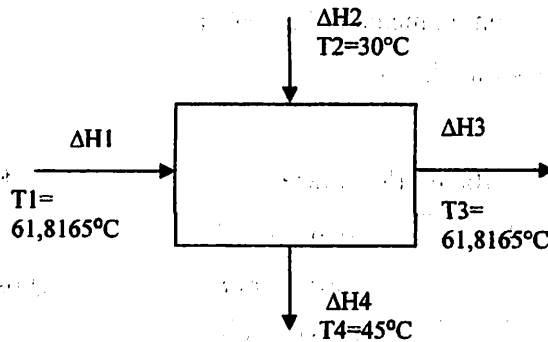
ΔH_3 : panas bahan yang keluar evaporator

Qs : steam untuk memanaskan bahan

Qloss : panas yang hilang

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	40088296,3361	ΔH_2	41566245,4626
Qs	10220125,1301	ΔH_3	828222,6873
		Qloss	30214,0001
		Kondensat	7883739,3161
Total	50308421,4662	Total	105018545,1268

5. BAROMETRIK KONDENSOR (F-133)



Neraca panas total : $\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4$

Dimana :

ΔH_1 : panas uap dari evaporator

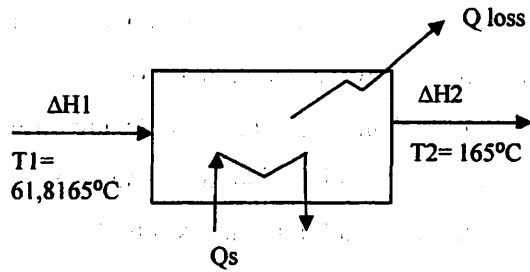
ΔH_2 : panas pada air pendingin masuk

ΔH_3 : panas pada air pendingin keluar

ΔH_4 : kandungan uap tak terkondensasi

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	41566245,4626	ΔH_3	4156624,5463
ΔH_2	12469873,6388	ΔH_4	49879494,5551
Total	54036119,1014	Total	54036119,1014

6. HEATER (E-137)



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

Dimana :

ΔH_1 = panas yang terkandung pada feed yang masuk

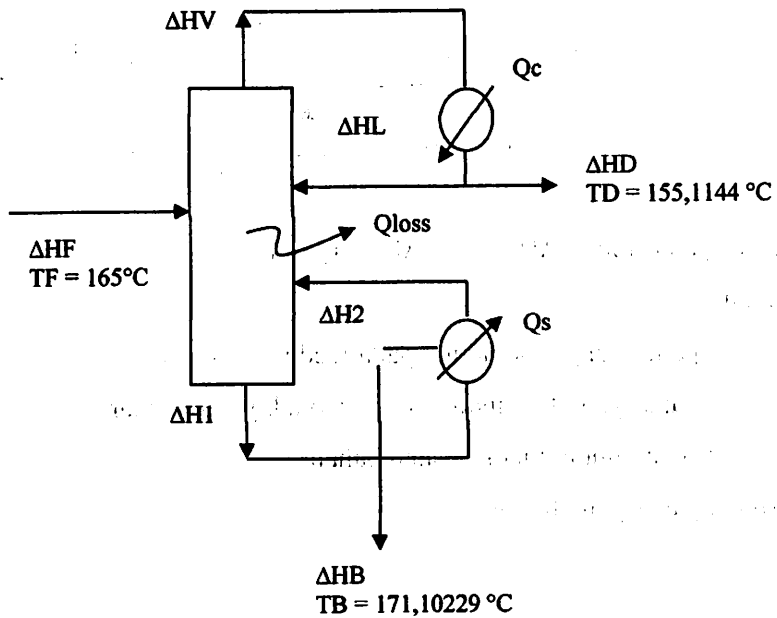
ΔH_2 = panas yang terkandung pada produk yang keluar

Q = steam untuk memanaskan bahan

Q_{loss} = panas yang hilang

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	4156624,5463	ΔH_2	7573688,2319
Q_s	3815678,856	Q_{loss}	398615,1701
Total	7972303,4020	Total	7972303,4020

7. DESTILASI (D-140)



Dimana :

ΔH_F : panas yang dibawa feed masuk kolom destilasi

ΔH_V : panas yang terbawa uap ke kondensor

ΔH_L : panas yang terkandung dalam liquid yang direfluks

ΔH_D : panas yang terbawa liquid keluar kondensor

ΔH_1 : panas yang terbawa liquid masuk reboiler

ΔH_2 : panas yang terkandung dalam uap yang direfluks

ΔH_B : panas yang terbawa produk bottom keluar dari reboiler

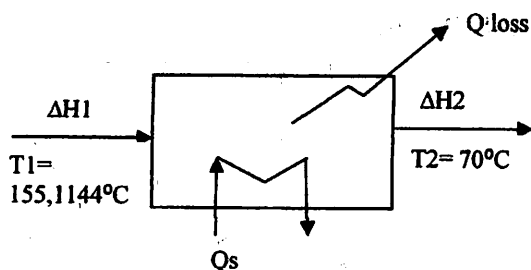
Q_C : panas yang diserap air pendingin

Q_R : panas yang diberikan steam

Q_{loss} : panas yang hilang

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	7573688,2319	ΔH_4	53714876,3789
Q_r	228398487,8117	ΔH_7	17548353,8932
		Q_c	163483454,1982
		Q_{loss}	1225491,5734
Total	235972176,0436	Total	235972176,0436

8. HEATER (E-154)



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

Dimana :

ΔH_1 : panas yang terkandung pada feed yang masuk

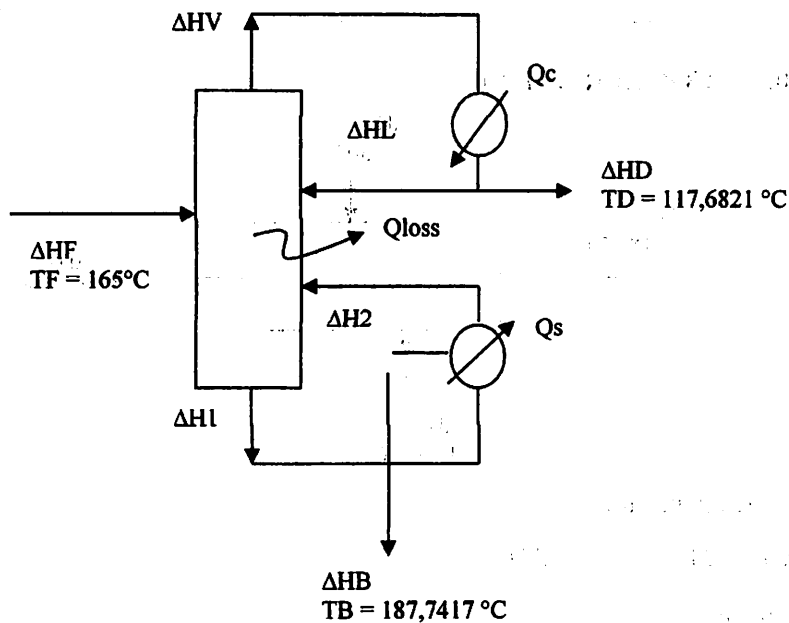
ΔH_2 : panas yang terkandung pada produk yang keluar

Q : steam untuk memanaskan bahan

Q_{loss} : panas yang hilang

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	9027375,23	ΔH_2	26185104,16
Qs	18535892,31	Qloss	1378163,377
Total	27563267,54	Total	27563267,54

9. DESTILASI (D-160)

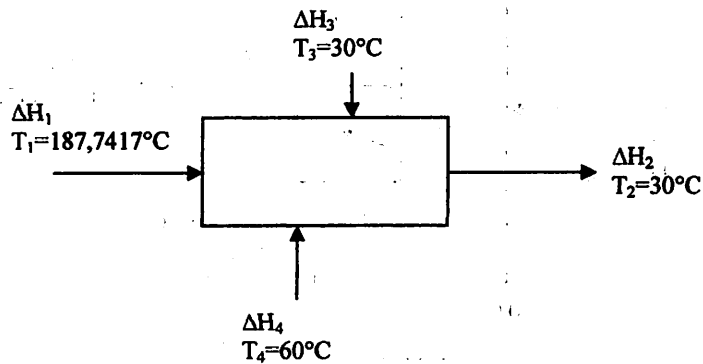


Dimana :

- ΔH_F : panas yang dibawa feed masuk kolom destilasi
- ΔH_V : panas yang terbawa uap ke kondensor
- ΔH_L : panas yang terkandung dalam liquid yang direfluks
- ΔH_D : panas yang terbawa liquid keluar kondensor
- ΔH_1 : panas yang terbawa liquid masuk reboiler
- ΔH_2 : panas yang terkandung dalam uap yang direfluks
- ΔH_B : panas yang terbawa produk bottom keluar dari reboiler
- Q_C : panas yang diserap air pendingin
- Q_R : panas yang diberikan steam
- Q_{loss} : panas yang hilang

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	26185104,1633	ΔH_4	10645975,7595
Q_r	129288506,5930	ΔH_7	7030346,2957
		Q_c	136452362,5791
		Q_{loss}	1344962,1220
Total	155473610,7563	Total	155473610,7563

10. COOLER (E-169)



Neraca panas total :

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

dimana :

ΔH_1 : panas yang terkandung bahan masuk

ΔH_2 : panas yang terkandung bahan keluar

ΔH_3 : panas dari air pendingin masuk

ΔH_4 : panas dari air pendingin keluar

Masuk (Kkal/jam)	Keluar (Kkal/jam)
$\Delta H_1 = 7030346,296$	$\Delta H_2 = 19465,01667$
$\Delta H_3 = 1168480,213$	$\Delta H_4 = 8179361,492$
Total = 8198826,509	Total = 8198826,509

BAB V

SPESIFIKASI ALAT

No	Nama	Kode	Type	Dimensi	Bahan	Jumlah
1	Tangki penampung Spent Soap Lye	F-111	Fixed roof	Tha = ¼ in; Ha = 69,1738 in; Ts = 3/16 in; Di = 239,6250 in; Do = 240 in; Ls = 428,6113 in;	Carbon steel SA-53	1
2	Bin HCl	F-113	Silinder tegak dengan tutup bawah conical 120°C	Thb = 3/16 in; Hb = 55,3174 in; Ts = 3/16 in; Di = 191,625 in; Do = 192 in; Ls = 428,6113 in;	High Alloy Steel SA-167 grade 3 type 304	1
3	Bin FeCl ₃	F-114	Silinder tegak dengan tutup bawah conical 120°C	Thb = 3/16 in; Hb = 29,3366 in; Ts = 3/16 in; Di = 101,625 in; Do = 102 in; Ls = 181,7741 in;	Carbon steel SA-53	1
4	Bin Al ₂ (SO ₄) ₃	F-115	Silinder tegak dengan tutup bawah conical 120°C	Thb = 3/16 in; Hb = 13,7482 in; Ts = 3/16 in; Di = 41,6250 in; Do = 48 in; Ls = 85,1857 in;	Carbon steel SA-53	1
5	Bin NaOH	F-121	Silinder tegak dengan tutup bawah conical 120°C	Thb = 3/16 in; Hb = 3,3558 in; Ts = 3/16 in; Di = 11,6250 in; Do = 12 in; Ls = 20,7933 in;	High Alloy Steel SA-167 grade 3 type 304	1
6	Thickener	H-117	Silinder tegak	Thb = 0,1875 in; Ts = 3/16 in;	Carbon steel SA-53	1

7	Reaktor	R-120	Silinder tegak berpengaduk dengan tutup atas standar dished dan tutup bawah conical	Tha = 3/16 in; Ha = 20,3997 in; Thb = 3/16 in; Hb = 37,9970 in; Ts = 3/16 in; Di = 131,6250 in; Do = 132 in; Ls = 255,8342 in; Jenis pengaduk = aksial turbine Power motor = 22 Hp; Putaran = 90 rpm;	Carbon steel SA-53	1
8	Rotary vakum filter	H-123	Rotary drum vakum filter	D = 1 m; L = 1,2525 m; A = 3,9349 in ² ;	Carbon steel SA-53	1
9	Pompa	L-112	Centrifuge	Kapasitas= 565 gpm η pompa = 5 HP; η motor = 7 HP;	Commercial steel	2
10	Pompa	L-116	Centrifuge	Kapasitas= 268 gpm η pompa = 2 HP; η motor = 5 HP;	Commercial steel	2
11	Pompa	L-122	Centrifuge	Kapasitas= 573 gpm η pompa = 6 HP; η motor = 9 HP;	Commercial steel	2
12	Pompa	L-124	Centrifuge	Kapasitas= 687 gpm η pompa = 9 HP; η motor = 12 HP;	Commercial steel	2
13	Pompa	L-132	Centrifuge	Kapasitas= 127 gpm η pompa = 2 HP; η motor = 4 HP;	Commercial steel	2
14	Centrifuge	H-135	Screen bowl decanter	η motor = 21 HP	Carbon steel SA-53	1
15	Jet Ejektor	G-134	Menggunakan steam	Wa = 31,4152	Carbon steel SA-53	1
16	Pompa	L-137	Centrifuge	Kapasitas= 34 gpm η pompa = 1 HP; η motor = 2 HP;	Commercial steel	2
17	Distilasi	D-140	Sieve tray	Tray = 17 Di = 83,5 in.	Carbon steel SA-53	1

				Do = 84 in; ts = 4/16 in; ha = 14,2 in; tha = 5/16.		
18	Akumulator	F-143	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standart dished	Tha/b = 4/16 in; Ha/b = 11,4016 in; Ts = 3/16 in; Tinggi tangki = 126,8707 in; Di = 77,6250 in; Do = 78 in; Tinggi silinder = 104,0675 in;	Carbon steel SA-53	1
19	Reboiler	E-146	Shell and tube heat exchanger	Shell: IDS = 17 1/4; Bs = 12 in; ΔP keten = 10 psi; ΔP perhit = 3 psi; Tube: Jumlah tube = 158; Pt = 12 in; Panjang = 144 ft; Do = 3/4 in; BWG = 16; ΔP keten = 2 psi; ΔP perhit = 1 psi;	Carbon steel SA-53	1
20	Pompa	L-142	Centrifuge	Kapasitas = 26 gpm η pompa = 3 HP; η motor = 3 HP;	Commercial steel	1
21	Pompa	L-144	Centrifuge	Kapasitas = 27 gpm η pompa = 1 HP; η motor = 2 HP;	Commercial steel	1
22	Mixer	F-113	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standart dished	Silinder: Tinggi silinder = 106,2954 in; Tha/b = 4/16 in; Ha/b = 10,3766 in; Di = 71,6250 in; Do = 72 in; H = 127,0486 in Pengaduk: Power = 3 HP; Putaran = 90 rpm	Silinder: Carbon steel SA-53 Pengaduk: Axial turbine pada blade 45° angle	1

23	Rotary vakum filter	H-152	Rotary drum vakum filter	D = 12 in; L = 5,6787 in; A = 35,6622 ft ² ;	Carbon steel SA-53	1
24	Pompa	L-154	Centrifuge	Kapasitas= 32 gpm η pompa = 2 HP; η motor = 2 HP;	Commercial steel	1
25	Destilasi	D-160	Sieve tray	Tray = 17 Di = 83,5 in; Do = 84 in; ts = 4/16 in; ha = 14,2 in; tha = 7/16	Carbon steel SA-53	1
26	Akumulator	F-162	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standart dished	Tha/b = 3/16 in; Ha/b = 12 in; Ts = 2/16 in; Tinggi tangki = 132 in; Di = 53,75 in; Do = 54 in; Tinggi silinder = 74,6587 in;	Carbon steel SA-53	1
27	Pompa	L-163	Centrifuge	Kapasitas= 26 gpm η pompa = 3 HP; η motor = 3 HP;	Commercial steel	1
28	Pompa	L-165	Centrifuge	Kapasitas= 27 gpm η pompa = 3 HP; η motor = 4 HP;	Commercial steel	1
29	Pompa	L-167	Centrifuge	Kapasitas= 23 gpm η pompa = 2 HP; η motor = 2 HP;	Commercial steel	1
30	Cooler	E-169	Double pipe heat exchanger	DPHE = 2 1/2 x 1 1/2" IPS sch 40 Bagian annulus : $a_{an} = 2,63 \text{ in}^2$; $d_e = 2,02 \text{ in}^2$; $d_e' = 0,81 \text{ in}^2$ Bagian pipa : $a_p = 1,5 \text{ in}^2$; $d_i = 2,88 \text{ in}^2$; $d_o = 2,469 \text{ in}^2$; $a'' = 0,735 \text{ ft}^2/\text{ft}$	Carbon steel SA-53	1

31	Tangki penampung produk	E-170	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dish dan tutup bawah plate	do = 132 in ; di = 130,1260 in ; tha = 2/16 in ; ha = 19,6255 in ; H = 214,9123 in ;	Carbon steel SA-53	10
----	-------------------------	-------	---	--	-----------------------	----

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

- Nama alat : Reaktor
Kode : R- 110
Fungsi : Untuk menetralkan larutan dengan mereaksikan Natrium Hidroksida (NaOH) dengan Asam Klorida (HCl)
Jumlah : 1 buah
Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dishead dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120°
Perlengkapan : Pengaduk dan coil pemanas
Kondisi operasi : - Temperatur : 50° C
- Tekanan : 1 atm = 14,7 psia
- Waktu operasi : 1 jam
- Fase : liquid-liquid
- Densitas : 74,5272 lb/ft³

Direncanakan:

- Bahan konstruksi : SA-35 Carbon Steel
 $f = 9000$ (Brownell & Young, App. D-1 hal. 335)
- Jenis pengelasan : Double welded butt joint.
 $E = 0,8$ (Brownell & Young, tabel 13.2 hal. 254)
- Faktor korosi (C) : 1/16
- Bahan masuk : 135080,6784 kg/jam = 297798,8636 lb/jam

6.1. Rancangan Dimensi Reaktor

A. Menentukan volume reaktor

Bahan masuk : 135080,6784 kg/jam = 297798,8636 lb/jam

ρ campuran : 74,5272 lb/ft³

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik} &= \frac{\text{massa bahan masuk}}{\rho \text{ campuran}} \\ &= \frac{297798,8636 \text{ lb/jam}}{74,5272 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 3995,8399 \text{ ft}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{Volume liquid} = 3995,8399 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam} = 1331,9466 \text{ ft}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Volume ruang kosong} &= 20\% \times 3995,8399 \text{ ft}^3 \\ &= 266,3893 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume coil dan pengaduk} &= 10\% \times 266,168 \text{ ft}^3 \\ &= 26,6389 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi volume total} &= V \text{ liquid} + V \text{ ruang kosong} + V \text{ coil dan pengaduk} \\ &= 1331,9466 \text{ ft}^3 + 266,3893 \text{ ft}^3 + 26,6389 \text{ ft}^3 \\ &= 1624,9749 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

B. Menentukan dimensi vessel

1. Menghitung diameter vessel

Diasumsikan : $l_s = 1,5 \text{ di}$

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

$$\text{Volume total} = \frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tag } 1/2 \alpha} + \frac{\pi \cdot di^2}{4} \cdot l_s + 0,0847 \text{ di}^3$$

$$1624,9749 \text{ ft}^3 = \frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tag } (60)} + \frac{\pi \cdot di^2}{4} \times 1,5 \text{ di} + 0,0847 \text{ di}^3$$

$$1624,9749 \text{ ft}^3 = 0,0756 \text{ di}^3 + 1,1781 \text{ di}^3 + 0,0847 \text{ di}^3$$

$$1624,9749 \text{ ft}^3 = 1,3384 \text{ di}^3$$

$$di^3 = 1214,1175$$

$$di = 10,6681 \text{ ft}$$

$$= 128,0172 \text{ in}$$

2. Menghitung volume liquid dalam shell

V liquid dalam shell = V liquid - V tutup bawah

$$= 1331,9466 \text{ ft}^3 - \frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tag } 1/2 \alpha} \text{ ft}^3$$

$$= 1331,9466 \text{ ft}^3 - \frac{\pi \cdot (15,2202)^3}{24 \cdot \text{tag } (60)} \text{ ft}^3$$

$$= 1331,9466 \text{ ft}^3 - 91,7569 \text{ ft}^3$$

$$= 1240,1897 \text{ ft}^3$$

3. Menghitung tinggi liquid dalam shell

$$\begin{aligned} \text{Tinggi liquid dalam shel} &= \frac{V \text{ liquid dalam shell}}{\pi/4 \times d_i^2} \\ &= \frac{1240,1897}{\pi/4 \times (10,6681)^2} \\ &= 13,8747 \quad \text{ft} \end{aligned}$$

