

PRA RENCANA PABRIK

**GELATIN DARI TULANG IKAN TUNA DENGAN PROSES
HIDROLISA ASAM
KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR**

SKRIPSI

Disusun oleh:

CATUR PRATIWI SURYANINGSIH

0814012



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**

2013

FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
COMMUNITY DEVELOPMENT DIVISION
COMMUNITY DEVELOPMENT REPORT

COMMUNITY DEVELOPMENT REPORT
SECTION 101

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : CATUR PRATIWI SURYANINGSIH
NIM : 08.14.012
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK GELATIN DARI TULANG
IKAN TUNA DENGAN PROSES HIDROLISA ASAM
Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :
Hari : RABU
Tanggal : 08 AGUSTUS 2012
Nilai : A

Ketua,



Jimmy, ST, MT
NIP.Y. 103 9900 330

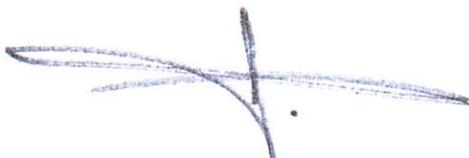
Sekretaris,



M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP.Y. 103 0400 400

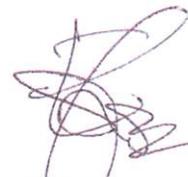
Anggota Penguji,

Penguji Pertama,



Jimmy, ST, MT
NIP.Y. 103 9900 330

Penguji Kedua,



Elvianto Dwi Darvono, ST, MT
NIP.Y. 103 0000 351

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : CATUR PRATIWI SURYANINGSIH
NIM : 08.14.012
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

PRA RENCANA PABRIK

GELATIN DARI TULANG IKAN TUNA DENGAN PROSES
HIDROLISA ASAM
KAPASITAS PRODUKSI 10.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR HIDROLISA

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

Malang, Agustus 2012
Yang membuat pernyataan,



CATUR PRATIWI SURYANINGSIH
08.14.012

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun ucapkan kepada Alla SWT yang telah melimpahkan nikmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul *'Pra Rencana Pabrik Gelatin Dari Tulang Ikan Tuna Dengan Proses Hidrolisa Asam Kapasitas 10.000 Ton/tahun'*.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna menempuh ujian Sarjana Jenjang Strata 1 (S1) di Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.

Atas terselesaikannya skripsi ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Soeparno Djiwo, MT., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir. Sidik Noertjahdjono, MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Jimmy, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Prof. Dr. Ir. Tri Poespowati, MT. dan Faidliyah Nilna Minah, ST. MT., selaku dosen pembimbing.
5. Keluarga yang memberikan dukungan dan do'a kepada kami.
6. Dosen-dosen Jurusan Teknik Kimia yang telah memberikan masukan dalam diselesaikannya skripsi ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang ikut berperan dalam diselesaikannya skripsi ini.

Penyusun mengharapkan agar skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun khususnya dan mahasiswa Teknik Kimia secara umumnya.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Malang, Agustus 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAK	x
BAB I PENDAHULUAN	I – 1
1.1 Latar Belakang	I – 1
1.2 Sejarah Perkembangan Industri.....	I – 2
1.3 Kegunaan Industri	I – 3
1.4 Sifat Bahan dan Produk	I – 4
1.5 Perkiraan Kapasitas Produksi	I – 7
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II – 1
2.1 Seleksi Proses	II – 2
2.2 Uraian Proses Terpilih	II – 4
BAB III NERACA MASSA	III – 1
BAB IV NERACA PANAS	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V – 1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII – 1
7.1 Instrumentasi	VII - 1
7.2 Keselamatan Kerja	VII - 5
BAB VIII UTILITAS	VIII – 1
8.1 Unit Pengolahan Air (<i>Water Treatment</i>)	VIII – 1
8.2 Unit Penyediaan tenaga Listrik	VIII – 7
8.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar	VIII – 7

BAB IX	LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX - 1
9.1	Lokasi Pabrik	IX - 1
9.2	Pemilihan Lokasi Pabrik	IX - 3
9.3	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Lay Out</i>)	IX - 4
9.4	Tata Letak Peralatan Proses	IX - 9
9.5	Perkiraan Luas Pabrik	IX - 11
BAB X	STRUKTUR DAN ORGANISASI PERUSAHAAN	X - 1
10.1	Bentuk Umum	X - 1
10.2	Bentuk Perusahaan	X - 1
10.3	Struktur Organisasi Perusahaan	X - 2
10.4	Pembagian Tugas dan tanggung Jawab dalam Organisasi	X - 3
10.5	Jadwal Jam Kerja	X - 11
10.6	Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan	X - 13
10.7	Perencanaan Jumlah Karyawan	X - 14
10.7	Sistem Pengupahan Karyawan	X - 15
BAB XI	ANALISA EKONOMI	XI - 1
11.1	Faktor-faktor Penentu	XI - 1
11.2	Perhitungan Analisa Ekonomi	XI - 3
BAB XII	KESIMPULAN	XII - 1
12.1	Kesimpulan	XII - 1

DAFTAR PUSTAKA

APPENDIKS A	NERACA MASSA
APPENDIKS B	NERACA PANAS
APPENDIKS C	SPESIFIKASI ALAT
APPENDIKS D	PERHITUNGAN UTILITAS
APPENDIKS E	ANALISA EKONOMI



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Impor Gelatin di Indonesia	I – 4
Tabel 2.3	Perbandingan Proses Pembuatan Gelatin	I – 4
Tabel 2.3	Bahaya dan Penanganan Bahan Baku.....	VII – 9
Tabel 9.1	Perincian Luas Pabrik	IX – 11
Tabel 10.1	Jadwal Kerja Karyawan Pabrik	X – 12
Tabel 10.2	Daftar Upah (Gaji) Karyawan	X – 16

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Blok Diagram Proses Asam	II – 1
Gambar 2.2	Blok Diagram Proses Alkali	II – 1
Gambar 9.1	Peta Lokasi Pabrik Gelatin	IX – 4
Gambar 9.2	Tata Letak Pabrik Gelatin	IX – 7
Gambar 9.3	Tata Letak Peralatan Proses Pabrik Asam Nitrat	IX – 10
Gambar 10.1	Struktur Organisasi Pabrik Gelatin	X – 9

ABSTRAK

Gelatin adalah turunan protein dari serat kolagen yang terdapat pada tulang rawan. Gelatin banyak digunakan dalam industri industri pangan, farmasi, kosmetik, fotografi dan masih banyak lagi karena sifatnya yang mampu menjadi pengemulsi, penstabil pada sistem emulsi. Proses yang digunakan dalam pembuatan pabrik Gelatin ini adalah proses hidrolisa dengan bahan baku menggunakan tulang ikan tuna dimana sebagai pemanfaatan limbah dari pabrik pengalengan ikan tuna. Pabrik ini direncanakan akan didirikan di Gempol, Kabupaten Pasuruan Jawa Timur dengan kapasitas produksi 10.000 ton/tahun.

Model operasi yang diterapkan adalah sistem kontinue dengan waktu operasi 330 hari/tahun dan 24 jam/hari. Utilitas yang digunakan meliputi air, steam, listrik dan bahan bakar. Bentuk perusahaan ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi garis dan staf.

Dari hasil perhitungan ekonomi didapat $BEP = 35,74 \%$; $POT = 3,18$ tahun; $ROI_{BT} = 32,99 \%$; $ROI_{AT} = 21,44 \%$; $IRR = 26,25 \%$; dan $TCI = Rp. 52.154.201.399,-$. Dengan demikian maka pabrik layak untuk didirikan.

Kata kunci: *Gelatin, hidrolisa, tulang ikan*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gelatin merupakan turunan protein dari serat kolagen yang ada pada tulang rawan. Gelatin adalah salah satu bahan yang banyak digunakan dalam industri industri pangan, farmasi, kosmetik, fotografi dan masih banyak lagi karena sifatnya yang mampu menjadi pengemulsi, penstabil pada sistem emulsi.

Berbagai penggunaan gelatin dalam industri antara lain sebagai bahan pendukung dalam industri pangan (permen, krim, keramel, selai, youhurt, susu olahan, dan sosis) industri farmasi (kapsul, pelapis vitamin, tablet), industri kosmetika (lotion, sabun), industri fotografi (film), industri korek api, pelapis kertas dan pelapis kayu interior.