4. Menentukan P design (Pi)

$$\begin{aligned} P \text{ design} &= P \text{ operasi} + P \text{ hidrostatik} \\ &= 14,7 + \frac{\rho \times (H-1)}{144} - 14,7 \\ &= 14,7 + \frac{74,5272 \times (13,8747-1)}{144} - 14,7 \\ &= 14,7 + 6,6633 - 14,7 \\ &= 6,6633 \text{ psig} \end{aligned}$$

5. Menentukan tebal silinder (ts)

$$\begin{aligned} t_s &= \frac{P_i \times d_i}{2(f \cdot E - 0,6P_i)} + C \\ &= \frac{6,633 \times 128,0172}{2(9000 \times 0,8 - 0,6 \times 6,633)} + \frac{1}{16} \\ &= 0,1218 \times \frac{16}{16} \approx \frac{3}{16} \end{aligned}$$

standardisasi do

$$\begin{aligned} \text{do baru} &= d_i \text{ lama} + 2t_s \\ &= 128,0172 + 2(3/16) \\ &= 128,3922 \text{ in} \approx 132 \text{ in (Brownell \& Young tabel 5-7, hal 91)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{di baru} &= \text{do baru} - 2t_s \\ &= 132 - 2(3/16) \\ &= 131,6250 \text{ in} \\ &= 10,9688 \text{ ft} \end{aligned}$$

cek hubungan antara ls dengan di:

$$\begin{aligned} l_s &= 1,5d_i \\ &= 1,5 \times 155,6250 \\ &= 197,4375 \text{ in} \end{aligned} \quad \frac{l_s}{d_i} = \frac{197,4375}{131,6250} = 1,5 \text{ (memenuhi)}$$

C. Menentukan dimensi tutup

1. Menentukan tebal dan tinggi tutup atas berbentuk standar dished

a. Tebal tutup atas (tha)

$$- r = 130 \quad (\text{Brownell \& Young tabel 5-7, hal 91})$$

$$- icr = 9/16 \quad (\text{Brownell \& Young tabel 5-6, hal 88})$$

$$- sf = 2 \quad (\text{Brownell \& Young tabel 5-6, hal 88})$$

Dari Brownell dan Young, persamaan 13.12 hal 258:

$$\begin{aligned} tha &= \frac{0,885 \times \text{Pi} \cdot di}{f \cdot E - 0,1\text{Pi}} + C \\ &= \frac{0,885 \times 6,633 \times 131,6250}{9000 \times 0,8 - 0,1 \times 6,6633} + \frac{1}{16} \\ &= 0,1703 \times \frac{16}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

b. Tinggi tutup atas (ha)

$$a = di/2 = (191,6250/2) = 65,8125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = (65,8125 - (9/16)) = 65,25 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = (130 - (9/16)) = 129,4375 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = \sqrt{(129,4375)^2 - (65,25)^2} = 111,7878 \text{ in}$$

$$b = r - AC = (130 - 111,7878) = 18,2122 \text{ in}$$

$$ha = tha + b + sf$$

$$= 3/16 + 18,2122 + 2$$

$$= 20,3997 \text{ in}$$

2. Menentukan tebal dan tinggi tutup bawah berbentuk conis dengan $\alpha = 120^\circ$

a. Tebal tutup bawah (thb)

$$\begin{aligned} thb &= \frac{\text{Pi} \cdot De}{2(f \cdot E - 0,6\text{Pi}) \cos 1/2 \alpha} + C, \text{ di mana } de = di \\ &= \frac{6,6633 \times 131,6250}{2(9000 \times 0,8 - 0,6 \times 6,6633) \cos 60} + \frac{1}{16} \\ &= 0,1844 \times \frac{16}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

b. Tinggi tutup bawah (hb)

Dari Brownell & Young, tabel 5.6 hal 88, untuk $ts = 3/16 \text{ in}$, maka $sf = 1,5 - 2$ diambil harga $sf = 2 \text{ in}$.

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{1/2 \text{ di}}{\text{tag } 1/2 \alpha} \\
 &= \frac{1/2 (131,6250)}{\text{tag } 60} \\
 &= 37,9969 \text{ in} \\
 hb &= b + sf \\
 &= 37,9969 + 2 \\
 &= 39,9969 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, maka diperoleh dimensi reaktor sebagai berikut :

- do = 132 in
- di = 131,6250 in
- ls = 197,4375 in
- ts = 3/16 in
- tha = 3/16 in
- ha = 20,3997 in
- thb = 3/16 in
- hb = 39,9969 in
- tinggi reaktro = tinggi (tutup bawah + silinder + tutup atas)
 - = 39,9969 + 197,4375 + 20,3997
 - = 257,8341 in
 - = 21,4862 ft

6.2. Perhitungan Pengaduk

Perencanaan pengaduk:

- Jenis pengaduk : axial turbin 4 blades sudut 45o(G.G.Brown hal 507)
- Bahan impeller : SA-53 Carbon Steel
- Bahan poros pengaduk : Hot Roller SAE 1020
- Dari G. G. Brown hal 507, diperoleh data-data berikut :

$$Dt/Di = 2,4 - 3,0$$

$$Zi/Di = 0,75 - 1,3$$

$$Zl/Di = 2,7 - 3,9$$

$$W/Di = 0,17$$

di mana :

Dt = Diameter dalam dari silinder

Di = Diameter impeller

Zi = Tinggi impeller dari dasar tangki

Zl = Tinggi liquid dalam silinder

W = Lebar baffle (daun) impeller

a. Menentukan diameter impeller

$$Dt/Di = 3$$

$$\begin{aligned} Di &= Dt/3,0 \\ &= (131,6250)/3,0 \\ &= 43,8750 \text{ in} \\ &= 3,6563 \text{ ft} \end{aligned}$$

b. Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki

$$Zi/Di = 0,9$$

$$\begin{aligned} Zi &= 0,9 Di \\ &= 0,9 (43,8750) \\ &= 39,4875 \text{ in} \end{aligned}$$

c. Menentukan panjang impeller

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

$$\begin{aligned} L &= 1/4 Di \\ &= 1/4 \times 43,8750 \\ &= 10,9688 \text{ in} \end{aligned}$$

d. Menentukan lebar impeller

$$W/Di = 0,17$$

$$\begin{aligned} W &= 0,17 Di \\ &= 0,17 (\times 43,8750) \\ &= 7,4588 \text{ in} \end{aligned}$$

e. Menentukan tebal blade

$$J/Dt = 1/12$$

$$\begin{aligned} J &= Dt/12 \\ &= (131,6250/12) \\ &= 10,9688 \text{ in} \end{aligned}$$

f. Menentukan jumlah pengaduk

$$\begin{aligned} n &= \frac{H \text{ liquida}}{2 \times Di^2} \\ &= \frac{13,8747}{2 \times (3,6563)^2} \\ &= 0,5189 \approx 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

2. Perhitungan daya pengaduk

$$P = \frac{\Phi \rho \times \pi^2 n^3 D_i^5}{g_c} \quad (\text{Brown hal 106})$$

di dimana:

P = daya pengaduk

Φ = power number

ρ = densitas bahan = $74,8982 \text{ lb/ft}^3$

D_i = diameter impeller

$g_c = 32,2 \text{ lb.ft/dt}^2 \text{ lbf}$

n = putaran pengaduk, ditetapkan $n = 90 \text{ rpm} = 1,5 \text{ rps}$ (Perry edisi 6 hal 94-6)

M Menghitung bilangan Reynold (N_{Re})

$$N_{Re} = \frac{D_i^2 n \rho}{\mu}$$

dengan μ bahan = $0,0055 \text{ lb/ft.s}$

$$N_{Re} = \frac{(3,6563 \text{ ft})^2 \times 1,5 \times (74,8982 \text{ lb/ft}^3)}{0,0055 \text{ lb/ft.s}}$$

$$= 27176,0472$$

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

Dari G. G. Brown fig 4.77 hal. 507, diperoleh $\Phi \approx 0,7$

$$P = \frac{0,7 \times (74,8982 \text{ lb/ft}^3) \times 1,5^3 \times (3,6563 \text{ ft})^5}{32,2 \text{ lb.ft}^2 \text{ dt}^2 \text{ lbf}}$$

$$= 3572,8132 \text{ lb.ft/dt}$$

$$= 3572,8132 \times 0,7457$$

$$= 2664,4960 \text{ Hp}$$

K Kehilangan-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:

$$\begin{aligned}
 P \text{ yang dibutuhkan} &= (0,1 + 0,15) P + P \\
 &= (0,25) (38,4251 \text{ Hp}) + 38,4251 \text{ Hp} \\
 &= 8,1200 \quad \text{Hp} \approx 8 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

Jadi digunakan pengaduk dengan daya 8 Hp

• **Perhitungan poros pengaduk**

1. Diameter poros

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

di mana:

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

$$H = \text{daya motor pada poros} = 8 \text{ Hp}$$

$$N = \text{putaran pengaduk} = 90 \text{ rpm}$$

sehingga:

$$T = \frac{63025 \times 8}{90} = 5602,2222 \text{ lb.in}$$

Dari Hesse, tabel 16-1 hal. 457, untuk bahan Hot Rolled Steel SAE 1020, mengandung karbon = 20%, dengan batas = 36000 lb/in².

S = maksimum design shering stress yang diijinkan

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

Maka didapatkan diameter poros pengaduk (D):

$$\begin{aligned}
 D &= \left(\frac{16 \times T}{\pi \times S} \right)^{\frac{1}{3}} \\
 D &= \left(\frac{16 \times 5602,2222 \text{ lb.in}}{\pi \times 7200 \text{ lb/in}^2} \right)^{\frac{1}{3}}
 \end{aligned}$$

$$D = 1,5825 \text{ in}$$

2. Panjang poros

$$\text{Rumus : } L = h + l - Z_i$$

di mana:

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

$$Z_i = \text{jarak impeller dari dasar tangki} = 39,4875 \text{ in} = 3,2906 \text{ ft}$$

$$l = \text{panjang poros di atas bejana tangki} = 10,9688 \text{ in} = 0,9141 \text{ ft}$$

$$h = \text{tinggi silinder} + \text{tinggi tutup atas} = 197,4375 + 20,3997 \\ = 217,8372 \text{ in} = 18,1531 \text{ ft}$$

Jadi panjang poros pengaduk:

$$L = (217,8372 \text{ in} + 20,3997 \text{ in}) - 39,4875 \text{ in} \\ = 189,3185 \text{ in}$$

Kesimpulan dimensi pengaduk:

Type : axial turbin 4 blades sudut 45°

$$D_i : \text{diameter impeller} = 43,8750 \text{ in}$$

$$Z_i : \text{tinggi impeller dari dasar bejana} = 39,4875 \text{ in}$$

$$W : \text{lebar impeller} = 7,4588 \text{ in}$$

$$L : \text{panjang impeller} = 10,9688 \text{ in}$$

$$J : \text{tebal blades} = 10,9688 \text{ in}$$

$$n : \text{jumlah pengaduk} = 1 \text{ buah}$$

$$\text{Daya} = 8 \text{ Hp}$$

$$\text{Diameter poros} = 1,5825 \text{ in}$$

$$\text{Panjang poros} = 189,3185 \text{ in}$$

6.3. Perhitungan Nozzle

Perencanaan:

- Nozzle pada tutup atas standard dished
 - Nozzle untuk pemasukan feed *Spent Soap Lye*
 - Nozzle untuk pemasukan feed FeCl_3
 - Nozzle untuk pemasukan feed $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
 - Nozzle untuk pemasukan feed HCl
- Nozzle untuk silinder reaktor
 - Nozzle untuk pemasukan coil
 - Nozzle untuk pengeluaran coil
- Nozzle pada tutup bawah conical
 - Nozzle untuk pengeluaran produk
- Digunakan flange standard type Welding neck pada:
 - Nozzle untuk pemasukan feed *Spent Soap Lye*
 - Nozzle untuk pemasukan feed FeCl_3

- Nozzle untuk pemasukan feed $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- Nozzle untuk pemasukan feed HCl
- Nozzle untuk pemasukan coil
- Nozzle untuk pengeluaran coil
- Nozzle untuk pengeluaran produk

Dasar Perhitungan

a. Nozzle pemasukan feed Spent Soap Lye

$$\text{- Rate umpan masuk} = 129295,3912 \text{ kg/jam} = 285044,6194 \text{ lb/j}$$

$$\text{- Densitas umpan} = 74,8361 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}}$$

$$= \frac{285044,6194 \text{ lb/jam}}{74,8361 \text{ lb/ft}^3} = 3808,9170 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 1,0580 \text{ ft}^3/\text{dt}$$

$$\begin{aligned} \text{Di optimurn} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (1,0580)^{0,45} \cdot (74,8361)^{0,13} \\ &= 7,0101 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Kern hal. 844 dipilih pipa 8 in sch 80 dengan ukuran:

$$\text{OD} = 8,625 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 7,625 \text{ in}$$

$$\text{A} = 0,3171 \text{ ft}^2$$

b. Nozzle untuk pemasukan feed FeCl_3

$$\text{- Rate umpan masuk} = 323,2385 \text{ kg/jam} = 712,6115 \text{ lb/jam}$$

$$\text{- Densitas umpan} = 87,9014 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}}$$

$$= \frac{712,6115 \text{ lb/jam}}{87,90144 \text{ lb/ft}^3} = 8,1069 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0,0023 \text{ ft}^3/\text{dt}$$

$$\begin{aligned} \text{Di optimurn} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \quad (\text{Timmerhause, hal. 496}) \\ &= 3,9 \cdot (0,0023)^{0,45} \cdot (87,9014)^{0,13} \\ &= 0,4492 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Kern hal. 844 dipilih pipa 1/2 in sch 80 dengan ukuran:

$$\text{OD} = 0,84 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 0,546 \text{ in}$$

$$A = 0,00163 \text{ ft}^2$$

c. *Nozzle untuk pemasukan feed $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$*

$$\text{- Rate umpan masuk} = 64,6477 \text{ kg/jam} = 142,5223 \text{ lb/jam}$$

$$\text{- Densitas umpan} = 166,8130 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}}$$

$$= \frac{142,5223 \text{ lb/jam}}{166,8130 \text{ lb/ft}^3} = 0,8544 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0,000237 \text{ ft}^3/\text{dt}$$

$$\text{Di optimurr} = 3,9 (\text{Q})^{0,45} (\rho)^{0,13}$$

$$= 3,9 \cdot (0,000237)^{0,45} \cdot (166,8130)^{0,13}$$

$$= 0,1774 \text{ in}$$

Dari Kern hal. 844 dipilih pipa 1/2 in sch 80 dengan ukuran:

$$\text{OD} = 0,84 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 0,546 \text{ in}$$

$$A = 0,00163 \text{ ft}^2$$

d. *Nozzle untuk pemasukan feed HCl*

$$\text{- Rate umpan masuk} = 5397,4011 \text{ kg/jam} = 11899,1104 \text{ lb/jam}$$

$$\text{- Densitas umpan} = 65,2210 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}}$$

$$= \frac{11899,1104 \text{ lb/jam}}{65,2210 \text{ lb/ft}^3} = 182,4430 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0,0507 \text{ ft}^3/\text{dt}$$

$$\text{Di optimurr} = 3,9 (\text{Q})^{0,45} (\rho)^{0,13}$$

$$= 3,9 \cdot (0,0507)^{0,45} \cdot (65,2210)^{0,13}$$

$$= 1,7543 \text{ in}$$

Dari Kern hal. 844 dipilih pipa 2 in sch 80 dengan ukuran:

$$\text{OD} = 2,38 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 1,939 \text{ in}$$

$$A = 0,0205 \text{ ft}^2$$

e. *Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas*

- Rate steam masuk = 127005,2819 kg/jam = 279995,8446 lb/jam

- Densitas steam = 0,90966 gr/cm³ = 56,7901 lb/ft³

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate steam}}{\rho \text{ steam}} \\ &= \frac{279995,8446 \text{ lb/jam}}{56,7901 \text{ lb/ft}^3} = 4930,3659 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 1,3695 \text{ ft}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Di optimun} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (1,3695)^{0,45} \cdot (56,7901)^{0,13} \\ &= 7,5959 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Kern hal. 844 dipilih pipa 8 in sch 80 dengan ukuran:

OD = 8,625 in

ID = 7,625 in

A = 0,3171 ft²

f. *Nozzle untuk pengeluaran produk*

- Rate produk keluar = 135080,6784 kg/jam = 297798,8636 lb/j

- Densitas produk = 74,5272 lb/ft³

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate produk keluar}}{\rho \text{ produk}} \\ &= \frac{297798,8636 \text{ lb/jam}}{74,5272 \text{ lb/ft}^3} = 3995,8399 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 1,1100 \text{ ft}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Di optimun} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (1,1100)^{0,45} \cdot (74,5272)^{0,13} \\ &= 7,159 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Kern hal. 844 dipilih pipa 8 in sch 80 dengan ukuran:

OD = 8,625 in

ID = 7,625 in

A = 0,3171 ft²

g. *Nozzle untuk manhole*

Lubang manhole dibuat berdasar standar 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, didapat dimensi pipa:

Ukuran pipa nominal (NPS)	: 20 in
Diameter luar pipa	: 27 1/2 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 julukan (L)	: 5 11/16 in
Diameter dalam flange (B)	: 19,25 in
Jumlah lubang baut	: 20 buah
Diameter baut	: 1 1/8 in

Dari Brownell & Young tabel 12.2 hal. 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle, dipilih flange standar type welding neck dengan dimensi nozzle sebagai berikut :

- Nozzle A = Nozzle untuk pemasukan feed *Spent Soap Lye*
- Nozzle B = Nozzle untuk pemasukan feed FeCl_3
- Nozzle C = Nozzle untuk pemasukan feed $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- Nozzle D = Nozzle untuk pemasukan feed HCl
- Nozzle E = Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas
- Nozzle F = Nozzle untuk pengeluaran produk
- Nozzle G = 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 julukan, in
- B = Diameter dalam flange, in

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	8	13 1/2	1 1/8	10 5/8	9 11/16	8,63	4	7,98
B	1/2	3 1/2	7/16	1 3/8	1 1/6	0,84	1 7/8	0,62
C	1/2	3 1/2	7/16	1 3/8	1 1/6	0,84	1 7/8	0,62
D	2	6	3/4	3 5/8	3 1/16	2,38	2 1/2	2,07
E	8	13 1/2	1 1/8	10 5/8	9 11/16	8,63	4	7,98
F	8	13 1/2	1 1/8	10 5/8	9 11/16	8,63	4	7,98
G	20	27 1/2	1 11/16	23	22	20	5 11/16	19,25

6.4. Perhitungan Coil Pemanas

Dalam reaktor, reaksi yang terjadi adalah reaksi endotermis dan beroperasi pada suhu 50°C sehingga diperlukan coil pemanas sebagai steam sebagai media pemanas untuk memberikan panas pada reaksi tersebut.