Dari tahun ke tahun kebutuhan akan gelatin di Indonesia semakin meningkat seiring dengan perkembangan industri. Untuk memenuhi konsumsi gelatin di Indonesia, setiap tahunnya negara harus mengimpor dari luar negeri. Hal ini mengakibatkan negara harus mengeluarkan devisa yang cukup besar. Sebagai contoh untuk tahun 2009 jumlah yang diimpor sebesar 3.382.858 kg [BPS, 2012].

Selama ini sumber utama gelatin yang banyak dimanfaatkan adalah berasal dari kulit dan tulang sapi atau babi. Bagi di negara-negara yang mayoritas penduduknya beragama Islam seperti di Indonesia penggunaan kulit dan tulang babi tidak menguntungkan karena adanya hukum syariat Islam yang mewajibkan pengikutnya untuk mengkonsumsi sesuatu yang jelas kehalalannya dan adanya isu-isu lain dari hewan mamalia terutama sapi tentang maraknya penyakit sapi gila (*mad cow disease*) atau Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) yang sangat berbahaya bagi kesehatan. Selain itu bahan baku menggunakan tulang sapi lebih mahal dan sedikit jumlahnya dibanding tulang ikan yang masih banyak dan belum dimanfaatkan secara maksimal.

Dalam tulang dan kulit ikan terdapat kolagen 10 – 20% dari total berat tubuh ikan^[1]. Hal ini menjadikan ikan sebagai bahan baku yang potensial sebagai sumber gelatin, karena Oleh karena itu ditelitilah gelatin yang diekstrak dari ikan sebagai

salah satu bahan baku alternatif dalam pembuatan gelatin yang dapat diterima seluruh masyarakat.

Tulang ikan sebagai bahan baku utama pembuatan gelatin dapat diperoleh dari pemanfaatan limbah industri pengolahan ikan yaitu dari industri pengalengan dan filet ikan yang selama ini limbahnya belum termanfaatkan secara optimal, yaitu hanya digunakan untuk bahan pembuatan pakan atau pupuk yang nilai ekonomisnya sangat kecil. Selain itu, pemanfaatan tulang ikan sebagai bahan baku gelatin merupakan pengolahan bersih (*cleaner production*) dari pengolahan ikan dimana pengolahan ini untuk mengurangi dampak terhadap pencemaran lingkungan.

Sebagai negara maritim penghasil ikan dalam jumlah yang besar, Indonesia mempunyai potensi bahan baku gelatin, yaitu berupa limbah hasil pengolahan produk perikanan (*industri fillet ikan*), yaitu kulit dan tulang ikan. Ikan Tuna merupakan salah satu ikan ekonomis penting yang banyak terdapat di Indonesia dan merupakan sumber devisa bagi Indonesia. Pada umumnya ikan Tuna diekspor dalam bentuk gelondongan/utuh, namun belakangan banyak permintaan ekspor dalam bentuk fillet. Seiring dengan berkembangnya industri fillet ini, maka didapatkan limbah yang berupa tulang, kulit, ekor, kepala, isi perut dan sebagainya, yang belum banyak dimanfaatkan. Sehingga pemanfaatan limbah tulang ikan tuna menjadi produk gelatin menjadi sangat penting untuk dilakukan.

1.2. Perkembangan Industri

Seiring dengan adanya perkembangan industri di Indonesia permintaan akan gelatin semakin meningkat khususnya di bidang industri pangan, farmasi, kesehatan, fotografi, kosmetika dan teknik. Sebagai contoh permintaan gelatin di Indonesia pada tahun 2011 mencapai 3.953,387 ton [BPS, 2011]

Tingginya permintaan gelatin di Indonesia tidak diimbangi dengan produksi gelatin lokal yang memadai baik dari sisi mutu maupun jumlahnya. Hampir seluruh gelatin yang digunakan di Indonesia adalah produk impor. Sejak tahun 1995, impor gelatin dan produk berbahan baku gelatin di Indonesia cenderung meningkat. Data impor gelatin disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 1.1. Data impor gelatin di Indonesia

TAHUN	IMPORT (Kg)
2007	2.747.734
2008	3.164.856
2009	3.382.858
2010	3.468.547
2011	3.953.387

(Biro Pusat Statistik, 2011)

Berdasarkan data tersebut, rata-rata impor gelatin di Indonesia mengalami peningkatan sekitar 12,26 %. Hal tersebut menunjukkan terdapat peluang yang besar untuk didirikannya industri gelatin berskala besar di Indonesia.

1.3. Kegunaan Industri

Kegunaan gelatin antara lain :

- a. Jenis produk pangan secara umum: berfungsi sebagai zat pengental, penggumpal, membuat produk menjadi elastis, pengemulsi, penstabil, pembentuk busa, pengikat air, pelapis tipis, pemer kaya gizi.
- b. Jenis produk daging olahan: berfungsi untuk meningkatkan daya ikat air, konsistensi dan stabilitas produk sosis, kornet, ham.
- c. Jenis produk susu olahan: berfungsi untuk memperbaiki tekstur, konsistensi dan stabilitas produk dan menghindari sineresis pada yoghurt, es krim, susu asam, keju cottage.
- d. Jenis produk bakery: berfungsi untuk menjaga kelembaban produk, sebagai perekat bahan pengisi pada roti-rotian.
- e. Jenis produk minuman: berfungsi sebagai penjernih sari buah (juice), bir dan wine.
- f. Jenis produk buah-buahan: berfungsi sebagai pelapis (melapisi pori-pori buah sehingga terhindar dari kekeringan dan kerusakan oleh mikroba) untuk menjaga kesegaran dan keawetan buah.
- g. Jenis produk permen dan produk sejenisnya: berfungsi untuk mengatur konsistensi produk, mengatur daya gigit dan kekerasan serta tekstur produk, mengatur kelembutan dan daya lengket di mulut.
- h. Dalam bidang industri farmasi, gelatin digunakan sebagai cangkang kapsul serta.

- i. Dalam bidang fotografi digunakan untuk bahan pembuatan kertas cetak foto dan bahan pembuatan film^[5].

1.4. Sifat Bahan Baku dan Prodak

1.4.1. Bahan baku

a. Tulang Ikan Tuna

Sifat-sifat fisika:

- Jaringan keras dalam tubuh
- Warna tulang : putih kekuningan

Sifat-sifat kimia:

- Tersusun atas bahan organik dan anorganik^[4]

Komposisi tulang ikan tuna:

Protein : 29 %

Lemak : 1%

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$: 52%

Garam mineral : 12%

H_2O : 6%^[18]

b. Asam sulfat

Sifat-sifat fisika:

Warna : bening tak berwarna

Bentuk : cairan

Bau : tidak berbau

Rumus molekul : H_2SO_4

Densitas : 1,84 g/cm³, cair

Massa molar : 98,08 g/mol

Sifat-sifat kimia:

- Bersifat higroskopis
- Terlarut penuh dalam air
- Merupakan asam kuat yang korosif^[8]

1.4.2. Bahan pembantu

c. Air

Sifat-sifat fisika:

- Warna : tidak berwarna, jernih

- Bau : tidak berbau
- Spesifik gravity : 1
- Titik leleh : 0°C
- Titik didih : 100°C
- Rumus molekul : H₂O
- Berat molekul : 18,00 gr/mol

Sifat-sifat kimia:

- Sebagai bahan pelarut sempurna^[9]

d. *Natrium Hidroksida*

Sifat-sifat fisika:

- Warna : Bening, tidak berwarna
- Bentuk : cairan
- Bau : berbau
- Rumus molekul : NaOH
- Titik didih : 140°C
- Berat molekul : 40 gr/mol

Sifat-sifat kimia:

- Mudah larut dalam air dingin
- Bersifat korosif^[13]

e. *Asam asetat*

Sifat-sifat fisika

- Warna : tidak berwarna
- Bentuk : cairan
- Bau : berbau pedas, seperti cuka
- Rumus molekul : CH₃COOH
- Berat molekul : 60,05 gr/mol
- Titik didih : 117,87°C

Sifat-sifat kimia:

- Bersifat higroskopis
- Merupakan asam lemah dan korosif
- Dapat melarutkan senyawa polar dan non-polar^[14]

1.4.3. Produk

a. *Wet ossein*

Wet ossein merupakan tulang lunak dimana telah kehilangan garam kalsium.

Densitas = 86,5399 lb/ft³

Viskositas = 4,5334 cp

b. *Gelatin*

Sifat-sifat fisika:

- Titik beku : 4 – 10 °C
- Kekuatan gel : 200 – 240 bloom
- Kadar air : 14%
- Viskositas : 3,2 – 4,7 cPs
- pH : 5,5 – 7,0^[1]
- Titik isoionik : 7 – 9
- Titik leleh : 30 – 40 °C^[1]
- Warna : tidak berwarna sampai kekuning-kuningan pucat

Sifat kimia gelatin:

- a. Larut dalam air, asam asetat dan pelarut alkohol^[2]
- b. Dengan pengujian menggunakan Spektra FTIR, kurva memiliki empat daerah, yaitu serapan amida A, amida I, amida II, amida III.
 - Untuk daerah serapan amida A, membuktikan bahwa gelatin memiliki gugus OH, regangan NH dan regangan CH₂
 - Untuk daerah serapan amida I menandakan adanya regangan ikatan ganda gugus karbonil (C=O) dan gugus OH yang berpasangan dengan ikatan karboksil. Daerah serapan ini disebut sebagai struktur α -helik yang merupakan struktur dari gelatin.
 - Untuk daerah serapan amida II menunjukkan adanya ikatan N-H dalam protein yang menghasilkan ikatan α
 - Daerah serapan amida III berhubungan dengan ikatan *triple-helix* (kolagen). Hal ini menunjukkan adanya sejumlah kolagen yang tidak terkonversi menjadi gelatin dan lolos ketika dilakukan penyaringan ekstrak gelatin^[3].

1.4.3. Produk

a. *Wet ossein*

Wet ossein merupakan tulang lunak dimana telah kehilangan garam kalsium.

Komposisi wet ossein	:
Protein	= 98,93%
Lemak	= 0,07%
H ₂ O	= 0,94
CaSO ₄	= 0,05%
MgSO ₄	= 0,01%
Densitas	: 86,5399 lb/ft ³
Viskositas	: 4,5334 cp

b. *Gelatin*

Sifat-sifat fisika:

Komposisi Gelatin	:
Protein	= 93,52%
Lemak	= 0,06%
H ₂ O	= 6,20%
CaSO ₄	= 0,05%
MgSO ₄	= 0,01%
CH ₃ COOH	= 0,12%
NaOH	= 0,04%
- Titik beku	: 4 – 10 °C
- Kekuatan gel	: 200 – 240 bloom
- Kadar air	: 14%
- Viskositas	: 3,2 – 4,7 cPs
- pH	: 5,5 – 7,0 ^[1]
- Titik isoionik	: 7 – 9
- Titik leleh	: 30 – 40 °C ^[1]
- Warna	: tidak berwarna sampai kekuning-kuningan pucat

Sifat kimia gelatin:

- a. Larut dalam air, asam asetat dan pelarut alkohol^[2]
- b. Dengan pengujian menggunakan Spektra FTIR, kurva memiliki empat daerah, yaitu serapan amida A, amida I, amida II, amida III.
 - Untuk daerah serapan amida A, membuktikan bahwa gelatin memiliki gugus OH, regangan NH dan regangan CH₂
 - Untuk daerah serapan amida I menandakan adanya regangan ikatan ganda gugus karbonil (C=O) dan gugus OH yang berpasangan dengan ikatan karboksil. Daerah serapan ini disebut sebagai struktur α -helik yang merupakan struktur dari gelatin.
 - Untuk daerah serapan amida II menunjukkan adanya ikatan N-H dalam protein yang menghasilkan ikatan $-\alpha$
 - Daerah serapan amida III berhubungan dengan ikatan *triple-helix* (kolagen). Hal ini menunjukkan adanya sejumlah kolagen yang tidak terkonversi menjadi gelatin dan lolos ketika dilakukan penyaringan ekstrak gelatin^[3].

1.5. Perkiraan Kapasitas

Dalam perencanaan pendirian suatu pabrik dibutuhkan suatu prediksi kapasitas agar produksi yang akan dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan, terutama kebutuhan dalam negeri. Perkiraan kapasitas pabrik dapat ditentukan menurut nilai konsumsi setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya.

Berikut ini adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung perkiraan kapasitas produksi:

$$F = P_0 (1 + i)^n$$

Dimana :

F = jumlah yang diperkirakan

P₀ = data tahun terakhir

i = tingkat pertumbuhan (%)

n = jangka waktu

Untuk mengetahui data kebutuhan gelatin di Indonesia, dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1.2. Data impor gelatin di Indonesia

TAHUN	IMPORT (Kg)
2007	2.747.734
2008	3.164.856
2009	3.382.858
2010	3.468.547
2011	3.953.387

(Biro Pusat Statistik, 2011)

Impor:

$$F = P_0 (1 + i)^n$$

$$F = 3,953,387 (1 + 0,1226)^5$$

$$= 7.048.464 \text{ kg/tahun}$$

$$= 7048,4645 \text{ ton/tahun}$$

Diasumsikan bahwa eksportnya adalah 40% dari produk impor, maka peluang kapasitas sebesar:

$$\text{Kapasitas pabrik baru} = \text{impor} + \text{ekspor}$$

$$\text{Kapasitas pabrik baru} = \text{impor} + (40\% \text{ impor})$$

$$\text{Kapasitas pabrik baru} = 7.048.464 + (40\% \times 7.048.464)$$

$$= 9867,8496 \text{ ton/tahun}$$

Jadi kapasitas pabrik baru yang didirikan pada tahun 2012 adalah 9867,8496 ton/tahun \approx 10.000 ton/tahun.

BAB II

SELEKSI PROSES DAN URAIAN PROSES

Gelatin dibuat dari tulang atau kulit binatang dimana gelatin diperoleh dari kolagen. Tulang binatang dapat diperoleh dari bermacam-macam tempat. Tulang sebelum diproses menjadi gelatin biasanya dihilangkan dulu lemaknya dengan jalan dipanaskan atau diekstraksi dengan solvent. Untuk memisahkan ossein dari mineral lainnya yang ada di dalam tulang dilakukan proses pengasaman dengan jalan merendam dalam asam.

Untuk dapat memproduksi gelatin dapat dilakukan dengan 2 macam proses, yaitu^[4]:

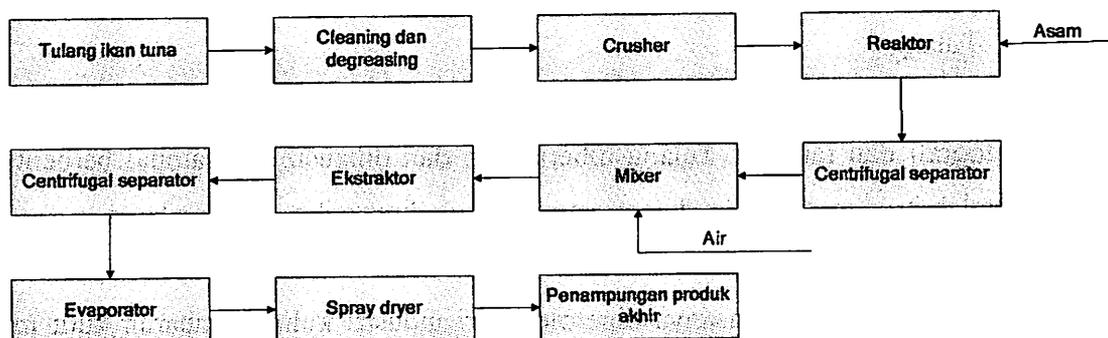
1. Proses asam
2. Proses alkali

Dari kedua proses di atas akan dipertimbangkan proses mana yang lebih menguntungkan untuk dapat digunakan dalam pendirian pabrik.

1. Proses asam

Proses asam biasa digunakan untuk bahan baku berupa kulit baik dari kulit babi^[10] maupun kulit ikan^[11] sehingga gelatin yang dihasilkan dengan proses asam merupakan gelatin tipe A.

Pada proses asam, tulang direndam dahulu dengan larutan asam dengan konsentrasi 1-5% selama 10-30 jam^[10]. Selama proses perendaman terjadi perubahan serat kolagen triple-heliks menjadi rantai tunggal^[2]. Setelah direndam tulang yang telah kehilangan mineral (ossein) dicuci untuk mengurangi asam sehingga pHnya menjadi naik. Selanjutnya tulang diekstraksi selama 4-8 jam dalam suhu 55°C-100°C.