Dasar perencanaan:

Bahan masuk = 135080,6784 kg/jam = 297798,8636 lb/jam

Q = 31838604,9367 kkal/jam = 31838604937 kal/jam

= 126263503,0801 BTU/jam

- Steam masuk pada suhu 170 °C = 338 F
- Steam keluar pada suhu 170 °C = 338 F
- Menggunakan coil pemanas dengan bentuk spiral
- Bahan konstruksi : SA-129 Grade A Carbon Steel
(Brownell & Young, tabel 13.1 hal. 251)
- Menentukan ΔT_{LMTD}

$$t_1 = \text{suhu bahan masuk} = 30 \text{ } ^\circ\text{C} = 86 \text{ } F$$

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

$$T_1 = \text{suhu steam masuk} = 170 \text{ } ^\circ\text{C} = 338 \text{ } F$$

$$T_2 = \text{suhu steam keluar} = 170 \text{ } ^\circ\text{C} = 338 \text{ } F$$

$$\Delta t_1 = (338 - 86) F = 252 \text{ } F$$

$$\Delta t_2 = (338 - 122) F = 216 \text{ } F$$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{(252 - 216) ^\circ F}{\ln \frac{252 ^\circ F}{216 ^\circ F}} = 233,5377 \text{ } F$$

- Menentukan suhu kalorik

$$T_c = \frac{1}{2} (T_1 + T_2) = \frac{1}{2} (338 + 338) \text{ F} = 338 \text{ F}$$

$$t_c = \frac{1}{2} (t_1 + t_2) = \frac{1}{2} (86 + 122) \text{ F} = 104 \text{ F}$$

- Ukuran pipa yang digunakan 3 in IPS sch 40, dengan ukuran:

(Kern, tabel 11 hal. 844)

$$\text{OD} = 3,500 \text{ in} = 0,2917 \text{ ft}$$

$$\text{ID} = 3,068 \text{ in} = 0,2557 \text{ ft}$$

$$a'' = 0,917 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$a_p = 7,38 \text{ in}^2 = 0,0513 \text{ ft}^2$$

Dasar perhitungan:

- Koefisien perpindahan panas bagian dalam pipa coil pemanas

Diketahui:

$$h_{i0} \text{ steam} = 1500 \text{ Btu/j.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

(h_{i0} = koefisien perpindahan panas dari pipa luar yang dikoreksi terhadap diameter pipa dalam, Btu/h.ft²·°F)

- Koefisien perpindahan panas bagian permukaan shell reaktor

$$G_p = \frac{M}{a_p} = \frac{279995,844 \text{ lb/jam}}{0,0513 \text{ ft}^2}$$

$$= 5463333,5532 \text{ lb/j.ft}^2$$

$$N_{Re} = \frac{D_i \times G_p}{\mu}$$

$$= \frac{(0,835 \text{ ft}) \times (511667,5333 \text{ lb/h.ft}^2)}{(19,8) \text{ lb/h.ft}}$$

$$= 70545,0646 > 2100 \text{ (aliran turbulen)}$$

$$J_H = 1000 \quad (\text{Kern, fig. 20.2 hal. 718})$$

$$h_o = J_H \cdot \frac{k}{D_i} \cdot \left(\frac{C_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu \cdot W} \right)^{0,14}$$

di mana:

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

$$- C_p = \text{kapasitas panas campuran} = 0,8285$$

$$- \mu = \text{viskositas campuran} = 0,0705 \text{ cp}$$

$$- k = \text{konduktivitas thermal campuran} = 0,363 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

- $D_i = 0,2557 \text{ ft}$

sehingga:

$$h_o = (1000) \times \left(\frac{0,363}{0,2557} \right) \times \left(\frac{(0,8285) \times (0,0705 \times 2,42)}{0,363} \right)^{1/3}$$

$$= 772,2493 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}$$

- Tahanan panas pada pipa dalam keadaan bersih

$$U_c = \frac{h_{i_o} \times h_o}{h_{i_o} + h_o}$$

$$= \frac{(1500 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}) \times (772,2493 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F})}{(1500 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}) + (772,2493 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F})}$$

$$= 509,7917 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}$$

- Tahanan panas pada pipa dalam keadaan kotor

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

$$0,004 = \frac{509,7917 - U_d}{509,7917 \times U_d}$$

$$2,0392 U_d = 509,7917 - U_d$$

$$U_d = 167,7406 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}$$

- Luas permukaan perpindahan panas :

$$A = \frac{Q}{U_d \times \Delta t_{LMTD}} = \frac{(252527006,1602)}{(167,7406) \times (233,5377)} = 3223,1650 \text{ ft}^2$$

- Menghitung panjang lilitan

$$L = \frac{A}{a''} = \frac{3223,1650 \text{ ft}^2}{(0,917 \text{ ft}^2 / \text{ft})} = 3514,902 \text{ ft}$$

- Menghitung jumlah lilitan coil

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

di mana: $d_c = 0,65 \times d_i$

$d_i =$ diameter tangki

$$n_c = \frac{3514,902}{(0,65 \times 10,9688) \times \pi}$$

$$= 41,0829 \approx 41 \text{ buah}$$

- Menghitung tinggi lilitan coil

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

Dimana :

Diambil jarak 2 coil (h_c) = 1 in

$$\begin{aligned} L_c &= [(41 - 1) (10,750 + 1) + 10,750] \\ &= 51,958 \text{ in} = 4,3299 \text{ ft} \end{aligned}$$

- Menghitung tinggi liquid dalam silinder (L_{ls})

$V_{\text{liquid}} = V_{\text{tutup bawah}} + V_{\text{silinder}}$

$$1331,9466 \text{ ft}^3 = \frac{\pi \cdot D_i^3}{24 \cdot \text{tg } \frac{1}{2} \alpha} + \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} \cdot L_{ls}$$

$$1331,9466 \text{ ft}^3 = \frac{\pi \cdot (15,9688)^3}{24 \cdot \text{tg}(60)} + \frac{\pi \cdot (15,9688)^2}{4} \cdot L_{ls}$$

$$1331,9466 \text{ ft}^3 = 99,73542 \text{ ft}^3 + 94,49398 L_{ls} \text{ ft}^3$$

$$1232,2112 \text{ ft}^3 = 94,49398 L_{ls} \text{ ft}^3$$

$$L_{ls} = 13,0401 \text{ ft}$$

Karena $L_c (13,0401 \text{ ft}) < L_{ls} (18,4149 \text{ ft})$, jadi perhitungan coil pemanas sudah memadai

6.5. Sambungan Tutup (Head) dengan Dinding Reaktor

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

1. Gasket

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

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

Gasket factor (m) : 3,75

Min design seating stress (y) : 9000 psia

2. Bolting

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

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

Tensile strength minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 15000

3. Flange

Dari Brownell & Young, App. D-1 hal. 335, didapatkan :

Bahan konstruksi : SA-35 Carbon Steel

Tensile strength minimum : 45000 psia

Allowable stress (f) : 9000

Type flange : Ring flange loose type

6.5.1. Perhitungan lebar gasket

Dari Brownell & Young, persamaan 12.2 hal. 226 :

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

di mana:

- d_o : diameter luar gasket

- d_i : diameter dalam gasket

- y : yield stress = 9000 psia

- p : internal pressure = 21,3633 psia

- m : gasket factor = 3,75

Diketahui d_i gasket = d_o shell = 132 in = 11 ft

Maka didapatkan :

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{9000 - (21,3633 \times 3,75)}{9000 - 21,3633(3,75 + 1)}}$$

$$\frac{d_o}{192} = 1,00082$$

$$d_o = 132,1584 \text{ in}$$

$$\text{Lebar gasket minimum} = \frac{d_o - d_i}{2} = \frac{(132,1584 - 192) \text{ in}}{2}$$

$$= 0,0792 \text{ in} \times \frac{16}{16} \approx \frac{1}{16} \text{ in}$$

$$\text{Diambil gasket (n) = } 1/16 \text{ in} = 0,0625 \text{ in}$$

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

$$= 132 \text{ in} + 0,0625 \text{ in}$$

$$= 132,0625 \text{ in} = 11,0052 \text{ ft}$$

6.5.2. Perhitungan jumlah dan ukuran bolting (baut)

a. Perhitungan beban baut

Dari Brownell & Young, persamaan 12.88 hal. 240 :

Beban gasket supaya tidak bocor (H_y)

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

di mana

Beban gasket supaya tidak bocor (H_y)

b = lebar efektif gasket

G = diameter rata-rata gasket = 132,0625 in

y = yield stress = 9000 psia

Dari Brownell & Young, fig. 12.12 hal. 229 :

Lebar setting gasket bawah = $b_o = n/2 = 0,8125/2 = 0,0313$

$b_o < 0,25$ in sehingga $b = b_o = 0,0313$

Sehingga didapatkan H_y :

$$\begin{aligned} H_y = W_{m2} &= (\pi) \times (0,0313) \times (132,0625) \times (9000) \\ &= 116686,8506 \quad \text{lb} \end{aligned}$$

Beban baut agar tidak bocor (H_p) :

$$\begin{aligned} H_p &= 2 \cdot \pi \cdot b \cdot G \cdot m \cdot p \quad (\text{Brownell \& Young, pers. 12.90 hal. 240}) \\ &= 2 \times (\pi) \times (0,0313) \times (132,0625) \times (3,75) \times (21,3633) \\ &= 2077,3485 \quad \text{lb} \end{aligned}$$

Beban karena tekanan dalam (H) :

$$\begin{aligned} H &= \pi/4 \cdot G^2 \cdot p \quad (\text{Brownell \& Young, pers. 12.89 hal. 240}) \\ &= (\pi/4) \times (132,0625)^2 \times (21,3633) \\ &= 292629,1562 \quad \text{lb} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} W_{m1} &= H + H_p \quad (\text{Brownell \& Young, pers. 12.91 hal.240}) \\ &= 292629,1562 + 2077,3485 = 294706,5047 \quad \text{lb} \end{aligned}$$

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

b. Perhitungan luas minimum bolting area

Dari Brownell & Young, persamaan 12.93 hal.240

$$A_{ml} = \frac{W_{ml}}{f_b}$$

$$A_{ml} = \frac{294706,5047 \text{ lb}}{15000 \text{ lb/in}^2}$$

$$= 19,6471 \text{ in}^2 = 0,1364 \text{ ft}^2$$

c. Perhitungan Bolting Optimum

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 :

Ukuran baut = 1 1/8 in

Root area = 0,728 in²

$$\text{Jumlah bolting optimum} = \frac{A_{ml}}{\text{root area}} = \frac{19,6471 \text{ in}^2}{0,728 \text{ in}^2}$$

$$= 26,98778 \approx 27 \text{ buah}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 :

Bolt spacing = 2 1/2 in

Minimum radial distance (R) = 1 1/2 in

Edge distance (E) = 1 1/8 in

Bolting circle diameter (C) :

$$C = d_i \text{ shell} + 2(14,5 \cdot g_o + R)$$

di mana: $d_i \text{ shell} = 131,6250 \text{ in}$

$$g_o = t_s = 0,1875 \text{ in}$$

Maka bolting circle diameter (C) :

$$C = (131,6250 \text{ in}) + 2[(14,5) \cdot (3/16 \text{ in}) + (3 \ 5/8 \text{ in})]$$

$$= 139,7813 \text{ in}$$

Diameter luar flange :

$$\text{OD} = C + 2E$$

$$= 139,7813 \text{ in} + (2 \times 2 \ 7/8 \text{ in})$$

$$= 142,0313 \text{ in} = A$$

Check lebar gasket :

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

$$= 27 \times 0,728 \text{ in}^2$$

$$= 19,647 \text{ in}^2$$

Lebar gasket minimum :

$$L = A_b \text{ actual} \times \frac{f}{2 \times \pi \times y \times G}$$

$$= 19,647 \times \frac{15000}{2 \times \pi \times 9000 \times 132,0625}$$

$$= 0,0395 \text{ in}$$

Karena $L < n = 0,8125 \text{ in}$, jadi perhitungan bolting optimum memenuhi.

d. Perhitungan moment

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

$$W = \left(\frac{A_m + A_b}{2} \right) f_a$$

$$= \left(\frac{115,8252 + 118,04}{2} \right) \times 15000$$

$$= 294706,5047 \text{ lb}$$

Dari Brownell & Young, persamaan 12.101 hal. 242 :

$$h_G = \frac{C - G}{2}$$

$$= \frac{211,3359 \text{ in} - 192,8125 \text{ in}}{2}$$

$$= 3,8594 \text{ in}$$

Moment flange (M_a) :

Dari Brownell & Young, halaman 243 :

$$M_a = W \cdot h_G$$

$$= 294706,5047 \text{ lb} \times 3,8594 \text{ in}$$

$$= 1137382,9166 \text{ lb.in}$$

Dari Brownell & Young, persamaan 12.95 hal. 243 :

$$\text{Dalam kondisi operasi : } W = W_{ml} = 294706,5047 \text{ lb}$$

Hidraustic and force pada daerah dalam flange (H_D)

Dari Brownell & Young, persamaan 12.96 hal. 243 :

$$H_D = 0,785 \cdot B^2 \cdot p$$

di mana :

$$B = d_o \text{ shell reactor} = 132 \text{ in}$$

$$p = \text{tekanan operasi} = 21,3633 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned} \text{maka : } H_D &= (0,785) \times (192 \text{ in})^2 \times (14,7 \text{ psia}) \\ &= 292204,0318 \text{ lb} \end{aligned}$$

Jarak radial bolt circle pada aksi (h_D)

Dari Brownell & Young, persamaan 12.100 hal. 243 :

$$\begin{aligned} h_D &= \frac{C - B}{2} \\ &= \frac{139,7813 - 132}{2} \\ &= 3,8906 \text{ in} \end{aligned}$$

Moment M_D

Dari Brownell & Young, persamaan 12.96 hal. 242 :

$$\begin{aligned} M_D &= H_D \times h_D \\ &= 292.204,0318 \text{ lb} \times 3,8906 \text{ in} \\ &= 1136856,3113 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatis total (H_G)

$$\begin{aligned} H_G &= W - H \quad (\text{Brownell \& Young, persamaan 12.98 hal. 242}) \\ &= 294706,5047 \text{ lb} - 292629,1562 \text{ lb} \\ &= 2077,3485 \text{ lb} \end{aligned}$$

Moment M_G

Dari Brownell & Young, persamaan 12.98 hal. 242 :

$$\begin{aligned} M_G &= H_G \times h_G \\ &= 2077,3485 \text{ lb} \times 3,8594 \text{ in} \\ &= 8017,2668 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, persamaan 12.97 hal. 242 :

$$\begin{aligned} H_T &= H - H_D \\ &= 292629,1562 \text{ lb} - 292204,0318 \text{ lb} \\ &= 425,1244 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, persamaan 12.102 hal. 244 :

$$\begin{aligned}
 h_T &= \frac{h_D + h_G}{2} \\
 &= \frac{1}{2} (3,8906 \text{ in} + 3,8594 \text{ in}) \\
 &= 3,875 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Moment M_T

Dari Brownell & Young, persamaan 12.97 hal. 242 :

$$\begin{aligned}
 M_T &= H_T \times h_T \\
 &= 425,1244 \text{ lb} \times 3,875 \text{ in} \\
 &= 1647,3570 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

Moment total pada keadaan operasi (M_o) :

$$\begin{aligned}
 M_o &= M_D + M_G + M_T \\
 &= (1136856,3 + 8017,2668 + 1647,3570) \text{ lb.in} \\
 &= 1146520,9351 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

Karena $M_o > M_a$, maka $m_{\max} = M_o = 1146520,9351 \text{ lb.in}$

6.5.3. Perhitungan tebal flange

Dari Brownell & Young, persamaan 12.85 hal. 239 :

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

sehingga didapatkan rumus:

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

di mana:

$A =$ diameter luar flange = 142,0313 in

$B =$ diameter dalam flange = 132 in

$f =$ stress yang diijinkan untuk bahan flange = 9000 psia

maka:

$$k = A/B = 142,0313 / 132 = 1,076$$

Dari Brownell & Young, fig. 12.22 hal 238, didapatkan $Y = 27$

$$\begin{aligned}
 t &= \sqrt{\frac{(27) \times (1146520,9351 \text{ lb.in})}{(9000 \text{ psia}) \times (132 \text{ in})}} \\
 &= 5,1046 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Kesimpulan perancangan:

1. Flange

Bahan konstruksi	:	SA-35 Carbon Steel
Tensile strength minimum	:	45000
Allowable stress (f)	:	9000 psia
Tebal flange	:	5,1046 in
Diameter dalam (D_i) flange	:	132 in
Diameter luar (D_o) flange	:	142,0313 in
Type flange	:	Ring flange loose type

2. Bolting

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347
Tensile strength minimum	:	75000
Ukuran baut	:	1 1/8 in
Jumlah baut	:	27 buah
Allowable stress (f)	:	15000 psia

3. Gasket

Bahan konstruksi	:	asbestos filled
Gasket factor (m)	:	3,75
Min design seating stress (y)	:	9000 psia
Tebal gasket (n)	:	1/16 in

6.6. Perhitungan Sistem Penyangga Reaktor

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

Beban-beban yang ditahan oleh penyangga reaktor meliputi :

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

- Berat attachment

Dasar Perhitungan:

- **Berat shell reaktor**

Rumus:

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

di mana:

W_s : berat shell reaktor, lb

d_o : diameter luar shell = 132 in = 11 ft

d_i : diameter dalam shell = 131,6250 in = 10,9688 ft

H : tinggi shell reaktor (L_s) = 197,4375 in = 16,4531 ft

ρ : densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, steel cold drawn)

Berat shell reaktor :

$$\begin{aligned} W_s &= (\pi/4) \times [(11 \text{ ft})^2 - (10,9688 \text{ ft})^2] \times (16,4531 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 4338,1294 \text{ lb} = 1967,7626 \text{ kg} \end{aligned}$$

- **Berat tutup atas standard dishead**

Rumus:

$$W_d = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 6,28 \cdot L \cdot h \quad (\text{Hesse, persamaan 4-16 hal. 92})$$

di mana:

W_d : berat tutup atas reaktor, lb

A : luas tutup atas standard dishead, ft²

t : tebal tutup atas (tha) = 3/16 in = 0,0156 ft

ρ : densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

L : crown radius (r) = 130 in = 10,8333 ft

h : tinggi tutup atas reactor (h: = 20,3997 in = 1,7 ft

Luas tutup atas :

$$\begin{aligned} A &= 6,28 \times 130 \times 20,3997 \\ &= 2651,9658 \text{ in}^2 = 18,41643 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Berat tutup atas :

$$W_d = (238,5952 \text{ ft}^2) \times (0,0260 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) = 2591,43161 \text{ lb}$$

- **Berat tutup bawah conical**

Rumus:

$$W_d = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 0,785 (D + m) \sqrt{4h^2 + (D - m)^2} + 0,78 d^2$$

(Hesse, persamaan 4-16 hal. 92)

di mana:

W_d : berat tutup bawah reactor, lb

A : luas tutup bawah conical, ft^2

t : tebal tutup bawah (thb) = $3/16$ in = 0,0156 ft

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

D : diameter dalam silinder = $131,6250$ in = $10,96875$ ft

h : tinggi tutup bawah reaktor (ht) = $39,9969$ in = $3,3331$ ft

m : flat spot diameter = $\frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \times 131,6250$ in

$$= 65,8125 \text{ in} = 5,4844 \text{ ft}$$

Luas tutup bawah :

$$\begin{aligned} A &= 0,758 \times (15,9688 + 7,9844) \times \sqrt{4(4,7764)^2 + (15,9688 - 7,9844)^2} + 0,78 d^2 \\ &= 91,25641 + 0,78 \times 10,96875^2 \\ &= 185,1009 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Berat tutup bawah :

$$\begin{aligned} W_d &= 185,1009 \text{ ft}^2 \times 0,0156 \text{ ft} \times 489 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 1414,2868 \text{ lb} = 641,5163 \text{ kg} \end{aligned}$$