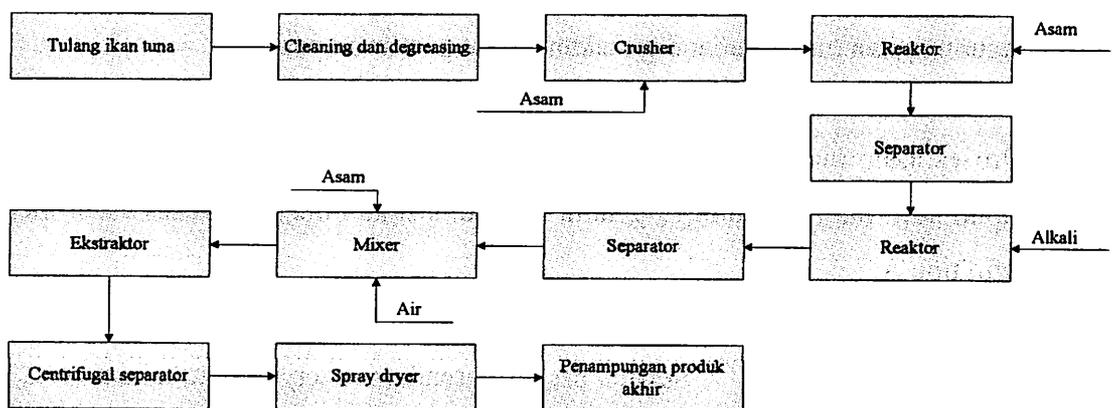
Gambar 1.1. Blok diagram proses asam

2. Proses alkali

Pada proses alkali, gelatin dibuat dengan menggunakan bahan baku berupa tulang sapi^[10] dan jangat sapi^[5] sehingga gelatin yang dihasilkan dengan proses alkali merupakan gelatin tipe B.

Pada proses alkali ini, tulang direndam dahulu dengan larutan asam dengan konsentrasi 4-7% selama 7-14 hari. Selanjutnya tulang di masukan kedalam tangki yang berisi slurry kapur dan diaduk selama 3-16 minggu. Setelah itu tulang yang telah mengalami demineralisasi (ossein) dicuci selama 15-30 jam untuk menghilangkan kapur dan selanjutnya ossein tersebut dinaikan pHnya dengan cara penambahan larutan asam sampai pH mencapai antara 5-7. Selanjutnya ossein diekstraksi selama 4-8 jam dalam suhu 55°C-100°C^[10].

Pada proses alkali, dilihat dari segi investasi proses alkali sangat kecil dibandingkan dengan proses asam.



Gambar 1.2. Blok diagram proses alkali

2.1. Seleksi Proses

Bahan baku yang digunakan dalam pabrik gelatin adalah:

1. Tulang

Gelatin yang terbuat dari tulang banyak digunakan untuk kebutuhan pangan, fotografi dan farmasi. Tulang dibersihkan dan dihancurkan sampai berbentuk serbuk, setelah itu dimasukan ke dalam reaktor untuk direaksikan dengan larutan.

2. Kulit ternak

Bahan baku ini biasanya diperoleh dari industri kulit. Lembaran kulit ini biasanya dikeringkan dulu sebelum dihidrolisis.

Dari alternatif-alternatif tersebut diatas, maka pemilihan jatuh pada bahan baku tulang dengan spesifikasi tulang ikan tuna dengan alasan sebagai berikut:

- a. Bahan baku mudah didapat dan cukup tersedia dari pabrik-pabrik filet ikan tuna, pasar ikan industri pengalengan ikan dan lain-lain.
- b. Bahan penolongnya hanya asam sulfat yang jumlahnya cukup tersedia di Indonesia.

Tabel 1.3. Perbandingan proses pembuatan gelatin

Parameter	Proses	
	Asam	Alkali
1. Aspek teknis		
a. Proses		
– Bahan baku	Tulang	Tulang
– Proses	Hidrolisa	Hidrolisa
b. Kondisi operasi		
– pH	2,2 ^[15]	12,0 ^[5]
– Suhu Hidrolisa	30°C	80°C ^[12]
– Waktu hidrolisa	3 jam	7 jam
– Tekanan	1 atm	1 atm
– Waktu ekstraksi	2 jam ^[15]	8 minggu ^[5]
– Konversi	90% ^[17]	-
– Kemurnian produk	98%	99%
– yield	72%	62,5% ^[6]
c. Aspek ekonomi	lebih ekonomis	kurang ekonomis

Dari uraian diatas dapat diketahui kelebihan dan kekurangan masing-masing proses. Dalam seleksi ini didasarkan pada segala aspek secara keseluruhan yang lebih menguntungkan pada pembuatan gelatin ini dapat dipilih proses asam dengan pertimbangan:

1. Lebih ekonomis,

Dilakukan perendaman dalam larutan asam saja sedangkan pada proses alkali tulang direndam dalam larutan asam kemudian dalam larutan kapur sehingga dibutuhkan waktu yang lebih lama. Selain itu bahan pembantu yang dibutuhkan lebih sedikit sehingga lebih menghemat biaya.

2. Yield gelatin yang dihasilkan dengan proses asam lebih tinggi yaitu 72% dibanding dengan proses alkali yang hanya menghasilkan yield sebesar 62,5%.

2.2. Uraian Proses

Pebuatan gelatin dengan proses asam dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

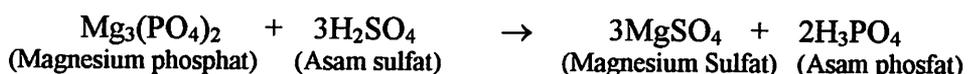
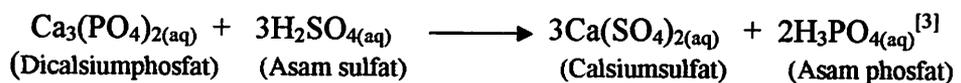
1. Tahap persiapan bahan baku

Mula-mula tulang ikan di tampung pada *storage* (F-111A) kemudian melalui *Belt conveyor* (J-112A), tulang dimasukkan dalam *Jaw Crusher* (C-113) untuk dikecilkan ukurannya sekitar 5 cm. Kemudian tulang yang telah dikecilkan ukurannya dilewatkan dibawah spray air panas bersuhu 80°C untuk membersihkan lemak dan kotoran yang masih ikut melalui *Belt Conveyor* (J-112B). Selanjutnya tulang masukan ke dalam *Belt Conveyor Dryer* (B-114) untuk dikurangi kadar airnya sebelum diumpankan melalui *Belt conveyor* (J-112C) ke *Ball Mill* (C-116). Dalam *Ball Mill* (C-116) tulang dikecilkan lagi ukurannya sampai 0,1 mm kemudian diteruskan ke *Screen* (H-117) untuk diseleksi ukurannya. Ukuran yang tidak sesuai akan dikembalikan ke *Ball Mill* (C-116). Serbuk tulang yang sudah sesuai ukuran siap diteruskan ke *Reaktor* (R-110) dengan menggunakan *Belt conveyor* (J-112D).

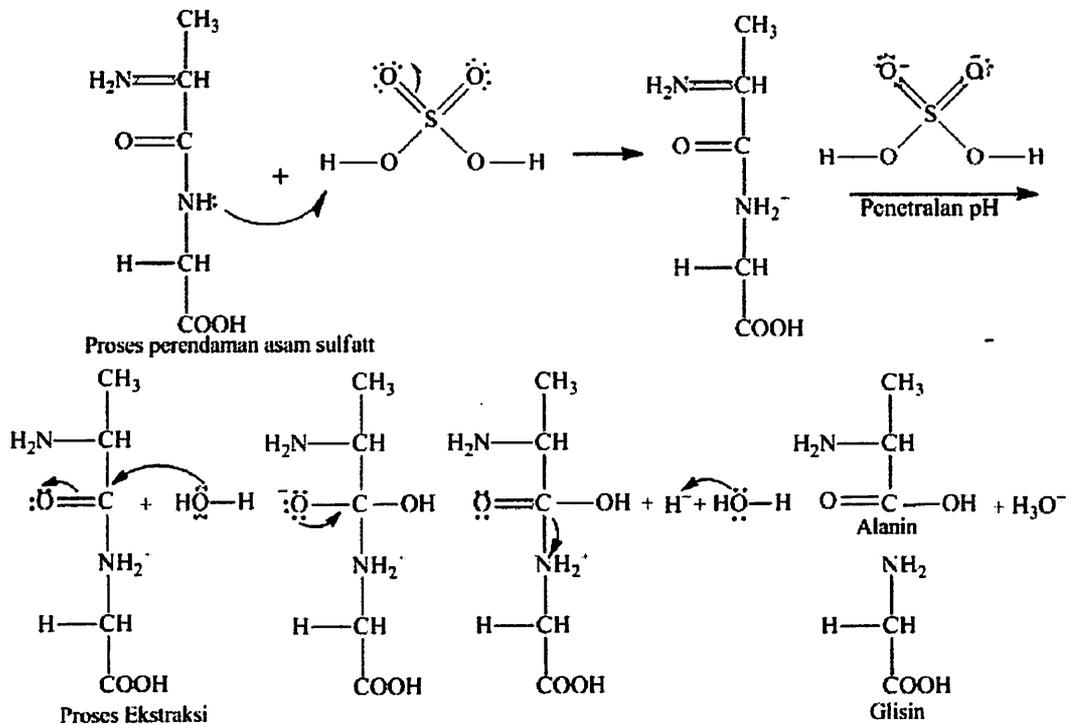
Asam sulfat dari *storage* (F-111B) dipompakan ke *Mixer* (M-119) dengan *Pompa* (L-118A) untuk diencerkan sampai mencapai konsentrasi 50 gr/lit^[15]. Selanjutnya, larutan asam sulfat dipompakan ke *Reaktor* (R-110) dengan *Pompa* (L-118B) untuk direaksikan dengan serbuk tulang.

2. Tahap reaksi

Pada *Reaktor* (R-110) terjadi reaksi antara larutan asam sulfat dengan serbuk tulang pada suhu 30°C dengan tekanan 1 atm. Reaksi pembentukan garam kalsium yang terjadi dalam *Reaktor* (R-110) adalah sebagai berikut:



Selain itu terjadi reaksi hidrolisa kolagen dengan asam sulfat:



Reaksi yang terjadi selama 3 jam^[15] antara larutan asam sulfat dan tulang menghasilkan wet ossein. Wet ossein yang terbentuk kemudian dialirkan ke *Centrifugal separator* (H-122) dengan *Pompa* (L-121) untuk memisahkan wet ossein dengan garam-garam mineral yang terdapat dalam filtratnya.

3. Tahap pemurnian produk

Wet ossein yang telah direaksikan dikeluarkan dari *Reaktor* (R-110) menuju ke *Centrifugal separator* (H-122) untuk memisahkan wet ossein dengan garam-garam mineral yang terdapat dalam filtratnya. Filtrat hasil pemisahan yang mengandung garam-garam mineral dibuang sebagai limbah sedangkan wet osseinya diteruskan dengan *Screw conveyor* (J-123) menuju ke *Ekstraktor* (R-120). Dalam *Ekstraktor* (R-120) wet ossein diekstrak untuk diambil gelatin yang terdapat dalam wet ossein. Wet ossein diekstrak dengan pelarut air dari water proses dalam kondisi asam, pH 2,2 dimana kondisi asam diperoleh dengan penambahan asam asetat dari *storage* asam asetat (F-124). Ekstraksi terjadi selama 2 jam dalam suhu 95°C^[16]. Hasil ekstraksi berupa gelatin dari *Ekstraktor* (R-120) kemudian diteruskan *Centrifugal separator* (H-132) untuk memisahkan padatan ossein dan gelatin.

4. Tahap penanganan produk

Hasil yang keluar dari *Ekstraktor* (R-120) kemudian dimasukkan dalam *Centrifugal separator* (H-132) dengan menggunakan *Pompa* (L-131B) untuk memisahkan padatan ossein dan gelatin. Selanjutnya gelatin yang telah dipisahkan dari padatan wet ossein dialirkan ke *Mixer* (M-133) dengan *Pompa* (L-131B) untuk di naikan pHnya samapai pH 6,5. Sedangkan padatan wet ossein dibuang sebagai limbah. Dalam *Mixer* (M-133) pH gelatin dinaikan samapai pH 6,5^[16] dengan menggunakan natrium hidroksida yang dialirkan dari *storage* natrium hidroksida (F-134). Setelah dinetralkan gelatin diumpankan ke *Evaporator* (V-130) dengan menggunakan *Pompa* (L-131C). Pada *Evaporator* (V-130) terjadi pengurangan kadar air sebesar 35%^[17] dari kadar air yang masuk (Otero-Muras et al., 2008). Dari *Evaporator* (V-130), gelatin dipompakan ke *Spray dryer* (B-140) dengan *Pompa* (L-141). Gelatin diubah menjadi serbuk gelatin dalam *Spray dryer* (B-140) yang kemudian diteruskan ke *Bin* (J-144) dengan menggunakan *Belt conveyor* (J-143) untuk dipacking dan di simpan dalam *storage* produk (F-145).

BAB III

NERACA MASSA

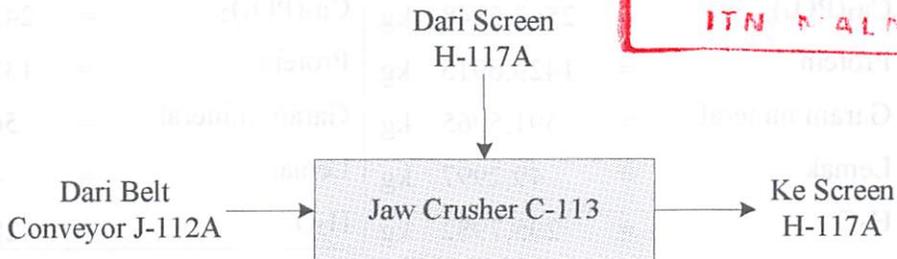
Kapasitas produksi = 10.000 ton/tahun

Waktu Operasi = 330 hari/tahun
= 24 jam/hari

Satuan Operasi = $\frac{10.000 \text{ ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$
= 1262,6263 kg/jam

(asumsi 1 tahun = 330 hari, 1 hari = 24 jam)

1. Neraca massa pada Jaw Crusher C-113

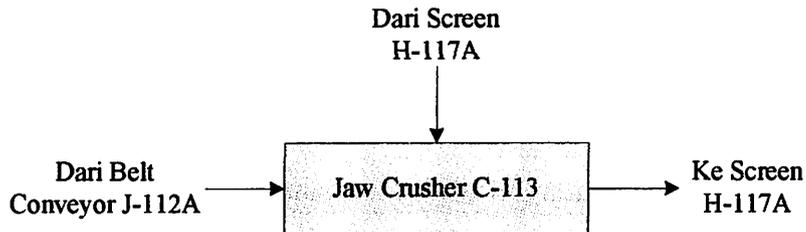


Neraca Massa pada Jaw Crusher C-113

Massa masuk		Massa keluar	
Dari Belt Conveyor J-112A		Ke Belt Conveyor J-112B	
Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 2461,3004 kg	Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 2563,5848 kg
Protein	= 1372,6483 kg	Protein	= 1429,6915 kg
Garam mineral	= 567,9924 kg	Garam mineral	= 591,5965 kg
Lemak	= 47,3327 kg	Lemak	= 49,2997 kg
H ₂ O	= 283,9962 kg	H ₂ O	= 295,7982 kg
Dari Screen		Ke Filter bag	
Tulang	= 246,4985 kg	Tulang	= 49,7977 kg
jumlah	= 4979,7685 kg	jumlah	= 4979,7685 kg

2. Neraca Massa pada Screen H-117A

Tulang yang masuk kembali ke Jaw Crusher C-113 merupakan oversize sedangkan yang masuk ke Belt Conveyor J-112B merupakan undersize.