- **Berat liquid dalam reaktor**

Rumus:

$$W_l = m \cdot t$$

di mana:

m = berat larutan dalam reaktor = $99266,28787$ lb/jam

t = waktu tinggal liquid dalam reaktor = 1 jam

maka:

$$\begin{aligned} W_l &= 99266,28787 \text{ lb/jam} \times 1 \text{ jam} \\ &= 99266,28787 \text{ lb} \end{aligned}$$

- **Berat poros pengaduk dalam reaktor**

Rumus:

$$W_p = V \cdot \rho$$

$$V = \pi/4 \cdot D^2 \cdot L$$

di mana:

W_p : berat poros pengaduk dalam reaktor, lb

V : volume poros pengaduk, ft³

ρ : densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

D : diameter poros pengaduk = 1,5825 in = 0,1319 ft

L : panjang poros pengaduk = 189,3185 in = 15,7765 ft

Volume poros pengaduk :

$$\begin{aligned} V &= (\pi/4) \times 0,1319^2 \times 15,7765 \\ &= 0,2155 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat poros pengaduk :

$$\begin{aligned} W_p &= 0,2155 \text{ ft}^3 \times 489 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 105,3691 \text{ lb} \end{aligned}$$

- **Berat impeller dalam reaktor**

Rumus:

$$W_i = V \cdot \rho$$

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

$$p = D_i / 2$$

di mana:

W_i = berat impeller dalam reaktor, lb

V = volume dari total blades, ft³

ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

p = panjang 1 kupingan blade, ft

l = lebar 1 kupingan blade = 7,4588 in = 0,6216 ft

t = tebal 1 kupingan blade = 10,9688 in = 0,9141 ft

D_i = diameter pengaduk = 43,8750 in = 3,6563 ft

Volume impeller pengaduk :

$$\begin{aligned} p &= D_i / 2 \\ &= 3,6563 \text{ ft} / 2 = 1,8281 \text{ ft} \\ V &= (4) \times (2,6615 \text{ ft}) \times (0,9049 \text{ ft}) \times (1,3307 \text{ ft}) \\ &= 4,1546 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat impeller pengaduk :

$$\begin{aligned} W_i &= 4,1546 \text{ ft}^3 \times 489 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 2031,5870 \text{ lb} \end{aligned}$$

- **Berat coil pemanas dalam reactor**

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

di mana:

$$W_c = \text{berat coil pemanas dalam reactor, lb}$$

$$D_o = \text{diameter luar pipa coil pemanas} = 3,500 \text{ in} = 0,2917 \text{ ft}$$

$$D_i = \text{diameter dalam pipa coil pemanas} = 3,068 \text{ in} = 0,2557 \text{ ft}$$

$$H = \text{panjang coil pemanas} = 3514,902 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas dari bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

Berat coil pemanas:

$$\begin{aligned} W_c &= (\pi/4) \times [(0,8958)^2 - (0,8350)^2] \text{ft}^2 \times (2633,696 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 26599,06339 \text{ lb} \end{aligned}$$

- **Berat Attachment**

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

Dari Brownell & Young, halaman 157:

$$W_a = 18\% W_s$$

di mana:

$$W_a = \text{berat attachment, lb}$$

$$W_s = \text{berat shell reaktor} = 4338,1294 \text{ lb}$$

$$\begin{aligned} \text{sehingga : } W_s &= (0,18) \times (9190,4462 \text{ lb}) \\ &= 780,8633 \text{ lb} \end{aligned}$$

Berat total penyangga =

$$\begin{aligned} W_T &= W_s + W_d \text{ (tutup atas)} + W_d \text{ (tutup bawah)} + W_i + W_p + W_i + W_c + W_a \\ &= 135095,4315 \text{ lb} = 61278,88573 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan faktor keamanan adalah 10%, maka berat total beban penyangga =

$$\begin{aligned} &= (1,1) \times (1151782,6468 \text{ lb}) \\ &= 148604,9746 \text{ lb} \end{aligned}$$

6.7. Perhitungan Kolom Penyangga Reaktor (Leg)

Perencanaan :

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

Dasar Perhitungan :

- *Beban tiap kolom*

Dari Brownell & Young, persamaan 10.76 hal. 197 :

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

di mana:

P = beban tiap kolom, lb

P_w = total beban permukaan karena angin, lb

H = tinggi vessel dari pondasi, ft

L = jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft

D_{bc} = diameter anchor bolt circle, ft

n = jumlah support

ΣW = berat total, lb

P = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg, lb

Reaktor diletakkan didalam ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan ang

(beban tekanan angin tidak dikontrol).

Maka berlaku rumus :

$$P_w = 0$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{\Sigma W}{n} \\ &= 33773,85787 \text{ lb} \end{aligned}$$

Direncanakan :

- Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 6 ft
- Tinggi reaktor (H = 21,4862 ft
- Panjang penyangga = $\frac{1}{2} (H + L)$
= 13,7431 ft

Jadi panjang penyangga (leg) 13,7431 ft = 164,9171 in

Trial ukuran I beam

Trial ukuran I beam 6" ukuran 6 x 2 5/8 dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu).

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

Nominal size : 6 in

Berat : 12,5 lb

Area of section (A_y) : 3,61 in²

Depth of beam (h) : 6 in

Width of flange (b) : 3,33 in

Axis (r) : 2,46 in

Analisa terhadap sumbu Y-Y

dengan:

$$L/r = 67,0395$$

Karena L/r antara 60 – 200 , maka :

$$f_c \text{ aman} = \frac{18000}{1 + \left(\frac{\left(\frac{L}{r} \right)^2}{18000} \right)}$$
$$= 14403,6566 \text{ psia}$$

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

$A = 2 < A$ yang tersedia, berarti trial I beam sudah memadai.

Kesimpulan perancangan penyangga (leg) :

Ukuran I beam = 6 x 3 3/8

Jumlah penyangg = 4

Berat = 12,5 lb

Peletakan beban dengan beban eksentrik.

6.8. Base Plate

Perencanaan :

- Dibuat base plate dengan toleransi panjang adalah 5 % dan toleransi lebar 20 %
(Hesse, hal. 163)
- Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi dari base plate.

Dasar Perhitungan :

- **Luas base plate**

Rumus:

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

di mana:

A_{bp} : luas base plate, in²

P : beban dari tiap-tiap base plate = 33773,85787 lb

f_{bp} : stress yang diterima oleh pondasi (bearing capacity yang terbuat dari beton)
= 600 lb/in²

sehingga:

$$\begin{aligned} A_{bp} &= \frac{33773,85787}{600} \\ &= 56,2898 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

- **Panjang dan lebar base plate**

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

di mana:

A_{bp} = luas base plate = 56,2898 in²

p = panjang base plate, in = 2m + 0,95h

l = lebar base plate, in = 2n + 0,8b

Diasumsikan m = n (Hesse, hal. 163)

b = 3 in

h = 5 in

maka:

$$A_t = (2m + 0,95h) \times (2n + 0,8b)$$

$$56,2898 = [2m + (0,95 \times 5)] \times [2n + (0,8 \times 3)]$$

$$56,2898 = (2m + 4,75) \times (2m + 2,4)$$

$$0 = 4m^2 + 14,3m - 44,8898$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$\frac{(-14,3) \pm \sqrt{(14,3)^2 - (4 \times 4) \cdot (-44,8898)}}{2 \times 4}$$

$$m_1 = 2,0096$$

$$m_2 = -5,5846$$

$$\text{Diambil } m = m_1 = 2,0096$$

sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Panjang base plate (p)} &= (2 \times 2,0096) + (0,95 \times 5) \\ &= 8,7692 \text{ in} \approx 9 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar base plate (l)} &= (2 \times 2,0096) + (0,8 \times 3) \\ &= 6,4192 \text{ in} \approx 7 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 9 in dan lebar base plate 7 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 9 x 7 in dengan luas (A) = 63 in².

- **Peninjauan terhadap bearing capacity**

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

dengan: - f : bearing capacity, lb/in²

- P : beban tiap kolom = 33773,85787 lb

- A : luas base plate = 63 in²

maka:

$$\begin{aligned} f &= \frac{33773,85787 \text{ lb}}{63 \text{ in}^2} \\ &= 536,093 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

karena $f < f_{bp}$ maka dimensi base plate sudah memenuhi

- **Peninjauan terhadap harga m dan n**

- Panjang base plate (p)

$$p = 2m + 0,95h$$

$$9 = 2m + (0,95 \times 5)$$

$$m = 2,125$$

- Lebar base plate (l)

$$l = 2n + 0,8b$$

$$7 = 2n + (0,8 \times 3)$$

$$n = 2,3$$

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

• **Tebal base plate**

Dari Hesse, persamaan 7-12 hal. 163 :

$$t = \sqrt{0,00015 \cdot f \cdot n^2}$$

dengan:

t : tebal base plate, in

f : actual unit pressure yang terjadi pada base la = 536,093 psi

n : 2,3 in

Tebal base plate :

$$\begin{aligned} t &= \sqrt{0,00015 \times (536,093) \times (2,3)^2} \\ &= 0,652219 \text{ in} \approx 1 \text{ in} \end{aligned}$$

• **Ukuran Baut**

Beban tiap baut :

$$\begin{aligned} P_{\text{baut}} &= \frac{P}{n_{\text{baut}}} \\ &= \frac{33773,85787 \text{ lb}}{4} = 8443,4645 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$A_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}}$$

Dimana $f_{\text{bau}} = \text{stress tiap baut max} = 12000 \text{ lb/in}^2$

$$A_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}} = \frac{8443,4645 \text{ lb}}{12000 \text{ lb/in}^2} = 0,7036 \text{ in}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 diperoleh ukuran baut dengan dimensi baut sebagai berikut :

Ukuran baut (d)	=	1 in
Root area (A)	=	0,551 in ²
Bolt spacing min	=	2 1/4 in
Min radial distance	=	1 3/8 in
Edge distance	=	1 1/16 in
Nut dimension	=	1 5/8 in
Max filled radius	=	7/16 in

6.9. Perhitungan Lug dan Gusset

Digunakan 2 buah plate horisontal (untuk lug) dan 2 buah plate vertikal (untuk gusset).

Dasar Perhitungan :

Dari gambar 10.6, hal 191, Brownell diperoleh :

a. Lebar lug

$$\begin{aligned}
 A = \text{lebar lug} &= \text{ukuran baut} + 9 \text{ in} \\
 &= 1 + 9 \text{ in} \\
 &= 10 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B = \text{jarak antar gusset} &= \text{ukuran baut} + 8 \text{ in} \\
 &= 1 + 8 \text{ in} \\
 &= 9 \text{ in}
 \end{aligned}$$

b. Lebar gusset

$$\begin{aligned}
 L = \text{lebar gusset} &= 2 (\text{lebar kolom} - 0,5 \times \text{ukuran baut}) \\
 &= 2 (7 - 0,5 \times 1) \\
 &= 13 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar lug atas} = a &= 0,5 (L + \text{ukuran baut}) \quad (\text{Brownell \& Young Hal 193}) \\
 &= 0,5 (13 + 1) \\
 &= 7 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\text{Perbandingan tebal base plate} = \frac{B}{L} = \frac{9}{13} = 0,6923 \text{ in}$$

Dari Brownell Young tabel 10.6 hal 192, didapat $\gamma_1 = 0,565$

$$\begin{aligned}
 e &= 0,5 \times \text{nut dimension} \\
 &= 0,5 \times 1 \frac{5}{8} = \frac{4}{5} \text{ in} = 0,8 \text{ in}
 \end{aligned}$$

c. Tebal Plate Horizontal (Lug)

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

Dari persamaan 10.40, hal 192, Brownell :

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

di mana:

$$P = \text{beban tiap baut} = 8443,4645 \text{ lb}$$

$$\mu = \text{posson's ratio} = 0,3 \text{ (untuk baja)}$$

$$L = \text{panjang horizontal plate bawa} = 13 \text{ in}$$

$$e = \text{nut dimension} = 1 \frac{5}{8} \text{ in}$$

$$\gamma_1 = 0,565$$

sehingga:

$$\begin{aligned} M_y &= \frac{8443,4645}{4\pi} \left[(1 + 0,3) \times \ln \frac{2 \times 13}{\pi \times 1,625} + (1 - 0,565) \right] \\ &= 1714,187 \text{ lb} \end{aligned}$$

M_y disubstitusikan ke persamaan 10.41, hal 193, Brownell diperoleh :

$$thp = \sqrt{\frac{6 \times 1714,187}{12000}} = 0,9258 \text{ in}$$

maka digunakan plate dengan tebal 0,9258 in

d. Tebal plate vertical (gusset)

Dari Brownell Young fig 10.6 hal 191 dan pers 10.47 hal 194, diperoleh tebal

$$\text{gusset min} = \frac{3}{8} \times thp = \frac{3}{8} \times 0,9258 = 0,3472 \text{ in}$$

e. Tinggi gusset

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

$$= 10 + 1 = 11 \text{ in}$$

f. Tinggi lug

$$\text{tinggi lu} = hg + 2 \text{ thp}$$

$$= 11 + 2(0,9258) = 12,852 \text{ in}$$

g. Kesimpulan perancangan lug dan gusset

- Lug : - Lebar = 10 in
 - Tinggi = 12,852 in
 - Tebal = 0,9258 in
- Gusset : - Lebar = 13 in
 - Tinggi = 11 in
 - Tebal = 0,3472 in

6.10. 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:

$$W = 148604,9746 \text{ lb}$$

Beban yang harus ditanggung tiap kolom

Rumus:

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

di mana:

$$p = \text{panjang base plate} = 9 \text{ in} = 0,75 \text{ ft}$$

$$l = \text{lebar base plate} = 7 \text{ in} = 0,5833 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal base plate} = 1 \text{ in} = 0,0833 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas dari bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$W_{bp} = 0,7500 \times 0,5833 \times 0,0833 \times 489$$

$$= 17,82813 \text{ lb}$$

Beban tiap penyangga

Rumus:

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

di mana:

$$L = \text{tinggi kolom} = 13,7431 \text{ ft}$$

$$A = \text{luas kolom I beam} = 3,61 \text{ in}^2 = 0,0251 \text{ ft}^2$$

$$F = \text{faktor koreksi} = 3,4$$

$$\rho = \text{densitas dari bahan konstruks} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} W_p &= 13,7431 \times 0,0251 \times 3,4 \times 489 \\ &= 572,8182 \text{ lb} \end{aligned}$$

Beban total

$$\begin{aligned} W_T &= W + W_{bp} + W_p \\ &= 149195,6209 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dianggap hanya ada gaya vertikal dan berat kolom itu sendiri bekerja pada pondasi, maka diambil :

- Luas atas = $20 \times 20 \text{ in}$
- Luas bawah = $40 \times 40 \text{ in}$
- Tinggi = 25 in
- Luas permukaan tanah rata-rata:
 $A = 40 \times 40 = 1600 \text{ in}^2$
- Volume pondasi:
 $V = A \times t = 40000 \text{ in}^3 = 23,14815 \text{ ft}^3$
- Berat pondasi
 $W = V \times \rho$
 di mana: ρ : densitas semer = 144 lb/ft^3
 $W = 3333,333 \text{ lb}$
- Tekanan tanah

Pondasi didirikan diatas semen sand dan gravel, dengan

Save bearing minimum : 5 ton/ft^2

Save bearing maximum : 10 ton/ft^2

Kemampuan tekanan tanah sebesar:

$$\begin{aligned} P &= 10 \text{ ton/ft}^2 \times \frac{2240 \text{ lb}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ ft}}{144 \text{ in}^2} \\ &= 155,5556 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

$$P = \frac{149195,6209 \text{ lb} + 3333,3333 \text{ lb}}{1600 \cdot \text{in}^2}$$

$$= 95,3306 \text{ lb/in}^2 < 155,5556 \text{ lb/in}^2$$

Karena tekanan yang diberikan tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran 20 × 20 in luas atas dan 40 × 40 in luas bawah dengan tinggi pondasi 25 in dapat digunakan.

Spesifikasi Peralatan:

1. Bagian silinder

Bahan konstruksi	=	SA-35 Carbon Steel
Diameter luar (do)	=	132 in
Diameter dalam (di)	=	131,625 in
Tinggi silinder (Ls)	=	197,4375 in
Tebal silinder (ts)	=	3/16 in
Tebal tutup atas (tha)	=	3/16 in
Tinggi tutup atas (ha)	=	20,3997 in
Tebal tutup bawah (thb)	=	3/16 in
Tinggi reaktor (H)	=	257,8341 in

2. Bagian pengaduk

Jenis pengaduk	=	axial turbin 4 blades sudut 45o(G.G.Brown hal 507)
Bahan impeller	=	SA-35 Carbon Steel
Diameter impeller (Di)	=	3,6563 in
Tinggi impeller (Zi)	=	39,4875 in
Lebar impeller (W)	=	7,4588 in
Panjang impeller (L)	=	10,9688 in
Tebal blades (J)	=	10,9688 in
Jumlah pengaduk	=	1 buah
Daya pengaduk	=	8 Hp
Diameter poros (D)	=	1,5825 in
Panjang poros	=	189,3185 in

3. Bagian nozzle

a. Nozzle untuk pemasukan feed *Spent Soap Lye*

- Diameter dalam (di) = 7,625 in
- Diameter luar (do) = 8,625 in
- Schedule = 80
- Luas (A) = 0,3171 ft²

b. Nozzle untuk pemasukan feed FeCl₃

- Diameter dalam (di) = 0,546 in
- Diameter luar (do) = 0,84 in
- Schedule = 80
- Luas (A) = 0,00163 ft²

c. Nozzle untuk pemasukan feed Al₂(SO₄)₃

- Diameter dalam (di) = 0,546 in
- Diameter luar (do) = 0,84 in
- Schedule = 80
- Luas (A) = 0,00163 ft²

d. Nozzle untuk pemasukan feed HCl

- Diameter dalam (di) = 1,939 in
- Diameter luar (do) = 2,38 in
- Schedule = 80
- Luas (A) = 0,0205 ft²

e. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas

- Diameter dalam (di) = 7,625 in
- Diameter luar (do) = 8,625 in
- Schedule = 80
- Luas (A) = 0,3171 ft²

f. Nozzle untuk pengeluaran produk

- Diameter dalam (di) = 7,625 in
- Diameter luar (do) = 8,625 in
- Schedule = 80
- Luas (A) = 0,3171 ft²

g. Nozzle untuk Man Hole

- Panjang julukan = $5 \frac{11}{16}$ in
- Diameter luar (do) = $27 \frac{1}{2}$ in
- Ukuran pipa = 20 in
- Diameter dalam flan =

4. Coil pemanas

- Diameter coil = 3,068 in
- Jumlah lilitan = 41
- Tinggi coil = 51,95833 in
- Bahan konstruksi = SA-129 Grade A Carbon Steel

5. Penyangga

- Jenis = I beam
- Ukuran = $6 \times 3 \frac{3}{8}$
- Nominal size = 6 in
- Berat = 12,5 lb
- Area of section (A_y) = 3,61 in²
- Depth of beam (h) = 6 in
- Width of flange (b) = 3,33 in
- Axis (r) = 2,46
- Jumlah penyangga = 4 buah

6. Base plate

- Panjang = 9 in
- Lebar = 7 in
- Luas (A) = 63 in²
- Tebal (t) = 1 in
- Ukuran baut (d) = 1 in
- Root area (A) = 0,551 in²

7. Lug

- Lebar = 10 in
- Tebal (t) = 0,9258 in
- Tinggi = 12,852 in

8. Gusset

$$\text{Lebar} = 13 \text{ in}$$

$$\text{Tebal (t)} = 0,3472 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi} = 11 \text{ in}$$

9. Pondasi

$$\text{Luas atas} = 20 \times 20 \text{ in}$$

$$\text{Luas bawah} = 40 \times 40 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi} = 25 \text{ in}$$

$$\text{Volume pondasi} = 40000 \text{ in}^3$$

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

VII.1. Instrumentasi

Instrumentasi memiliki peranan yang penting dalam pengendalian proses suatu industri di mana instrumentasi ini merupakan suatu penunjuk (indikator), perekam atau pengontrol (controller). Adapun yang dikontrol meliputi suhu, tekanan, laju aliran, tinggi cairan dalam suatu tangki dan sebagainya.