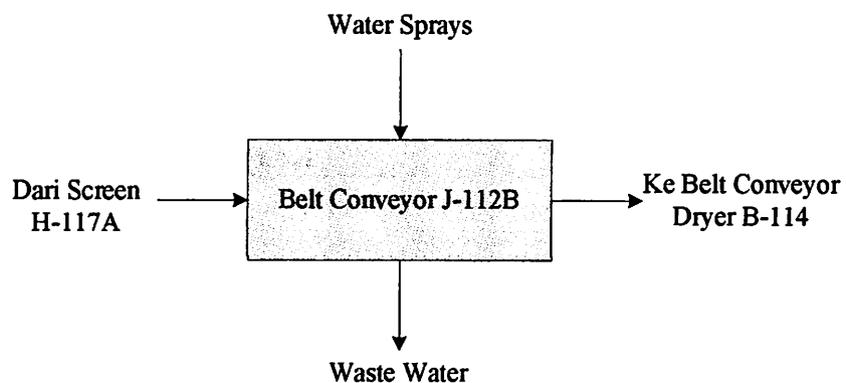


Neraca Massa pada Screen H-117A

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari Jaw Crusher C-113		Ke Belt Conveyor J-112B	
Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 2563,5848 kg	Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 2435,4056 kg
Protein	= 1429,6915 kg	Protein	= 1358,2069 kg
Garam mineral	= 591,5965 kg	Garam mineral	= 562,0167 kg
Lemak	= 49,2997 kg	Lemak	= 46,8347 kg
H ₂ O	= 295,7982 kg	H ₂ O	= 281,0083 kg
		Ke Jaw Crusher C-113	
		Tulang	= 246,4985 kg
Jumlah	= 4929,9708 kg	Jumlah	= 4929,9708 kg

3. Neraca Massa pada Belt Conveyor J-112B

Pada belt conveyor J-112B dilakukan proses pencucian dengan air panas untuk hilangkan lemak.

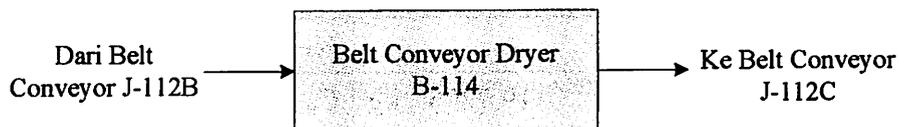


Neraca Massa pada Belt Conveyor J-112B

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari Jaw Crusher C-113		Ke Tunnel Dryer B-114	
Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 2435,4056 kg	Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 2435,4056 kg
Protein	= 1358,2069 kg	Protein	= 1358,2069 kg
Garam mineral	= 562,0167 kg	Garam mineral	= 562,0167 kg
Lemak	= 46,8347 kg	Lemak	= 0,9367 kg
H ₂ O	= 281,0083 kg	H ₂ O	= 327,8431 kg
Dari Water Sprays		Ke Waste Water	
H ₂ O	= 4683,4722 kg	Lemak	= 45,8980 kg
		H ₂ O	= 4636,6375 kg
Jumlah	= 9366,9445 kg	Jumlah	= 9366,9445 kg

4. Neraca Massa pada Belt Conveyor Dryer B-114

Tulang dikeringkan sebelum masuk ke Ball Mill C-116

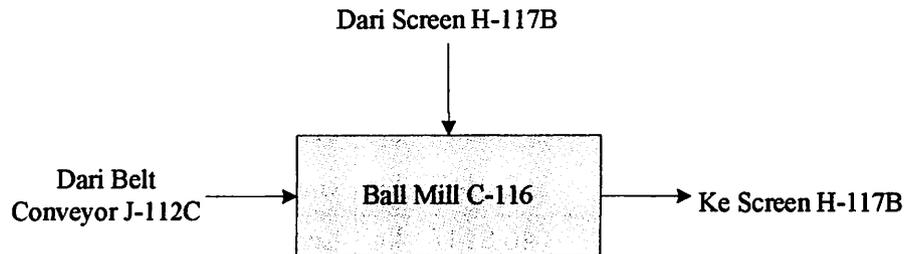


Neraca Massa pada Belt Conveyor Dryer B-114

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari Belt Conveyor J-112B		Ke Belt Conveyor J-112C	
Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 2435,4056 kg	Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 2435,4056 kg
Protein	= 1358,2069 kg	Protein	= 1358,2069 kg
Garam mineral	= 562,0167 kg	Garam mineral	= 562,0167 kg
Lemak	= 0,9367 kg	Lemak	= 0,9367 kg
H ₂ O	= 327,8431 kg	H ₂ O	= 65,5686 kg
Udara	= 936,8818 kg	Ke Udara Bebas	
		H ₂ O	= 262,2744 kg
		Udara	= 936,8818 kg
Jumlah	= 5621,2907 kg	Jumlah	= 5621,2907 kg

5. Neraca Massa pada Ball Mill C-116

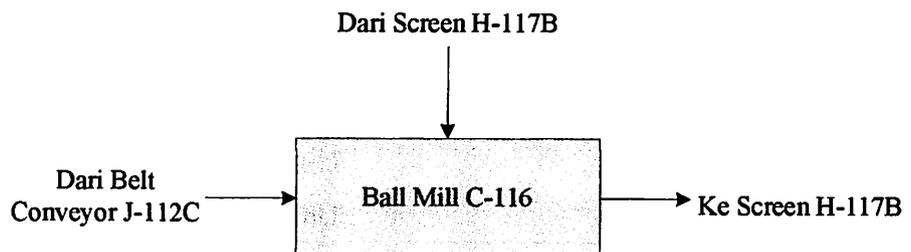
Tulang dikecilkan ukuran sebelum masuk Reaktor R-110



Neraca Massa pada Ball Mill C-116

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari Belt Conveyor J-112C		Ke Screen H-117	
Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 2435,4056 kg	Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 2394,5919 kg
Protein	= 1358,2069 kg	Protein	= 1335,4455 kg
Garam mineral	= 562,0167 kg	Garam mineral	= 552,5981 kg
Lemak	= 0,9367 kg	Lemak	= 0,9210 kg
H ₂ O	= 65,5686 kg	H ₂ O	= 322,3489 kg
Dari Screen H-117		Ke Filter Bag (lost)	
Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 119,7296 kg	Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 24,1878 kg
Protein	= 66,7723 kg	Protein	= 13,4893 kg
Garam mineral	= 27,6299 kg	Garam mineral	= 5,5818 kg
Lemak	= 0,0460 kg	Lemak	= 0,0093 kg
H ₂ O	= 16,1174 kg	H ₂ O	= 3,2560 kg
Jumlah	= 4652,4298 kg	Jumlah	= 4652,4298 kg

6. Neraca Massa pada Screen H-117B

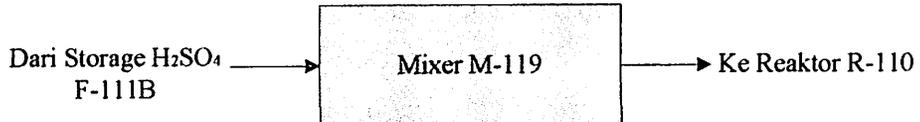


Neraca Massa pada Screen H-117B

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari Ball Mill C-116		Ke Belt Conveyor J-112D	
Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 2394,59192 kg	Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 2274,86232 kg
Protein	= 1335,44549 kg	Protein	= 1268,67322 kg
Garam mineral	= 552,598135 kg	Garam mineral	= 524,968228 kg
Lemak	= 0,92099689 kg	Lemak	= 0,87494705 kg
H ₂ O	= 322,348912 kg	H ₂ O	= 306,231466 kg
		Ke Ball Mill C-130	
		Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 119,729596 kg
		Protein	= 66,7722746 kg
		Garam mineral	= 27,6299067 kg
		Lemak	= 0,04604984 kg
		H ₂ O	= 16,1174456 kg
Jumlah	= 4605,90545 kg	Jumlah	= 4605,90545 kg

7. Neraca Massa pada Mixer M-119

H₂SO₄ diencerkan dalam Mixer M-119 sebelum masuk Reaktor R-110

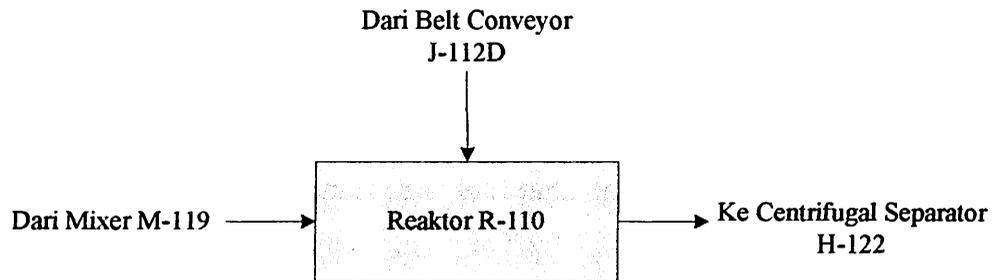


Neraca Massa pada Mixer M-119

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari Tangki Penampung H₂SO₄		Ke Reaktor R-110	
H ₂ SO ₄	= 2580,3779 kg	H ₂ SO ₄	= 2580,3779 kg
H ₂ O	= 51,6076 kg	H ₂ O	= 50000,3291 kg
Dari Water Proses (WP)			
H ₂ O	= 49948,7215 kg		
Jumlah	= 52580,7070 kg	Jumlah	= 52580,7070 kg

8. Neraca Massa pada Reaktor R-110

Terjadi reaksi antara tulang dan H_2SO_4

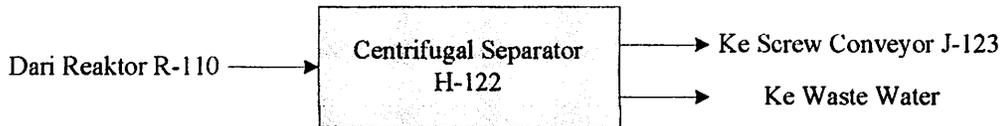


Neraca Massa pada Reaktor R-110

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari Belt Conveyor J-112D		Ke Centrifugal Separator H-122	
$Ca_3(PO_4)_2$	= 2274,86232 kg	Wet ossein terdiri dari :	
Protein	= 1268,67322 kg	Protein	= 1268,67322 kg
Garam mineral	= 524,968228 kg	Lemak	= 0,87494705 kg
Lemak	= 0,87494705 kg	H_2O	= 2912,10464 kg
H_2O	= 306,231466 kg	$CaSO_4$	= 167,21364 kg
Dari Mixer M-119		$MgSO_4$	= 26,7437357 kg
H_2SO_4	= 2580,37788 kg	Garam mineral terdiri dari:	
H_2O	= 50000,3291 kg	$CaSO_4$	= 2721,39928 kg
		$MgSO_4$	= 435,253866 kg
		H_3PO_4	= 1434,63973 kg
		H_2SO_4	= 122,875137 kg
		H_2O	= 47450,2079 kg
		$Ca_3(PO_4)_2$	= 227,486232 kg
		$CaCO_3$	= 15,7490468 kg
		$MgCO_3$	= 15,7490468 kg
		$Mg_3(PO_4)_2$	= 20,9987291 kg
		Ke Storage CO_2	
		CO_2	= 136,313632 kg
Jumlah	= 56819,9692 kg	Jumlah	= 56819,9692 kg

9. Neraca Massa pada Centrifugal Separator H-122

Wet Ossein dipisahkan dari filtratnya

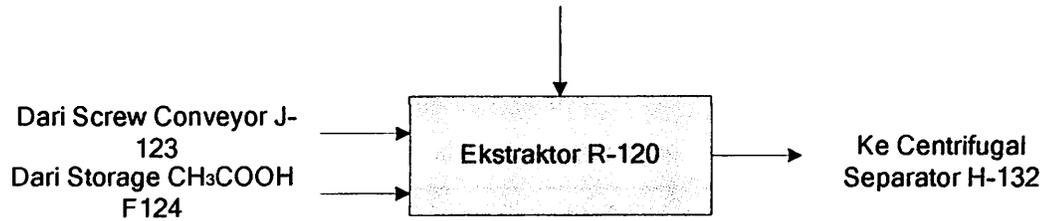


Neraca Massa pada Centrifugal Separator H-122

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari Reaktor R-110		Ke Screw Conveyor J-123	
Protein	= 1268,6732 kg	Wet ossein terdiri dari :	
Lemak	= 0,8749 kg	Protein	= 1255,9865 kg
H ₂ O	= 2912,1046 kg	Lemak	= 0,8662 kg
CaSO ₄	= 167,2136 kg	H ₂ O	= 11,9035 kg
MgSO ₄	= 26,7437 kg	CaSO ₄	= 0,6827 kg
Garam mineral terdiri dari:		MgSO ₄	= 0,1092 kg
CaSO ₄	= 2721,3993 kg	Ke Waste Water	
MgSO ₄	= 435,2539 kg	Protein	= 12,6867 kg
H ₃ PO ₄	= 1434,6397 kg	Lemak	= 0,0087 kg
H ₂ SO ₄	= 122,8751 kg	H ₂ O	= 50350,4090 kg
		CaSO ₄	= 2887,9302 kg
H ₂ O	= 47450,2079 kg	MgSO ₄	= 461,8884 kg
Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 227,4862 kg	H ₃ PO ₄	= 1434,6397 kg
CaCO ₃	= 15,7490 kg	H ₂ SO ₄	= 122,8751 kg
MgCO ₃	= 15,7490 kg		
Mg ₃ (PO ₄) ₂	= 20,9987 kg	Ca ₃ (PO ₄) ₂	= 227,4862 kg
		CaCO ₃	= 15,7490 kg
		MgCO ₃	= 15,7490 kg
		Mg ₃ (PO ₄) ₂	= 20,9987 kg
Jumlah	= 56819,9692 kg	Jumlah	= 56819,9692 kg

10. Neraca Massa pada Ekstraktor R-120

Gelatin diekstrak dari dalam wet ossein

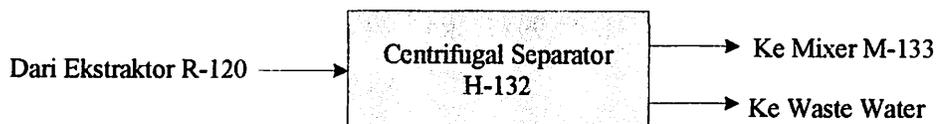


Neraca Massa pada Ekstraktor R-120

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari Screw Conveyor J-123		Ke Centrifugal Separator H-132	
Protein	= 1255,9865 kg	Gelatin terdiri dari:	
Lemak	= 0,8662 kg	Protein	= 1193,1872 kg
H ₂ O	= 11,9035 kg	Lemak	= 0,8229 kg
CaSO ₄	= 0,6827 kg	H ₂ O	= 1217,3941 kg
MgSO ₄	= 0,1092 kg	CaSO ₄	= 0,6486 kg
Dari Tangki CH₃COOH F-124		MgSO ₄	= 0,1037 kg
CH ₃ COOH	= 1,5812 kg	CH ₃ COOH	= 1,4871 kg
Dari Water Proses		Wet ossein	= 127,0339 kg
H ₂ O	= 1269,5482 kg		
Jumlah	= 2540,6775 kg	Jumlah	= 2540,6775 kg

11. Neraca Massa pada Centrifugal Separator H-132

Gelatin dipisahkan dari padatan wet ossein



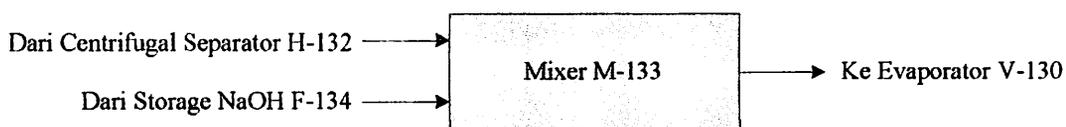
Neraca Massa pada Centrifugal Separator H-132

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari Ekstraktor R-120		Ke Mixer M-133	
Protein	= 1193,1872 kg	Protein	= 1181,2553 kg
Lemak	= 0,8229 kg	Lemak	= 0,8147 kg
H ₂ O	= 1217,3941 kg	H ₂ O	= 1205,2202 kg
CaSO ₄	= 0,6486 kg	CaSO ₄	= 0,6421 kg

MgSO ₄	=	0,1037 kg	MgSO ₄	=	0,1027 kg
CH ₃ COOH	=	1,4871 kg	CH ₃ COOH	=	1,4722 kg
Wet ossein	=	127,0339 kg	Ke Waste Water		
			Wet ossein	=	127,0339 kg
			Gelatin	=	24,1364 kg
Jumlah	=	2540,6775 kg	Jumlah	=	2540,6775 kg

12. Neraca Massa pada Mixer M-133

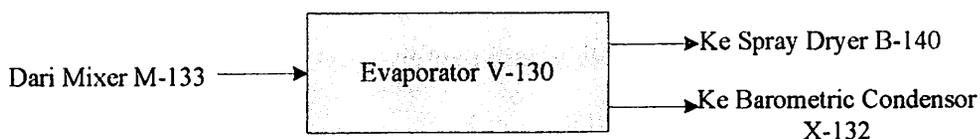
Gelatin dinaikan pHnya dalam Mixer M-133