Pada pra rencana pabrik gliserin ini digunakan alat kontrol otomatis maupun manual, tergantung dari sistem peralatan, faktor teknis, dan faktor ekonomi.

Adapun tujuan pemasangan alat instrumentasi ini diharapkan akan tercapai hal-hal berikut:

- Untuk menjaga keamanan operasi suatu proses seperti menjaga variabel proses pada batas aman dan mendeteksi situasi bahaya dengan membuat peringatan tanda bahaya.
- Kualitas produk yang dihasilkan akan lebih terjamin.
- Mempermudah pengoperasian alat.
- Efisiensi kerja akan lebih meningkat.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam instrumentasi yaitu:

- Jenis instrumentasi.
- Range yang diperlukan untuk pengukuran.
- Ketelitian yang dibutuhkan.
- Bahan konstruksi serta pengaruh pemasangan instrumentasi pada kondisi operasi.

Instrumentasi yang digunakan di pabrik ini adalah:

- Temperature Control (TC) untuk mengatur temperatur pada alat yang beroperasi.
- Pressure Control (PC) dan Vacuum Control (VC) untuk mengatur tekanan pada alat yang beroperasi.
- Flow Control (FC) untuk mengatur rate flow feed.
- Level Indicator (LI) sebagai petunjuk dan mengatur tinggi dari bahan liquid dalam alat yang beroperasi.
- pH Control (pHC) untuk mengatur pH dari bahan liquid dalam alat yang beroperasi.

- Flow Ratio Controller (FRC) berfungsi untuk menjaga perbandingan rate bahan masuk agar tetap konstan sesuai dengan yang dibutuhkan.

Pemasangan instrumentasi pada alat-alat proses yang terdapat pada Pra Rencana Pabrik Gliserin ini adalah:

Tabel 7.1. Instrumentasi pada peralatan

No	Kode	Nama alat	Instrumen
1	F-111	Tangki spent soap lye	LI
2	R-110	Reaktor	TC, FRC
3	F-121	Bin NaOH	pHC
4	R-120	Reaktor	TC, FRC
5	E-125	Heater	TC
6	V-130	Double effect evaporator	TC, LC
7	G-134	Jet ejector	VC
8	E-137	Heater	TC
9	E-141	Condensor	TC
10	E-146	Reboiler	TC
11	M-150	Mixer	FC
12	E-154	Heater	TC
13	L-145	Pompa vacuum	VC
14	E-161	Condensor	TC
15	E-166	Reboiler	TC
16	E-169	Cooler	TC
17	E-170	Tangki produk	LI

VII.2. Keselamatan Kerja

Dalam perencanaan suatu pabrik, keselamatan kerja merupakan hal yang sangat penting yang harus diperhatikan karena menyangkut kelancaran dan keselamatan kerja karyawan, juga menyangkut lingkungan dan masyarakat di sekitar pabrik. Keselamatan kerja ini merupakan usaha untuk memberikan rasa aman dan tenang pada karyawan dalam bekerja, sehingga kontinuitas dan keefektifan kerja dapat terjamin. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja adalah:

- Latar belakang pekerja

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

- Kelalaian pekerja

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

- Tindakan berbahaya mekanik maupun 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.

- Kecelakaan

Kecelakaan dapat berupa jatuhnya pekerja, pekerja yang terbentur benda yang jatuh dari atas, dan sebagainya sehingga dapat menimbulkan luka.

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

1. Keselamatan konstruksi

- Konstruksi bangunan, peralatan produksi, baik langsung maupun tak langsung, harus cukup kuat, serta pemilihan bahan konstruksinya harus tepat.
- Pada tempat-tempat berbahaya harus diberi peringatan yang jelas.
- Jarak antara peralatan, mesin-mesin serta alat proses harus diperhatikan.

2. Bahaya yang disebabkan oleh 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 digunakan 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 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

Pada ruang proses maupun ruang lainnya, pertukaran udara diusahakan berjalan dengan baik sehingga dapat memberikan kesegaran para karyawan serta dapat menghindari gangguan terhadap pernafasan.

7. Perpipaan

Jalur proses yang terletak dibawah permukaan tanah harus lebih baik dibandingkan yang terletak diatas permukaan tanah, karena hal tersebut akan mempermudah pendeteksian adanya kebocoran, korosi dan perbaikan maupun penggantian.

8. Karyawan

Para karyawan terutama operator, perlu diberi bimbingan atau pengarahan yang dimaksudkan agar para karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan keselamatan jiwanya maupun keselamatan orang lain.

9. Pencegahan dan penanggulangan kebakaran

- Bangunan seperti work shop, laboratorium, dan kantor, diletakkan berjauhan dengan unit operasi.
- Antara unit yang satu dengan unit yang lain dipisahkan dengan jalan sehingga dapat menghambat jalannya api ketika terjadi kebakaran.
- Pemasangan alat pemadam kebakaran disetiap tempat yang paling rawan dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau

VII.2.1. 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.

VII.2.2. Keselamatan kerja karyawan

Pada pra rencana pabrik Gliserin, peralatan untuk keselamatan kerja karyawan dapat dilihat pada tabel 7.3.

Tabel 7.2. Alat-alat keselamatan kerja pabrik gliserin

No	Nama alat pengaman	Lokasi pengamanan
1	Masker	Gudang, bagian proses
2	Topi pengaman	Bagian proses, storage
3	Sepatu pengaman	Gudang, bagian proses, storage
4	Sarung tangan	Gudang, bagian proses, laboratorium
5	Isolasi panas	Reaktor, heater, evaporator, destilasi
6	Pagar pengaman	Alat transportasi
7	Hidrant	Kantor

VII.3. Material Safety Data Sheet Bahan-Bahan

a. Gliserin

Berat molekul : 92,09 gr/mol

Titik didih : 290° C

Titik beku : 19° C

Larut dalam air, alkohol, aseton, dan dietil eter.

b. HCl

Berat molekul : 36,5 gr/mol

Titik didih : 108,58 C @ 760 mm Hg

Titik beku : -62,25°C (-80°F)

Larut dalam air dan dietil eter dan bersifat korosif terutama terhadap besi.

c. NaOH

Berat molekul : 40 gr/mol

Titik didih : 1388°C

Titik beku : 323°C

Larut dalam air dan bersifat korosif terutama terhadap besi.

d. FeCl₃

Berat molekul : 162,21 gr/mol

Titik didih : 316°C

Titik beku : 306°C

Larut dalam air dan tidak mudah terbakar.

e. $Al_2(SO_4)_3$

Berat molekul : 40 gr/mol

Titik didih : 770°C

Tidak larut dalam alkohol.

f. Karbon aktif

Berat molekul : 12 gr/mol

Titik didih : 306°C

Tidak larut dalam air dan berwarna hitam.

Tabel 1.9 Data sifat fisik bahan kimia

No	Nama Bahan Kimia	Sifat Fisik
1	$Al_2(SO_4)_3$	Berat molekul : 40 gr/mol Titik didih : 770°C Tidak larut dalam alkohol.
2	Karbon aktif	Berat molekul : 12 gr/mol Titik didih : 306°C Tidak larut dalam air dan berwarna hitam.

BAB VIII

UTILITAS

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia. Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas di dalam Pra Rencana Pabrik Gliserin ini dibagi menjadi 4 unit, yaitu:

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

VIII.1. Unit Penyediaan Air

Berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air baik ditinjau dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Dari segi kuantitas air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi sedangkan dari segi kualitas air menyangkut syarat air yang harus dipenuhi.

a. Air umpan boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam sebesar 3274769,058 kg/jam. Air umpan boiler disediakan dengan excess 20 % sebagai pengganti steam yang hilang, yang diperkirakan adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 10 % dan faktor keamanan 20 % sehingga kebutuhan air umpan boiler adalah sebanyak 654953,8116 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 diatas, air umpan boiler juga tidak diperbolehkan:

1. Zat – zat yang menyebabkan korosi, yaitu gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 .
2. Zat – zat yang menyebabkan busa, yaitu zat organik, anorganik dan zat – zat tidak terlarut 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.

b. Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, taman dan kebutuhan yang lain. Air sanitasi yang dibutuhkan sebesar 3490,8043 kg/jam. Air sanitasi yang dipergunakan harus memenuhi syarat kualitas air sebagai berikut:

1. Syarat fisik

- Suhu : dibawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau
- Kekeruhan : kurang dari 1 mg SiO_2 /liter
- pH : netral

2. Syarat kimia

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

3. Syarat bakteriologis

- Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri pathogen yang dapat mengubah sifat-sifat fisik air.
- Angka kuman :100/1ml

- Bakteri *Coli*, tidak ada dalam 100 ml

c. Air pendingin

Merupakan air yang berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas.

Digunakan air sebagai media pendingin karena air mudah didapat, mudah dikendalikan dan dikerjakan, dapat menyerap panas, dan tidak mudah menyusut karena pendinginan.

Kebutuhan air pendingin pabrik gliserin sebesar 6481809,131 kg/jam. Sebagai media pendingin, air tidak boleh mengandung:

- Kesadahan/ *hardness*, karena dapat menyebabkan terbentuknya kerak.
- Besi, menyebabkan korosi.
- Silika, menyebabkan terjadinya kerak.
- Minyak, menyebabkan menurunnya efisiensi perpindahan panas dan terjadinya gangguan pada pembentukan *corrothion film*.
- Gas terlarut, menyebabkan terjadinya korosi.

Mengingat kebutuhan air sebagai pendingin cukup besar dan untuk menghemat pemakaian air, maka air pendingin yang telah digunakan didinginkan kembali dalam *cooling tower* sehingga dapat digunakan kembali.

Proses Pengolahan Air

- Air bersih yang berasal dari sumber air sungai dipompa (L-211) dan ditampung dalam bak skimmer (F-212). Dari bak skimmer air dipompa (L-213) ke clarifier (F-214) dan ditambahkan alum. Dari clarifier masuk ke sand filter (F-215), dari sand filter ditampung di bak air bersih (F-216). Sebagian air dari bak air bersih dipompa (L-223) ke bak air pendingin (F-224) dan sebagian lagi dipompa (L-217) ke kolom kation exchanger (D-210 A) kemudian ke kolom anion exchanger (D-210 B) yaitu untuk menghilangkan anion dan kation yang tidak diinginkan yang diperkirakan dapat mengganggu kelancaran kerja pada proses peralatan. Sebagian air lainnya dari bak air bersih dipompa ke bak klorinasi yang kemudian air dari bak klorinasi dipompa ke bak air sanitasi.
- Setelah keluar dari kation anion exchanger diharapkan kadar kation dan anion di dalam air sudah memenuhi syarat sebagai air umpan boiler yang ditampung di bak air lunak (F-218).
- Sebagian air dari bak air lunak dipompa (L-219) ke deaerator (D-221) untuk menghilangkan gas-gas impurities yang masih terikut dalam air umpan boiler

yaitu menggunakan steam sebagai pemanas. Untuk air pendingin dari bak air pendingin (F-224) yang sudah digunakan untuk proses dipompa (L-225) ke cooling tower untuk didinginkan supaya dapat dipakai lagi. Dan begitu pula dengan steam yang telah digunakan yang berupa kondensat akan dikembalikan ke bak air lunak (F-218) untuk diproses kembali.

d. Air proses

Air proses yang dibutuhkan digunakan sebagai air pencuci di alat Rotary Vacuum Filter sebesar 27680,99025 kg/jam.

VIII.2. Unit Penyediaan Steam

Bahan baku pembuatan steam adalah Air Umpan Boiler. Steam yang dibutuhkan dalam proses pembuatan gilserin sebanyak 3274769,058 kg/jam mempunyai kondisi:

- Temperatur : 170°C
- Tekanan : 14,7 psia
- Jenis boiler : Fire tube boiler
- Fungsi : Menghasilkan steam
- Heating surface : 28108,7915 ft²
- Kapasitas boiler : 1065778,7827 Btu/jam
- Rate steam : 9385422,624lb/jam
- Efisiensi : 85%
- Bahan bakar : Diesel oil

Zat-zat yang terkandung di dalam air boiler yang dapat menyebabkan kerusakan pada boiler adalah zat terlarut (*soluble matter*), *suspended solid*, garam-garam Ca dan Mg, silica, sulfat, asam bebas (*free acid*), oksida, dan bahan organik.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh membuih (berbusa)

Busa disebabkan oleh adanya solid matter, suspended matter dan kebasaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa :

- Kesulitan pembacaan tinggi liquida dalam boiler.
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat yang mengakibatkan adanya solid-solid yang menempel dan mengakibatkan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

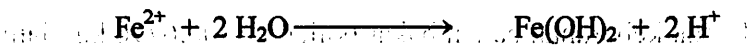
b. Tidak boleh membentuk kerak dalam boiler.

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

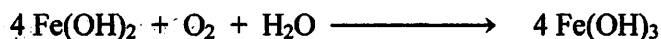
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa.

Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas-gas H_2S , SO_2 , NH_3 , CO_2 , O_2 , yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :

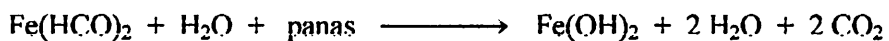
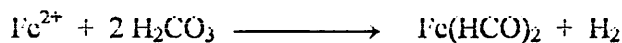


Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO_2 , karena pemanasan dan adanya tekanan. CO_2 yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini membentuk CO_2 lagi.

Reaksi yang terjadi :



Pelunakan air boiler dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralizer (anion dan kation exchanger). Mula-mula air dialirkan ke dalam ion exchanger.

VIII.3. Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pabrik gliserin ini direncanakan disediakan oleh PLN dan generator set. Tenaga listrik yang disediakan dipergunakan untuk menggerakkan motor instrumentasi dan lain-lain.

Total kebutuhan listrik = 297,4092 kWatt

Untuk menjamin kebutuhan kelancaran produksi maka kebutuhan untuk motor penggerak disupply oleh diesel dan listrik untuk penerangan diperoleh dari PLN. Jadi supply kebutuhan listrik:

Power factor untuk diesel = 0,8

$$\text{Power yang dibangkitkan oleh diesel} = \frac{297,4092 \text{ kwatt}}{0,8} = 396,5456 \text{ kwatt}$$

VIII.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

a. Kebutuhan bahan bakar boiler

Untuk kebutuhan bahan bakar boiler = 4308,6796 kg / jam

b. Kebutuhan bahan bakar generator

Untuk kebutuhan bahan bakar generator = 1093,1207 L/hari

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar total} &= \text{bahan bakar boiler} + \text{bahan bakar generator} \\ &= (4308,6796 + 1093,1207) \text{ L/hari} \\ &= 12830,9041 \text{ L/hari} \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan bakar total adalah 12830,9041 L/hari

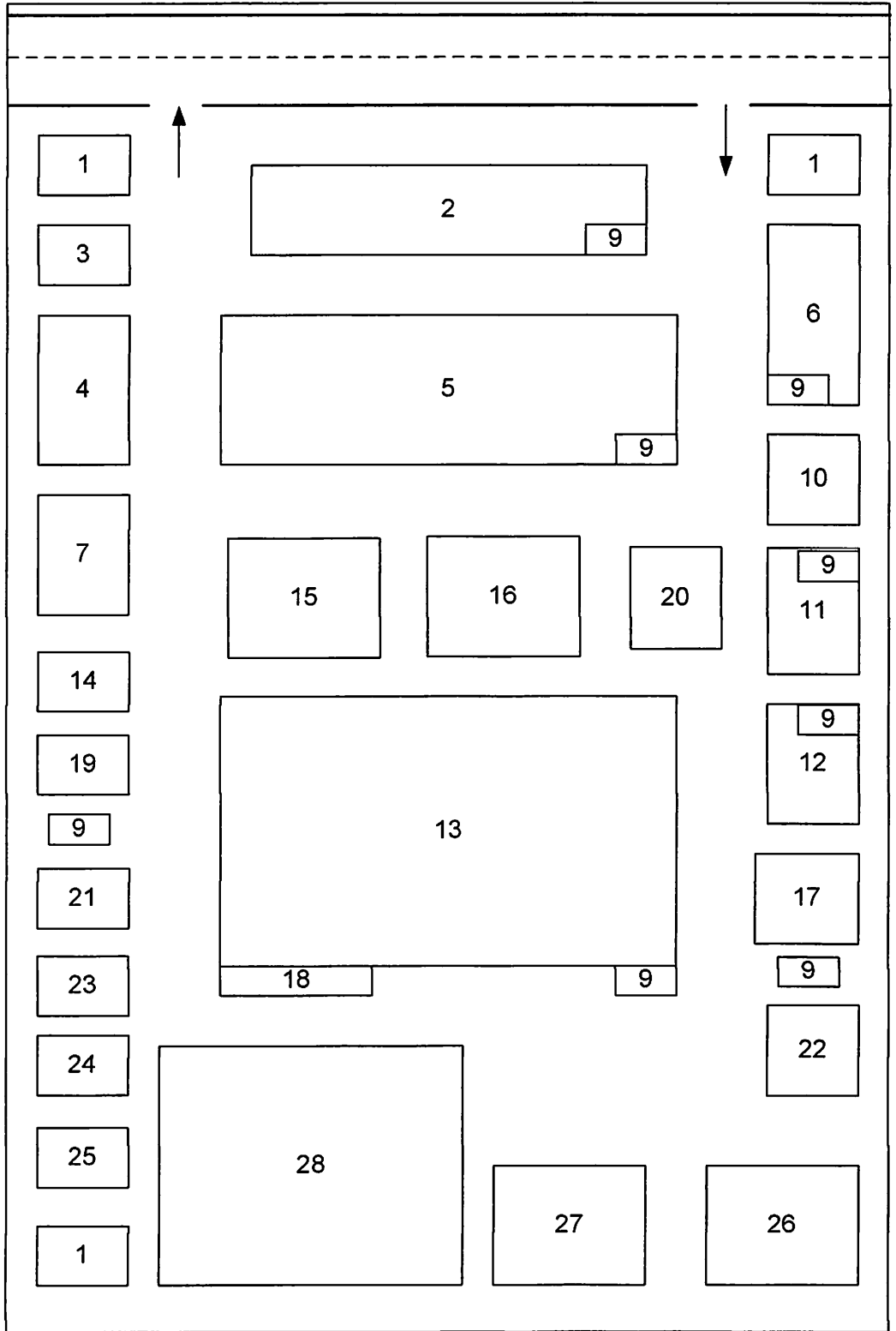
BAB IX

TATA LETAK PABRIK

9.1. Tata Letak Pabrik (Plant Lay Out)

Tata Letak Pabrik adalah suatu peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yang meliputi areal proses, areal penyimpanan, dan areal material handling, sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien. Hal-hal khusus yang harus diperhatikan dalam pengaturan tata letak pabrik (plant lay out) adalah :

- Adanya ruangan yang cukup untuk gerakan pekerja dan pemindahan barang-barang.
- Bentuk dari kerangka bangunan, tembok, dan atap.
- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan air, steam, dan lain-lain.
- Kemungkinan perluasan pabrik di masa mendatang.
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik.
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti ledakan, kebakaran, timbulnya gas atau asap dan lain-lain.
- Pondasi dari bangunan dan peralatan kerja (mesin-mesin).
- Ventilasi yang baik.
- Penerangan ruangan



Gambar 9.1. Tata Letak Pabrik Gliserin

Keterangan:

1. Pos keamanan
2. Taman
3. Parkir kendaraan tamu
4. Parkir kendaraan operasional dan karyawan
5. Kantor pusat
6. Aula
7. Musholla
8. Kantin
9. Toilet
10. Poliklinik
11. Kantor Departemen Produksi
12. Kantor Departemen Teknik
13. Area produksi
14. Pemadam kebakaran
15. Gudang bahan baku
16. Gudang produk
17. Laboratorium pengendalian mutu
18. Ruang kontrol
19. Bengkel
20. Kontrol kualitas
21. Ruang generator
22. Riset dan Pengembangan (RnD)
23. Daerah pembangkit listrik
24. Ruang bahan bakar
25. Ruang boiler
26. Area pengolahan limbah
27. Area pengolahan air
28. Area perluasan pabrik

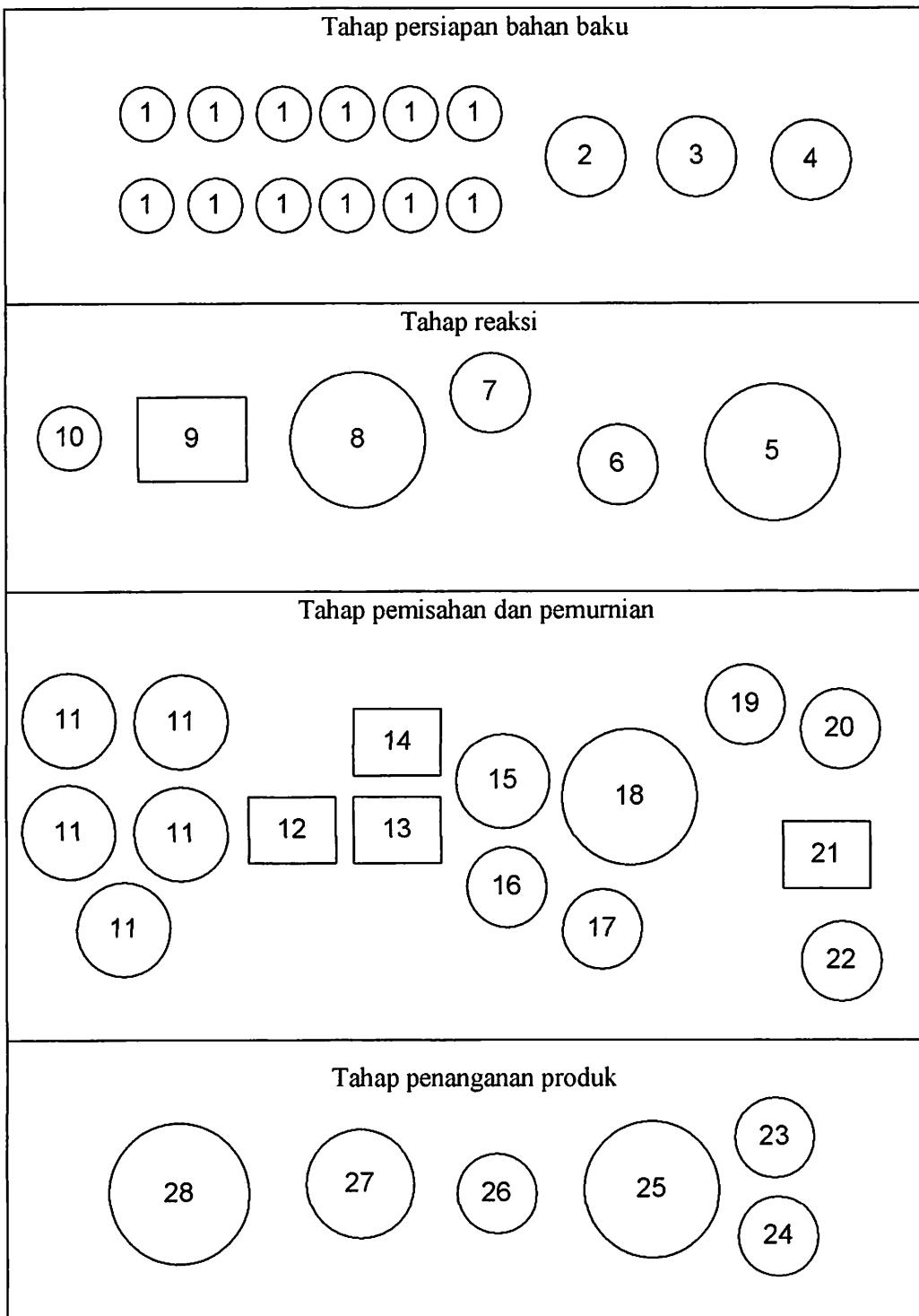
9.2. Tata Letak Peralatan Proses

Dalam pengaturan peralatan (equipment lay out) beberapa faktor yang harus diperhatikan, antara lain :

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

Tata letak peralatan proses berdasarkan atas areal persiapan bahan baku, tahap perlakuan awal, tahap reaksi, tahap pemurnian produk dan tahap penanganan produk.

Tata letak peralatan proses dapat dilihat pada gambar 9.2.



Gambar 9.2. Tata letak peralatan proses pabrik gliserin

Keterangan gambar

No.	Kode alat	Nama Alat
1	F-111	Tangki penyimpan spent soap lye
2	F-113	Tangki penyimpan HCl
3	F-114	Tangki penyimpan FeCl_3
4	F-115	Tangki penyimpan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
5	R-110	Reaktor
6	H-117	Thickener
7	F-121	Tangki penyimpan NaOH
8	R-120	Reaktor
9	H-123	Rotary vakum filter
10	E-125	Heater
11	V-130	Double effect evaporator
12	E-133	Barometrik kondensor
13	G-134	Jet ejektor
14	H-135	Centrifuge
15	E-137	Heater
16	E-141	Kondensor
17	F-143	Akumulator
18	D-140	Destilasi
19	E-141	Reboiler
20	M-150	Mixer
21	H-152	Rotary vakum filter
22	E-154	Heater
23	E-161	Kondensor
24	F-162	Akumulator
25	D-160	Destilasi
26	E-166	Reboiler
27	E-169	Cooler
28	E-170	Tangki penampung gliserin

9.3. Pembagian Areal Tanah

Pembagian luas tanah untuk masing-masing bangunan pada pabrik gliserin adalah sebagai berikut:

Tabel 9.1. Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik

No	Daerah	Ukuran	Luas (m ²)	ft ²
1	Pos Keamanan	(4 x 4) x 3	48	516.6551
2	Taman	20 x 20	400	4305.4595
3	Parkir Kendaraan Tamu	10 x 10	100	1076.3649
4	Parkir Kendaraan Karyawan	20 x 10	200	2152.7297
5	Kantor pusat	50 x 50	2500	26909.1216
6	Aula	15 x 15	225	2421.8209
7	Mushollah	10 x 10	100	1076.3649
8	Kantin	10 x 10	100	1076.3649
9	Toilet	(2 x 2) x 8	32	344.4368
10	Poliklinik	8 x 8	64	688.8735
11	Kantor departemen Produksi	15 x 15	225	2421.8209
12	Kantor departemen Teknik	15 x 15	225	2421.8209
13	Area Proses Produksi	80 x 80	4800	51665.5135
14	Pemadam Kebakaran	10 x 10	100	1076.3649
15	Gudang bahan baku	30 x 30	900	9687.2838
16	Gudang produk	30 x 30	900	9687.2838
17	Laboratorium pengendalian mutu	15 x 15	225	2421.8209
18	Ruang kontrol	8 x 8	64	688.8735
19	Bengkel	15 x 30	450	4843.6419
20	Kontrol kualitas	15 x 15	225	2421.8209
21	Ruang Generator	30 x 30	900	9687.2838
22	Riset and Development	20 x 20	400	4305.4595
23	Daerah Pembangkit Listrik	20 x 20	400	4305.4595
24	Ruang Bahan Bakar	20 x 20	400	4305.4595
25	Ruang Boiler	25 x 20	500	5381.8243
26	Area Pengolahan Limbah	40 x 30	1200	12916.3784
27	Area Pengolahan Air	40 x 20	800	8610.9189
28	Area Perluasan Pabrik	50 x 100	5000	53818.2432
Total luas tanah			21483	231235,4637

BAB X

ORGANISASI PERUSAHAAN

Pada sebuah perusahaan, organisasi dan struktur organisasi merupakan hal yang penting dalam menentukan keberhasilan dan pencapaian tujuan perusahaan. Dengan adanya organisasi di suatu perusahaan maka dapat dilihat suatu sistem birokrasi yang menggambarkan bagaimana setiap pekerjaan dilaksanakan dengan teratur dan dengan penuh tanggung jawab sehingga rencana – rencana kerja dapat dilaksanakan dengan baik serta pengawasan akan lebih mudah dilakukan.

Struktur organisasi merupakan susunan yang terdiri dari fungsi – fungsi dan hubungan – hubungan yang menyatakan keseluruhan kegiatan untuk mencapai suatu tujuan. Secara fisik struktur organisasi dapat dinyatakan dalam bentuk gambar bagan yang memperlihatkan hubungan unit – unit organisasi dan garis – garis wewenang yang ada.

Dengan demikian struktur organisasi dapat didefinisikan sebagai ciri organisasi yang dapat dipergunakan untuk mengendalikan dan membedakan bagian – bagian organisasi, sehingga perilaku organisasi dapat secara efektif dan efisien tersalurkan dan terkendali arahnya untuk menuju tercapainya tujuan organisasi.

10.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik gliserin ini merupakan suatu perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT), pemilihan bentuk perusahaan ini didasarkan pada pertimbangan berikut:

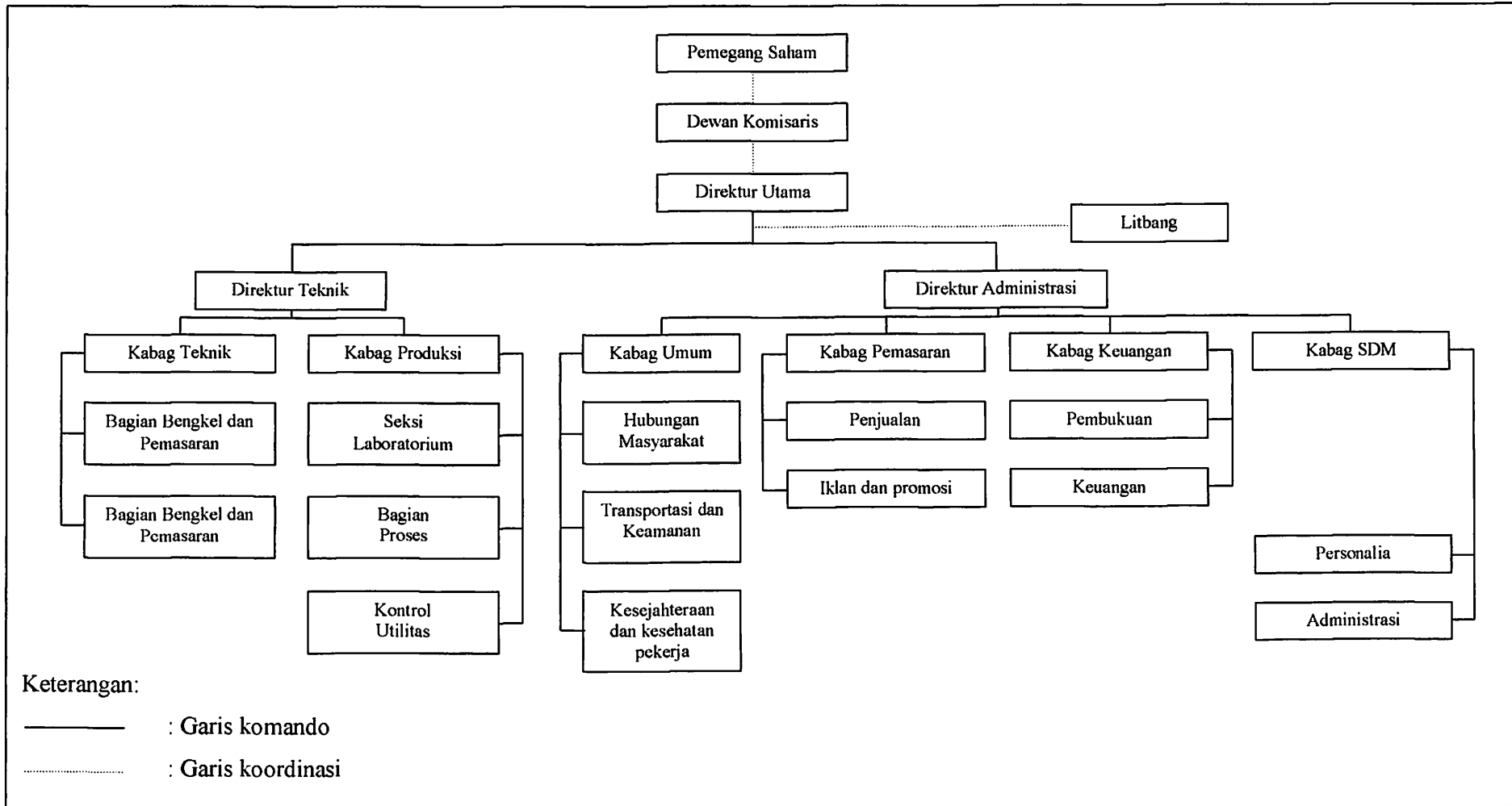
- a. Mudah mendapatkan modal dari penjual saham.
- b. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran perusahaan dipegang oleh pemimpin perusahaan.
- c. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, dimana:
 - Pemilik perusahaan adalah pemegang saham
 - Pengurus perusahaan adalah direksi dan staff
 - Perusahaan diawasi oleh dewan komisaris.
- d. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, sebab tidak terpengaruh dengan berhentinya seorang pemegang saham, direksi atau karyawan.
- e. Efisiensi manajemen.

- f. Lapangan usaha luas.

10.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi perusahaan ini adalah garis dan staf. Alasan pemakaian struktur ini adalah:

- a. Digunakan oleh bentuk perusahaan besar.
- b. Hubungan atasan dan bawahan tidak seluruhnya secara langsung.
- c. Pembagian tugas yang jelas.
- d. Kerjasama dan koordinasi dapat dilaksanakan dengan jelas.
- e. Staffing dilaksanakan sesuai dengan prinsip the right on the right place.
- f. Terdapat kesatuan pemimpin dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik.



Gambar 10.1 Struktur Organisasi Perusahaan

10.3. Pembagian Tugas Dan Tanggung Jawab

1. Pemegang saham

Adalah beberapa orang yang bertugas mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham adalah pemilik perusahaan dengan batasan sesuai dengan jumlah saham yang dimilikinya, sedangkan kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan saham paling sedikit satu tahun. Kekuasaan tertinggi terletak pada pemegang saham dan merekalah yang memilih direktur dan dewan komisaris dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) serta menentukan gaji direktur tersebut.

2. Dewan komisaris

Adalah organ Perseroan yang berfungsi untuk melakukan pengawasan serta memberikan nasehat kepada direktur dalam menjalankan kepengurusannya agar sesuai dengan maksud dan tujuan serta kepentingan Perseroan.

Dewan komisaris diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan setiap waktu oleh/dalam RUPS apabila bertindak bertentangan dengan anggaran dasar atau kepentingan perseroan.

Tugas Dewan Komisaris

- a. Memberikan pendapat dan saran kepada RUPS apabila terjadi gejala menurunnya kinerja perusahaan.
- b. Memberikan nasehat kepada direktur utama dalam kepengurusan perusahaan.
- c. Melaksanakan tugas pengawasan lain yang ditetapkan dalam Anggaran dasar Perseroan.
- d. Mendorong manajemen mematuhi hukum dan ketentuan perusahaan.

Tanggungjawab Dewan Komisaris :

- a. Pengarahan strategis bisnis.
- b. Melakukan pengawasan untuk memastikan perusahaan dijalankan oleh eksekutif dan manajer terbaik, memastikan perusahaan memiliki informasi, pengendalian dan sistem audit yang mencukupi dan bekerja baik, memastikan perusahaan mematuhi hukum dan nilai-nilai yang berlaku serta mencegah dan menangani krisis dalam perusahaan.

3. **Direktur Utama**

Adalah pimpinan perusahaan yang bertanggung jawab pada dewan komisaris dan membawahi:

- a. Direktur teknik dan produksi.
- b. Direktur keuangan dan administrasi.

Tugas dan wewenang direktur utama:

- a. Bertanggung jawab terhadap dewan komisaris.
- b. Menetapkan kebijakan peraturan dan tata tertib baik ke luar maupun ke dalam perusahaan.
- c. Mengkoordinasi tugas dan fungsi antara direktur teknik dan produksi dengan direktur keuangan dan administrasi.
- d. Mengatur melaksanakan pemasaran yang telah ditetapkan.
- e. Melakukan pelaksanaan atas kegiatan perusahaan.
- f. Melakukan kebijaksanaan umum menurut anggaran dasar.
- g. Bertanggung jawab atas kelancaran perusahaan.

4. **Penelitian dan pengembangan (Litbang)**

Litbang adalah staf direktur utama yang terdiri dari ahli teknik dan ahli ekonomi.

Tugas dan wewenang Litbang:

- a. Memberi nasihat dan informasi mengenai masalah teknik dan ekonomi kepada direktur utama.
- b. Membantu direktur utama dalam bidang penelitian dan pengembangan organisasi perusahaan, teknik proses dan sebagainya sehingga dapat memajukan perusahaan.

5. **Direktur teknik dan produksi**

Direktur teknik dan produksi bertanggung jawab kepada direktur utama.

Direktur teknik dan produksi memiliki tugas sebagai berikut:

- a. Menyelenggarakan kebijaksanaan putusan direktur utama pada bidang teknik dan produksi, baik dalam hal produksi, peralatan pabrik, alat-alat produksi dan utilitas.
- b. Melaksanakan tanggung jawab Direktur Utama yang dilimpahkan kepadanya sesuai dengan anggaran dasar.

6. **Direktur administrasi**

Direktur administrasi bertanggung jawab kepada direktur utama. Direktur administrasi memiliki tugas sebagai berikut:

- a. Menyelenggarakan kebijaksanaan putusan dewan komisaris mengenai administrasi keuangan.
- b. Melaksanakan tanggung jawab direksi utama yang dilimpahkan kepadanya sesuai dengan anggaran dasar.

7. **Kepala bagian**

Kepala bagian terdiri dari:

a. Kepala bagian teknik:

- Bertanggung jawab terhadap direktur teknik dan produksi.
- Sebagai koordinator dan bertanggung jawab penuh terhadap kelancaran kegiatan yang bersifat teknis.
- Merumuskan kebijaksanaan strategis dalam bidang teknik.
- Mengkoordinasi terlaksananya kegiatan operasional termasuk pemeliharaan mesin-mesin, peralatan teknik, proses serta utilitas.

Kepala bagian teknik membawahi:

Seksi bengkel dan pemeliharaan yang bertugas:

- Mengadakan perbaikan alat-alat produksi yang rusak.
- Mengadakan pemeliharaan gedung, taman dan peralatan proses produksi.

Seksi utilitas yang bertugas:

- Bertanggung jawab atas peralatan utilitas.
- Mengawasi dan mengatur pelaksanaan air untuk produksi, air sanitasi, kebutuhan bahan bakar dan listrik untuk perusahaan.

b. Kepala bagian produksi:

- Bertanggung jawab terhadap direktur teknik dan produksi.
- Sebagai koordinator dan bertanggung jawab penuh terhadap kelancaran kegiatan produksi.

Kepala bagian produksi membawahi:

Seksi laboratorium yang bertugas:

- Mengadakan riset terhadap produk.

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku, bahan penunjang dan produk agar didapatkan kualitas produk yang diinginkan perusahaan dan konsumen.

Seksi proses yang bertugas:

- Bertanggung jawab atas jalannya masing-masing proses produksi.
- Mengatur dan mengawasi jalannya proses produksi yang terjadi serta realisasi rencana.

Seksi kontrol kualitas yang bertugas:

- Mengawasi dan mengontrol kualitas produk yang dihasilkan perusahaan sebelum dipasarkan, agar produk memiliki kualitas sesuai standar yang telah ditetapkan.

c. Kepala bagian umum

- Bertanggung jawab kepada direktur administrasi dalam bidang hubungan masyarakat, transportasi dan keamanan serta kesejahteraan dan kesehatan pekerja.

Kepala bagian umum membawahi:

Seksi hubungan masyarakat yang bertugas:

- Melaksanakan hubungan baik dengan masyarakat yang ada di luar perusahaan dan para pekerja perusahaan mulai dari keamanan, kebersihan dan pengelolaan lainnya yang berhubungan dengan pekerja dan masyarakat sekitar perusahaan.

Seksi transportasi dan keamanan yang bertugas:

- Mengatur transportasi karyawan ketempat mereka dipekerjakan.
- Mengatur dan menjaga ketertiban dan keamanan dalam lingkungan perusahaan.
- Mengawasi tiap orang yang keluar dan masuk perusahaan.

Seksi kesejahteraan dan kesehatan pekerja yang bertugas:

- Menjaga dan memperhatikan kesehatan karyawan.
- Menyediakan tempat dan tenaga ahli untuk menangani karyawan yang terluka atau memerlukan bantuan kesehatan saat jam kerja berlangsung.
- Bertugas memberikan tes kesehatan kepada karyawan baru.

d. Kepala bagian pemasaran

- Bertanggung jawab kepada direktur administrasi dalam bidang pemasaran hasil produksi perusahaan.

Kepala bagian pemasaran membawahi:

Seksi penjualan yang bertugas:

- Sebagai koordinator dan bertanggung jawab penuh terhadap kelancaran kegiatan pemasaran.
- Merumuskan kebijaksanaan strategis dalam bidang penjualan.
- Mengadakan negosiasi dan transaksi dengan calon investor.
- Mengembangkan marketing network.
- Merencanakan dan melaksanakan riset terhadap pasar dan produk.

Seksi iklan dan promosi yang bertugas:

- Melaksanakan dan meningkatkan kegiatan promosi agar dapat menarik minat konsumen.
- Memperkenalkan produk perusahaan kepada konsumen yang membutuhkan satau pabrik-pabrik lain yang menggunakan produk sebagai bahan baku atau bahan pembantu.

e. Kepala bagian keuangan

- Bertanggung jawab kepada direktur administrasi dalam bidang keuangan.

Kepala bagian keuangan membawahi:

Seksi pembukuan yang bertugas:

- Membukukan segala transaksi atau aktiitas keuangan yang terjadi di perusahaan.

Seksi keuangan yang bertugas:

- Sebagai koordinator dan bertanggung jawab penuh mengenai administrasi dan pengelolaan keuangan perusahaan.
- Merumuskan kebijaksanaan strategis dalam pengelolaan keuangan.
- Mengelola keuangan, perpajakan, dan asuransi serta akuntansi perusahaan.
- Mengesahkan sebatas kewenangan bukti-bukti pengeluaran dan penerimaan sesuai dengan sistem dan prosedur keuangan yang berlaku.
- Membayar gaji pegawai.

f. Kepala bagian personalia

- Bertanggung jawab kepada direktur administrasi dalam bidang sumber daya manusia.

Seksi personalia yang bertugas:

- Penerimaan dan pemberhentian karyawan.
- Mengadakan pendidikan dan latihan kerja bagi karyawan.
- Penempatan dan kesejahteraan karyawan.

Seksi administrasi yang bertugas:

- Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi peralatan kantor serta masalah perpajakan dan semua masalah yang berhubungan dengan administrasi perusahaan.

10.4. Jadwal jam kerja

Pabrik direncanakan bekerja atau beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam dalam sehari, sisanya digunakan untuk perbaikan dan perawatan serta shut down.

Pembagian kerja untuk pegawai sebagai berikut:

a. Untuk pegawai non shift

Bekerja selama 6 hari 45 jam dalam seminggu, sedangkan hari minggu dan hari besar libur.

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut:

- Senin-Kamis : 08.00-16.00 (Istirahat : 12.00-13.00)
- Jumat : 08.00-16.00 (Istirahat : 11.00-13.00)
- Sabtu : 07.00-12.00

b. Untuk pegawai shift

Sehari bekerja 24, terdiri dalam 3 shift, yaitu:

- Shift 1 : Jam 06.00-14.00
- Shift 2 : Jam 14.00-22.00
- Shift 3 : Jam 22.00-06.00

Untuk memenuhi kebutuhan pabrik, karyawan shift dibagi menjadi 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu libur. Jadwal kerja masing-masing regu dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 10.1 Jadwal Kerja Pegawai Shift

HARI	REGU			
	1	2	3	4
1	Pagi	Siang	Malam	-
2	Pagi	Siang	-	Malam
3	Pagi	-	Siang	Malam
4	-	Pagi	Siang	Malam
5	Malam	Pagi	Siang	-
6	Malam	Pagi	-	Siang
7	Malam	-	Pagi	Siang
8	-	Malam	Pagi	Siang
9	Siang	Malam	Pagi	-
10	Siang	Malam	-	Pagi
11	Siang	-	Malam	Pagi
12	-	Siang	Malam	Pagi

10.5. Jaminan Sosial

Kesejahteraan karyawan pabrik gliserin diberikan oleh perusahaan berupa kesejahteraan karyawan, fasilitas, pengobatan, cuti, libur resmi dan libur tidak masuk kerja.

Kesejahteraan karyawan yang diberikan oleh perusahaan, antara lain:

- a. Poliklinik dan ambulance
- b. Tunjangan lembur, tunjangan hari raya, tunjangan karyawan berprestasi, tunjangan hari tua dan askes.
- c. Adanya koperasi yang menyediakan bahan pokok dan pinjaman,
- d. Pemberian makan bagi seluruh karyawan.

Fasilitas yang diberikan oleh perusahaan, antara lain:

- a. Kendaraan roda empat bagi direktur.
- b. Kendaraan roda dua bagi kepala bagian.
- c. Kendaraan antar jemput bagi para kepala seksi dan karyawan bawahan.

Pengobatan yang diberikan oleh perusahaan, antara lain:

- a. Karyawan yang mengalami gangguan kesehatan atau kecelakaan dalam melaksanakan tugasnya untuk perusahaan akan mendapatkan penggantian ongkos pengobatan sepenuhnya.
- b. Pengobatan ringan dapat dilakukan di poliklinik perusahaan diberikan kepada tenaga kerja yang membutuhkan.

- c. Untuk pengobatan berat diberikan pengganti biaya sebesar 50% secara langsung kepada rumah sakit, dokter dan apotik yang bersangkutan yang telah ditentukan oleh perusahaan.

Cuti yang diberikan oleh perusahaan, antara lain:

- a. Bagi karyawan tetap setelah bekerja 12 bulan, berhak atas cuti tahunan paling banyak 12 hari kerja dengan mengajukan permohonan 1 minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan ijinnya.
- b. Cuti hamil selama 2 bulan dengan mengajukan permohonan secara tertulis selambat-lambatnya satu minggu sebelumnya dengan disertai surat keterangan dari dokter atau bidan yang merawat.
- c. Cuti untuk keperluan dinas atas perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan.

Hari libur resmi yang diberikan oleh perusahaan, antara lain:

- a. Libur diberikan pada hari-hari libur resmi yang telah ditetapkan pemerintah.
- b. Apabila diperlukan, karyawan dapat diminta untuk bekerja pada hari libur resmi tersebut dengan diperhitungkan sebagai kerja lembur.

Tidak masuk kerja yang diberikan oleh perusahaan, antara lain:

- a. Karyawan dapat diberikan izin untuk tidak masuk kerja dalam hal-hal sebagai berikut:
 - Pernikahan sendiri : 2 hari
 - Pernikahan anak : 2 hari
 - Istri melahirkan : 2 hari
 - Mengkhitan/baptis anak : 2 hari
 - Keluarga meninggal : 2 hari

Dengan terlebih dahulu mengajukan permohonan tidak masuk kerja dengan bukti yang sah.

- b. Bagi karyawan yang tidak masuk kerja dengan alasan diluar yang ditentukan perusahaan harus mengisi formulir permohonan tidak masuk kerja dan mendapat persetujuan dari kepala bagian.

10.6. Status karyawan dan sistem upah

Dalam suatu pabrik atau perusahaan, sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, tingkat pendidikan, besar-kecilnya kedudukan, tanggung jawab dan keahlian.

1. Karyawan tetap

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

2. Karyawan borongan

Karyawan borongan adalah pekerja yang dipergunakan 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 membawahnya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

10.7. Perincian jumlah tenaga kerja

Pabrik beroperasi 330 hari dalam setahun dengan kapasitas 50.000 ton/tahun.

Kapasitas pabrik = 50.000 ton/tahun = 151,5 ton/hari

Dari Timmerhouse, fig.6-8 hal. 198 diperoleh:

Jumlah karyawan pabrik gliserin adalah 53 orang.jam/hari/tahapan.

Karena ada 7 tahapan proses dalam pabrik gliserin, maka diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah karyawan} &= 53 \text{ orang.jam/hari/tahapan} \times 7 \text{ tahapan} \\ &= 371 \text{ orang.jam/hari} \end{aligned}$$

Dalam 1 shift jam kerjanya ialah 8 jam, sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah karyawan} &= (371 \text{ orang.jam/hari} / 8 \text{ jam/shift}) \times 1 \text{ hari} \\ &= 46 \text{ orang/shift} \end{aligned}$$

Untuk memenuhi kebutuhan maka akan dibagi menjadi 4 regu, 3 regu bekerja dan satu regu libur. Sehingga jumlah total karyawan operasional yang dibutuhkan ialah:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah karyawan} &= 46 \text{ orang/shift} \times 3 \text{ shift} \\ &= 138 \text{ orang} \end{aligned}$$

Jadi tenaga operasional yang dibutuhkan pabrik gliserin adalah 138 orang.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah karyawan nonshift} &= (371-138) \text{ orang} \\ &= 233 \text{ orang} \end{aligned}$$

Sehingga jumlah karyawan seluruhnya adalah = (233 + 138) orang = 371 orang.

Tabel 10.2. Jabatan dan Tingkat Pendidikan Tenaga Kerja

No.	Jabatan	SMP	SMA	D1-D3	S1/S2	S2/S3
1.	Direktur Utama					1
2.	Direktur Teknik					1
3.	Direktur keuangan					1
4.	Staf Litbang				1	
5.	Kepala bagian Produksi				1	
6.	Kepala bagian teknik				1	
7.	Kepala bagian umum				1	
8.	Kepala bagian keuangan				1	
9.	Kepala bagian sumber daya manusia				1	
10.	Kepala bagian pemasaran				1	
11.	Kepala seksi proses				1	
12.	Kepala seksi Laboratorium				1	
13.	Kepala seksi Kontrol dan kualitas				1	
14.	Kepala seksi Utilitas				1	
15.	Kepala seksi Bengkel dan pemeliharaan				1	
16.	Kepala seksi Personalia				1	
17.	Kepala seksi Humas				1	
18.	Kepala seksi Keamanan dan transportasi		1			
19.	Kepala seksi Kesejahteraan dan kesehatan				1	
20.	Kepala seksi Administrasi				1	
21.	Kepala seksi Pembukuan				1	
22.	Kepala seksi Keuangan				1	
23.	Kepala seksi gudang				1	
24.	Karyawan proses	190				
25.	Karyawan Laboratorium		10			
26.	Karyawan Kontrol dan kualitas			10		
27.	Karyawan Utilitas			10		
28.	Karyawan Bengkel dan pemeliharaan			15		
29.	Karyawan Personalia		10			
30.	Karyawan Humas			8		
31.	Karyawan Keamanan dan transportasi		15			
32.	Karyawan Kesejahteraan dan kesehatan			8		

33.	Karyawan Administrasi			5		
34.	Karyawan Pembukuan			5		
35.	Karyawan Keuangan			5		
36.	Karyawan gudang		10			
37.	Karyawan kebersihan	15				
38.	Sopir		8			
39.	Sekretaris			10		
40.	Karyawan pemadam kebakaran		15			
41.	Dokter				5	
Jumlah		205	68	76	19	3

10.8. Gaji Karyawan

Tabel 10.2. Daftar gaji karyawan per Bulan

Jabatan	Jumlah	Gaji/orang/bulan (Rp)	Total
Direktur Utama	1	Rp 12,000,000.00	Rp 12,000,000.00
Direktur Teknik	1	Rp 10,000,000.00	Rp 10,000,000.00
Direktur keuangan	1	Rp 8,000,000.00	Rp 8,000,000.00
Staf Litbang	1	Rp 3,000,000.00	Rp 3,000,000.00
Kepala bagian Produksi	1	Rp 6,500,000.00	Rp 6,500,000.00
Kepala bagian teknik	1	Rp 6,500,000.00	Rp 6,500,000.00
Kepala bagian umum	1	Rp 6,500,000.00	Rp 6,500,000.00
Kepala bagian keuangan	1	Rp 6,500,000.00	Rp 6,500,000.00
Kepala bagian sumber daya manusia	1	Rp 6,500,000.00	Rp 6,500,000.00
Kepala bagian pemasaran	1	Rp 6,500,000.00	Rp 6,500,000.00
Kepala seksi proses	1	Rp 6,500,000.00	Rp 6,500,000.00
Kepala seksi Laboratorium	1	Rp 5,000,000.00	Rp 5,000,000.00
Kepala seksi Kontrol dan kualitas	1	Rp 5,000,000.00	Rp 5,000,000.00
Kepala seksi Utilitas	1	Rp 5,000,000.00	Rp 5,000,000.00
Kepala seksi Bengkel dan pemeliharaan	1	Rp 5,000,000.00	Rp 5,000,000.00
Kepala seksi Personalia	1	Rp 5,000,000.00	Rp 5,000,000.00
Kepala seksi Humas	1	Rp 6,500,000.00	Rp 6,500,000.00
Kepala seksi Keamanan dan transportasi	1	Rp 3,500,000.00	Rp 3,500,000.00
Kepala seksi Kesejahteraan dan kesehatan	1	Rp 3,500,000.00	Rp 3,500,000.00
Kepala seksi Administrasi	1	Rp 4,500,000.00	Rp 4,500,000.00
Kepala seksi Pembukuan	1	Rp 4,500,000.00	Rp 4,500,000.00
Kepala seksi Keuangan	1	Rp 4,500,000.00	Rp 4,500,000.00
Kepala seksi gudang	1	Rp 3,500,000.00	Rp 3,500,000.00
Karyawan proses	190	Rp 1,200,000.00	Rp 228,000,000.00
Karyawan Laboratorium	10	Rp 2,000,000.00	Rp 20,000,000.00
Karyawan Kontrol dan kualitas	10	Rp 2,000,000.00	Rp 20,000,000.00
Karyawan Utilitas	10	Rp 2,000,000.00	Rp 20,000,000.00

Karyawan Bengkel dan pemeliharaan	15	Rp 2,000,000.00	Rp 30,000,000.00
Karyawan Personalia	10	Rp 2,000,000.00	Rp 20,000,000.00
Karyawan Humas	8	Rp 2,000,000.00	Rp 16,000,000.00
Karyawan Keamanan dan transportasi	15	Rp 1,500,000.00	Rp 22,500,000.00
Karyawan Kesejahteraan dan kesehatan	8	Rp 1,500,000.00	Rp 12,000,000.00
Karyawan Administrasi	5	Rp 1,500,000.00	Rp 7,500,000.00
Karyawan Pembukuan	5	Rp 1,500,000.00	Rp 7,500,000.00
Karyawan Keuangan	5	Rp 1,500,000.00	Rp 7,500,000.00
Karyawan gudang	10	Rp 1,500,000.00	Rp 15,000,000.00
Karyawan kebersihan	15	Rp 1,200,000.00	Rp 18,000,000.00
Sopir	8	Rp 1,500,000.00	Rp 12,000,000.00
Sekretaris	10	Rp 2,500,000.00	Rp 25,000,000.00
Karyawan pemadam kebakaran	15	Rp 1,500,000.00	Rp 22,500,000.00
Dokter	5	Rp 2,000,000.00	Rp 10,000,000.00
T o t a l			Rp 647,500,000.00

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan menguntungkan atau tidak. Oleh karena itu di dalam pra rencana pabrik Ammonium Klorida ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Gliserin tersebut. Cara untuk mengetahui jumlah investasi yang dibutuhkan oleh pabrik Gliserin dapat menggunakan beberapa cara, antara lain :

1. *Internal rate of return* (IRR)
2. *Pay out Time* (POT)
3. *Break Even Point* (BEP)
4. *Retrn of Invesment* (ROI)

Untuk meninjau metode-metode diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa hal yang menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses.

11.1 Faktor – faktor Penentu

11.1.1 Total Capital Investment (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 Investment*

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 kontrol
- 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 supervisi
- Konstruksi
- Biaya kontraktor
- Biaya tak terduga (*contingency*)

2. *Work Capital Investment*

Yaitu semua biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan pabrik, dimana biaya 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 : $TCI = FCI + WCI$

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 biaya 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 variabel (SVC)

Yaitu biaya yang bervariasi tetapi 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 terdapat beberapa cara untuk mengkonversi harga suatu alat yang sama beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Harga alat pada pabrik Gliserin ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada literatur Peter and Timmerhaus serta G.D. Ulrich.

E.7. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

a. Biaya Langsung (DC)

1.	Harga peralatan		(E) =	Rp.	28,384,737,475.00
2.	Instrument dan alat kontrol	20%	E =	Rp.	5,676,947,495.00
3.	Isolasi	8%	E =	Rp.	2,270,778,998.00
4.	Perpipaan terpasang	20%	E =	Rp.	5,676,947,495.00
5.	Listrik terpasang	15%	E =	Rp.	4,257,710,621.25
6.	Harga FOB	(jumlah 1-5)	(F) =	Rp.	46,267,122,084.24
7.	Ongkos angkutan kapal laut	15%	F =	Rp.	6,940,068,312.64
8.	Harga C dan F	(jumlah 6-7)	(G) =	Rp.	53,207,190,396.88
9.	Biaya asuransi	1%	G =	Rp.	532,071,903.97
10.	Harga CIF	(jumlah 8-9)	(H) =	Rp.	53,739,262,300.85
11.	Biaya angkut barang ke plant	15%	H =	Rp.	8,060,889,345.13
12.	Pemasangan alat	45%	E =	Rp.	12,773,131,863.75
13.	Bangunan pabrik	25%	E =	Rp.	7,096,184,368.75
14.	Service facilities	50%	E =	Rp.	14,192,368,737.50
15.	Tanah	5%	E =	Rp.	1,419,236,873.75
16.	Biaya langsung (DC)	(jumlah 10-15)	=	Rp.	97,281,073,489.72

b. Biaya Tak Langsung (IC)

17.	Engineering dan Supervisi	10%	DC =	Rp.	9,728,107,348.97
18.	Konstruksi	10%	DC =	Rp.	9,728,107,348.97
	Total Modal Tak Langsung (IC)		=	Rp.	19,456,214,697.94

c. Fixed Capital Investment (FCI)

$$\begin{aligned}
 \text{FCI} &= \text{DC} + \text{IC} \\
 &= \text{Rp}97,281,073,490 + \text{Rp}19,456,214,698 \\
 &= \text{Rp}116,737,288,188
 \end{aligned}$$

d. Working Capital Investment (WCI)

$$\begin{aligned}
 \text{WC} &= 15\% \times \text{FCI} \\
 &= 15\% \times \text{Rp}116,737,288,188 \\
 &= \text{Rp}17,510,593,228
 \end{aligned}$$

e. Total Capital Investment (TCI)

$$\begin{aligned}
 \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WC} \\
 &= \text{Rp}116,737,288,188 + \text{Rp}17,510,593,228
 \end{aligned}$$

= Rp134,247,881,416

f. Modal Perusahaan

Modal sendiri (MS) 60% TCRp80,548,728,849

Modal pinjaman (MP) 40% TCRp53,699,152,566

Penentuan Total Production Cost (TPC)

a. Biaya Produksi Langsung (Direct Production Cost/DPC)

- Bahan Baku	=	Rp.	369,005,612,477.27
- Tenaga Kerja	(TK) =	Rp.	7,770,000,000.00
- Supervisi	15% TK =	Rp.	1,165,500,000.00
- Utilitas	=	Rp.	147,442,631,608.80
- Pemeliharaan dan perbaikan (PP	7% FCI =	Rp.	8,171,610,173.14
- Penyediaan operasi	15% PP =	Rp.	1,225,741,525.97
- Laboratorium	15% PP =	Rp.	1,225,741,525.97
- Patent dan Royalti	1% TPC =	Rp.	0,01 TPC
Biaya Produksi Langsung	=	Rp.	536,006,837,311.15
			+ 0,01 TPC

b. Biaya Tetap (Fixed Cost/FC)

- Depresiasi alat	10% FCI =	Rp.	11,673,728,818.77
- Depresiasi bangunan	10% FCI =	Rp.	11,673,728,818.77
- Pajak kekayaan	20% FCI =	Rp.	23,347,457,637.53
- Asuransi	0.6% FCI =	Rp.	700,423,729.13
- Bunga bank	12.5% MP =	Rp.	6,712,394,070.79
Biaya Tetap (Fixed Cost/FC)	=	Rp.	54,107,733,074.98

c. Biaya Overhead Pabrik

Biaya Overhead	TK + PP =	Rp.	13,610,610,173.14
----------------	-----------	-----	-------------------

d. Biaya pengeluaran Pengeluaran Umum (General Expences/GE)

- Biaya Administrasi	15% PP =	Rp.	183,861,228.90
- Biaya distribusi dan pemasaran	5% TPC =	Rp.	0,005 TPC
- Biaya LITBANG	5% TPC =	Rp.	0,005 TPC
Biaya Pengeluaran Umum (GE)	=	Rp.	183,861,228.90
			+ 0,1 TPC

e. Biaya Produksi Total (TPC)

$$\begin{aligned} \text{TPC} &= \text{DPC} + \text{FC} + \text{Biaya Overhead} + \text{GE} \\ &= \text{Rp}603,909,041,788 \quad + \quad \text{TPC} \end{aligned}$$

$$\text{TPC} = \text{Rp}678,549,485,155$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, DPC} &= \text{Rp}536,006,837,311 \quad 0.01 \text{ TPC} \\ &= \text{Rp}542,792,332,163 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{GE} &= \text{Rp}183,861,229 \quad 0.1 \text{ TPC} \\ &= \text{Rp}68,038,809,744 \end{aligned}$$

ANALISA PROFITABILITAS

Sesuai dengan Undang-Undang Pajak Penghasilan tahun 1984 (UU no. 7/1983) dan Undang-undang ketentuan umum dan tata cara perpajakan (UU no.6/1983) :

- 15% untuk laba sampai Rp. 25.000.000,-
- 25% untuk laba sampai Rp. 50.000.000,-
- 40% untuk laba > Rp. 50.000.000,-

Asumsi yang diambil adalah :

- a. Bunga kredit sebesar 12.5%
- b. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun
- c. Umur pabrik 10 tahun
- d. Kapasitas produksi :
 - Tahun I : 60% produksi total
 - Tahun II : 80% produksi total
 - Tahun III : 100% produksi total

1. Laba Perusahaan

Laba Perusahaan, yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk.

$$\text{Total penjualan per tahun} = \text{Rp}750,000,035,640 \quad (\text{kapasitas } 100\%)$$

$$\begin{aligned} \text{Laba kotor} &= \text{Harga Jual} - \text{Biaya Produksi} \\ &= \text{Rp}750,000,035,640 - \text{Rp}678,549,485,155 \\ &= \text{Rp}71,450,550,484 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak penghasilar} &= 40\% \times \text{Laba kotor} \\ &= 40\% \times \text{Rp}71,450,550,484 \\ &= \text{Rp}28,580,220,194 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laba Bersih} &= \text{Laba kotor} - \text{Pajak penghasilan} \\ &= \text{Rp}71,450,550,484 - \text{Rp}28,580,220,194 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp}42,870,330,291$$

Nilai penerimaan Cash Flow sebelum pajak (C_{Abl}) :

$$\begin{aligned} C_{Abl} &= \text{Laba kotor} + \text{Depresiasi alat} \\ &= \text{Rp}71,450,550,484 + \text{Rp}11,673,728,819 \\ &= \text{Rp}83,124,279,303 \end{aligned}$$

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (C_{Aat}) :

$$\begin{aligned} C_{Aat} &= \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat} \\ &= \text{Rp}42,870,330,291 + \text{Rp}11,673,728,819 \\ &= \text{Rp}54,544,059,109 \end{aligned}$$

2. Laju Pengembalian Modal (ROI)

ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan laba tahunan sebagai usaha untuk mengembalikan modal.

a. ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned} ROI_{BT} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal tetap}} \times \\ &= \frac{\text{Rp}71,450,550,484}{\text{Rp}116,737,288,188} 100\% = 61\% \end{aligned}$$

b. ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} ROI_{AT} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal tetap}} \times \\ &= \frac{\text{Rp}42,870,330,291}{\text{Rp}116,737,288,188} 100\% \\ &= 37\% \quad \text{dari modal investasi} \\ &= 37\% \times \text{Rp}134,247,881,416 = \text{Rp}49,300,879,834 \end{aligned}$$

3. Lama Pengembalian Modal (POT)

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

$$\begin{aligned} POT_{BT} &= \frac{\text{Modal tetap}}{\text{Cash flow sebelum pajak}} 1 \text{ tahun} \\ &= \frac{\text{Rp}116,737,288,188}{\text{Rp}83,124,279,303} 1 \text{ tahun} \\ &= 1.4 \text{ tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{POT}_{\text{AT}} &= \frac{\text{Modal tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \text{ 1 tahun} \\
 &= \frac{\text{Rp116,737,288,188}}{\text{Rp54,544,059,109}} \text{ 1 tahun} \\
 &= 2.14 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

4. Break Event Point (BEP)

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

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

a. Biaya Tetap (FC)

$$\text{FC} = \text{Rp54,107,733,075}$$

b. Biaya Variabel (VC)

$$\text{Bahan Baku pertahun} = \text{Rp342,202,105,448}$$

$$\text{Biaya Utilitas pertahun} = \text{Rp55,342.782,317}$$

$$\text{Total Biaya Variabel (VC)} = \text{Rp397,544,887,765}$$

c. Biaya Semi Variabel (SVC)

$$\text{Biaya Umum (GE)} = \text{Rp68,038,809,744}$$

$$\text{Biaya Overhead} = \text{Rp13,610,610,173}$$

$$\text{Penyediaan operasi} = \text{Rp1,225,741,526}$$

$$\text{Biaya laboratorium} = \text{Rp1,225,741,526}$$

$$\text{Gaji karyawan langsung} = \text{Rp6,513,600,000}$$

$$\text{Supervisi} = \text{Rp1,165,500,000}$$

$$\text{Perawatan dan Pemeliharaan} = \text{Rp8,171,610,173}$$

$$\text{Royalti} = \text{Rp6,785,494,852}$$

$$\text{Total Biaya Semi Variable (SVC)} = \text{Rp106,737,107,994}$$

d. Harga Penjualan (S)

$$\text{S} = \text{Rp750,000,035,640}$$

maka,

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \frac{\text{FC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\
 &= 31.01\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik BEP terjadi pada kapasitas} &= 31.01\% \times 50,000 \text{ ton/tahun} \\ &= 15,505 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Nilai BEP untuk Pabrik Amonium Klorida berada diantara nilai 30-60% sehingga

nilai BEP diatas memadai.

Untuk produksi tahun pertama kapasitas 60% sehingga keuntungan adalah :

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

Dimana :

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

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

% kapasitas = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{PBi}{Rp42,870,330,291} = \frac{100 \cdot 31.01\%}{100 - 31.01\%} - \frac{100 - 60\%}{100}$$

$$PBi = Rp124,664,674$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun pertama :

$$\begin{aligned} C_A &= \text{Laba bersih tahun pertama} + \text{Depresiasi alat} \\ &= Rp124,664,674 + Rp11,673,728,819 \\ &= Rp11,798,393,493 \end{aligned}$$

Untuk produksi tahun kedua kapasitas 80% sehingga keuntungan adalah :

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

Dimana :

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

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

% kapasitas = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{PBi}{Rp42,870,330,291} = \frac{100 \cdot 0.00\%}{100 - 0.00\%} - \frac{100 - 80\%}{100}$$

$$PBi = Rp342,962,642$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun kedua :

$$\begin{aligned} C_A &= \text{Laba bersih tahun kedua} + \text{Depresiasi alat} \\ &= Rp342,962,642 + Rp11,673,728,819 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp}12,016,691,461$$

5. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik masih boleh beroperasi.

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0,3 \text{ SVC}}{S - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\ &= 11.53\% \end{aligned}$$

Titik Shut Down Point terjadi pada kapasitas penjualan,

$$\begin{aligned} &= 11.53\% \times \text{Rp}750,000,035,640 \\ &= \text{Rp}86,469,079,039 \end{aligned}$$

6. Net Present Value (NPV)

Motode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersilh dengan nilai investasi sekarang.

Diasumsikan niasa kontruksi selama 2 tahun,

(tahun ke-1 = 40% & tahun ke-2 = 60%) :

$$\begin{aligned} C_{A-2} &= 40\% \times \text{FCI} \times (1+i)^2 \\ &= 40\% \times \text{Rp}116,737,288,188 \times 1.2656 \\ &= \text{Rp}59,098,252,145 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A-1} &= 60\% \times \text{FCI} \times (1+i)^1 \\ &= 60\% \times \text{Rp}116,737,288,188 \times 1.1250 \\ &= \text{Rp}78,797,669,527 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A0} &= -C_{A-1} - C_{A-2} \\ &= -\text{Rp}78,797,669,527 - \text{Rp}59,098,252,145 \\ &= -\text{Rp}137,895,921,672 \end{aligned}$$

Menghitung NPV tiap tahun

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

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

Dimana :

F_d = Faktor diskon

C_A = cash flow setelah pajak

i = tingkat bunga bank

n = tahun ke-n

Tabel E.1. Cash Flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun ke -	Cash Flow (C _A) (Rp)	Fd i = 12,5%	NPV (Rp)
0	-137,895,921,672	1	-137,895,921,672
1	11,798,393,493	0.8889	10,487,460,883
2	12,016,691,461	0.7901	9,494,669,796
3	54,544,059,109	0.7023	38,308,036,027
4	54,544,059,109	0.6243	34,051,587,580
5	54,544,059,109	0.5549	30,268,077,849
6	54,544,059,109	0.4933	26,904,958,088
7	54,544,059,109	0.4385	23,915,518,300
8	54,544,059,109	0.3897	21,258,238,489
9	54,544,059,109	0.3464	18,896,211,990
10	54,544,059,109	0.3079	16,796,632,880
WCI			17,510,593,228
Total			109,996,063,440

Karena NPV = (+) maka pabrik layak untuk didirikan

7. IRR (Internal Rate Of Return)

Tabel E.2. Cash Flow untuk IRR

Tahun ke -	Cash Flow (C _A) (Rp)	NPV ₁ (Rp) i = 0,22	NPV ₂ (Rp) i = 0,23
0	-137,895,921,672	-137,895,921,672	-137,895,921,672
1	11,798,393,493	9,670,814,339	9,592,189,832
2	12,016,691,461	8,073,563,196	7,942,819,394
3	54,544,059,109	30,037,789,016	29,311,100,207
4	54,544,059,109	24,621,138,538	23,830,162,770
5	54,544,059,109	20,181,261,097	19,374,116,073
6	54,544,059,109	16,542,017,292	15,751,313,881
7	54,544,059,109	13,559,030,567	12,805,946,244
8	54,544,059,109	11,113,959,482	10,411,338,410
9	54,544,059,109	9,109,802,854	8,464,502,772

10	54,544,059,109	7,467,051,519	6,881,709,571
	WCI	17,510,593,228	17,510,593,228
	Total	29,991,099,456	23,979,870,712

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

Dimana :

$$i_1 = \text{bunga pinjaman ke-1 yang ditrial} \quad \left[\quad \right]$$

$$i_2 = \text{bunga pinjaman ke-2 yang ditrial}$$

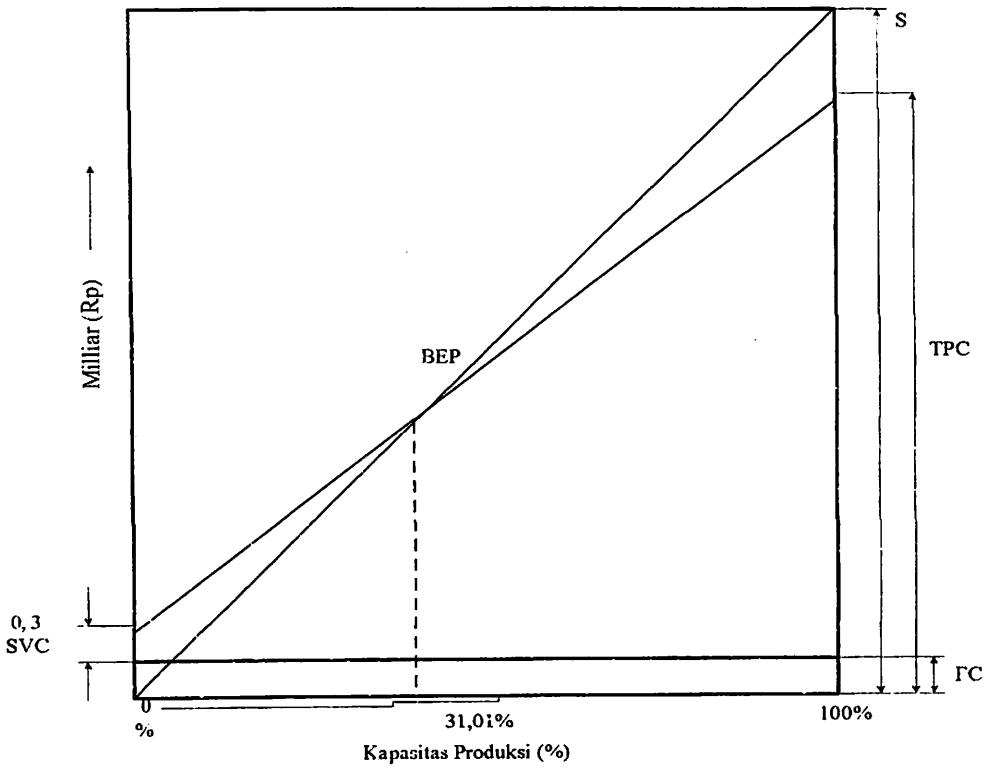
Sehingga,

$$IRR = 22\% + \frac{29,991,099,456.2}{29,991,099,456 - 23,979,870,712} \times 0.2 - 0.22$$

$$= 26.99\%$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai IRR 26.99% per tahun

Karena harga IRR lebih besar dari bunga bank (12,5%), maka Pabrik Gliserin ini layak didirikan.



Gambar 11.1. Break Event Point Pra rencana pabrik Gliserin

BAB XII

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa ekonomi pada Bab XI, Pra Rencana Pabrik Gliserin yang akan didirikan di Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur cukup menguntungkan. Dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun, didapatkan analisa profitabilitas sebagai berikut:

- ROI_{BT} : 61%
- ROI_{AT} : 37%
- POT_{BT} : 1,4 tahun
- POT_{AT} : 2,14 tahun
- BEP : 31,01%

Kelayakan suatu pabrik untuk dapat didirikan atau tidak, dapat ditunjukkan dari segi ekonomis dimana harga ROI sesudah pajak sebesar 37% lebih besar dari suku bunga yang ditentukan dan juga harga IRR sebesar 26,99% yang lebih besar dari rate bunga. Selain itu juga ditinjau dari segi teknis dan non teknis.

Dari segi teknis, proses yang dilakukan cukup menguntungkan karena mampu menghasilkan gliserin sebagai produk utama dengan kemurnian 98%. Dari segi non teknis dapat dilihat dari lokasi pabrik yang cukup baik, karena:

- Dekat dengan sumber bahan baku.
- Pemasaran produk yang mudah.
- Tersedia fasilitas air sungai.
- Tersedia tenaga kerja yang cukup.
- Iklim setempat yang mendukung.

Pemakaian *spent soap lye* sebagai bahan baku juga dimaksudkan untuk meningkatkan nilai ekonomis dari *spent soap lye*.

Dengan berbagai pertimbangan di atas, maka Pra Rencana Pabrik Gliserin dari Spent Soap Lye layak untuk didirikan. Dengan didirikannya pabrik ini diharapkan dapat menekan nilai impor gliserin untuk Indonesia dan juga untuk mengurangi tingkat pengangguran khususnya di daerah Mojokerto.

DAFTAR PUSTAKA

- Brownel, LE & Young, E.H, "Process Equipment Design", Wiley Eastern Limited, New York, 1959.
- Faith, W.L., Keyes, D.B., & Clarck, R.L., "Industrial Chemical", John Willey and Sons, New York, 1958.
- Geankoplis, C. J, "Transport Process and Unit Operation (3th ed)", Prentice-Hall International, Inc, New York, 1993.
- Hesse, H. C & Rushton, J. H, "Process Equipment Design (2th ed)", Van Nostrand Company Inc, New York, 1954.
- Hugot, E & Jenkins, G. H, "Handbook of Cane Sugar Engineering (4th ed)", Elsevier Publishing Company, Priceton, New York, 1960.
- Kern, D. Q, "Process Heat Transfer", Intennational Student Edition, Mc Graw International Book Company, Tokyo, 1983.
- Kusnarjo, "Ekonomi Teknik", Surabaya, 2010.
- Kusnarjo, "Utilitas Pabrik Kimia", Surabaya, 2012.
- Manulung, M., "Dasar-dasar Manajemen", Ghalia Indonesia, Jakarta, 1983.
- Material Safety Data Sheet (MSDS). "Aluminum Sulfate ($Al_2(SO_4)_3$)", www.itokindo.org, diakses tanggal 24 Maret 2013.
- Material Safety Data Sheet (MSDS). "Caustic Soda (NaOH)", www.itokindo.org, diakses tanggal 24 Maret 2013.
- Material Safety Data Sheet (MSDS). "Ferric Chloride ($FeCl_3$)", www.itokindo.org, diakses tanggal 24 Maret 2013.
- Material Safety Data Sheet (MSDS). "Glycerin", www.itokindo.org, diakses tanggal 24 Maret 2013.
- Material Safety Data Sheet (MSDS). "Hydrochloric Acid (HCl)", www.itokindo.org, diakses tanggal 24 Maret 2013.
- Mc. Cabe, W. L & Smith, J. H, "Unit Operation of Chemical Engineering (4th ed)", Mc Graw Hill International Book Company, Tokyo, 1985.
- Perry, R. H, "Chemical Engineers Handbook (7th ed)", Mc Graw Hill Kagakhusa Company, Ltd, Tokyo, 1950.

Peter, M. S, & Klauss Timmerhause, "Plant Design and Economics for Chemical Engineering Handbook (4th ed)", Mc Graw-Hill, Inc., New York, 1991.

Ulrich, G. D, "A guide to Chemical Engineering Process Design Economic", John Wiley and Sons Inc, New York, 1984.

Wang, L. K, "Treatment of Soap and Detergent Industry Wastes", The Cooper Union New York, 1990.