Neraca Masaa pada Mixer M-133

13. Neraca Massa pada Evaporator V-130

Gelatin dikurangi kadar airnya sebelum masuk ke Spray Dryer B-140



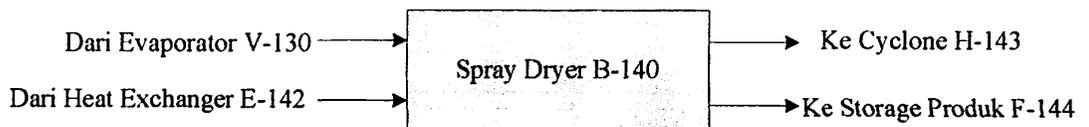
Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari Centrifugal Separator H-132		Ke Evaporator V-130	
Gelatin terdiri dari :		Gelatin terdiri dari :	
Protein	= 1181,2553 kg	Protein	= 1181,2553 kg
Lemak	= 0,8147 kg	Lemak	= 0,8147 kg
H ₂ O	= 1205,2202 kg	H ₂ O	= 1205,7018 kg
CaSO ₄	= 0,6421 kg	CaSO ₄	= 0,6421 kg
MgSO ₄	= 0,1027 kg	MgSO ₄	= 0,1027 kg
CH ₃ COOH	= 1,4722 kg	CH ₃ COOH	= 1,4722 kg
Dari Tangki Umpan NaOH F-134		NaOH	= 0,48160964 kg
H ₂ O	= 0,48160964 kg		
NaOH	= 0,48160964 kg		
Jumlah	= 2390,4704 kg	Jumlah	= 2390,4704 kg

Neraca Massa pada Evaporator V-130

Massa Masuk			Massa Keluar		
Dari Mixer M-133			Ke Spray Dryer B-140		
Gelatin terdiri dari:			Gelatin terdiri dari :		
Protein	=	1181,2553 kg	Protein	=	1181,2553 kg
Lemak	=	0,8147 kg	Lemak	=	0,8147 kg
H ₂ O	=	1205,7018 kg	H ₂ O	=	783,7062 kg
CaSO ₄	=	0,6421 kg	CaSO ₄	=	0,6421 kg
MgSO ₄	=	0,1027 kg	MgSO ₄	=	0,1027 kg
CH ₃ COOH	=	1,4722 kg	CH ₃ COOH	=	1,4722 kg
NaOH	=	0,48160964 kg	NaOH	=	0,48160964 kg
			Ke Barometric Condensor X-132		
			Uap air	=	421,9956 kg
Jumlah	=	2390,4704 kg	Jumlah	=	2390,4704 kg

14. Neraca Massa pada Spray Dryer B-140

Gelatin diubah menjadi serbuk gelatin

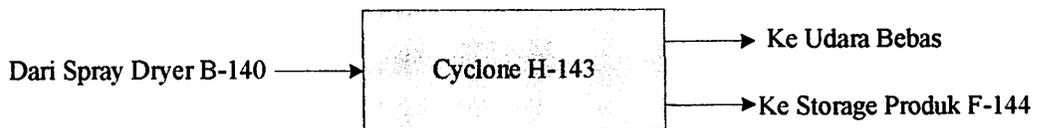


Neraca Massa pada Spray Dryer B-140

Massa Masuk			Massa Keluar		
Dari Evaporator V-130			Ke Cyclone H-143		
Gelatin terdiri dari:			Protein = 59,0628 kg		
Protein	=	1181,2553 kg	Lemak	=	0,0407 kg
Lemak	=	0,8147 kg	H ₂ O	=	3,9185 kg
H ₂ O	=	783,7062 kg	CaSO ₄	=	0,0321 kg
CaSO ₄	=	0,6421 kg	MgSO ₄	=	0,0051 kg
MgSO ₄	=	0,1027 kg	CH ₃ COOH	=	0,0736 kg
CH ₃ COOH	=	1,4722 kg	NaOH	=	0,02408048 kg
NaOH	=	0,48160964 kg	Uap air	=	705,3356 kg
Dari Heat Exchanger E-142			Udara panas = 18512,7443 kg		
Udara panas	=	18512,7443 kg	Ke Tangki Penampung F-144		

			Gelatin terdiri dari:
			Protein = 1122,1925 kg
			Lemak = 0,7739 kg
			H ₂ O = 74,4521 kg
			CaSO ₄ = 0,6100 kg
			MgSO ₄ = 0,0976 kg
			CH ₃ COOH = 1,3986 kg
			NaOH = 0,45752916 kg
Jumlah	=	20481,2191 kg	Jumlah = 20481,2191 kg

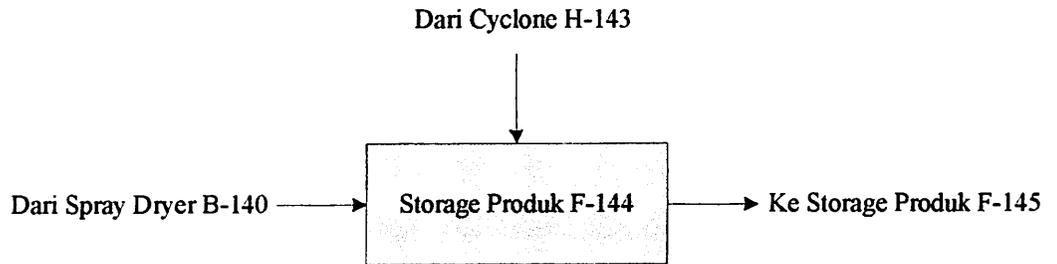
15. Neraca Massa pada Cyclone H-143



Neraca Massa pada Cyclone H-143

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari Spray Dryer B-140		Ke Tangki Penampung F-144	
Protein	= 59,0628 kg	Protein	= 59,0628 kg
Lemak	= 0,0407 kg	Lemak	= 0,04073 kg
H ₂ O	= 3,9185 kg	H ₂ O	= 3,91853 kg
CaSO ₄	= 0,0321 kg	CaSO ₄	= 0,03211 kg
MgSO ₄	= 0,0051 kg	MgSO ₄	= 0,00513 kg
CH ₃ COOH	= 0,0736 kg	CH ₃ COOH	= 0,07361 kg
NaOH	= 0,02408048 kg	NaOH	= 0,02408048 kg
Udara panas	= 18512,7443 kg	Ke Udara Bebas	
H ₂ O _(g)	= 705,3356 kg	Udara panas	= 18512,7443 kg
		H ₂ O _(g)	= 705,336 kg
Jumlah	= 19281,2368 kg	Jumlah	= 19281,2368 kg

16. Neraca Massa pada Tangki Penampung Produk F-144



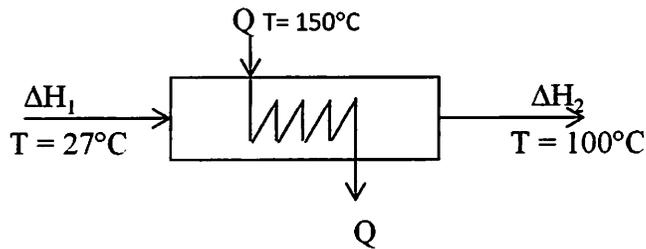
Neraca Massa pada Tangki Penampung Produk F-144

Massa Masuk		Massa Keluar	
Dari Spray Dryer B-140		Ke Gudang Produk F-145	
Protein	= 1122,1925 kg	Gelatin terdiri dari :	
Lemak	= 0,7739 kg	Protein	= 1181,2553 kg
H ₂ O	= 74,4521 kg	Lemak	= 0,8147 kg
CaSO ₄	= 0,6100 kg	H ₂ O	= 78,3706 kg
MgSO ₄	= 0,0976 kg	CaSO ₄	= 0,6421 kg
CH ₃ COOH	= 1,3986 kg	MgSO ₄	= 0,1027 kg
NaOH	= 0,45752916 kg	CH ₃ COOH	= 1,4722 kg
Dari Cyclone		NaOH	= 0,48160964 kg
Protein	= 59,0628 kg		
Lemak	= 0,0407 kg		
H ₂ O	= 3,9185 kg		
CaSO ₄	= 0,0321 kg		
MgSO ₄	= 0,0051 kg		
CH ₃ COOH	= 0,0736 kg		
NaOH	= 0,02408048 kg		
Jumlah	= 1263,13921 kg	Jumlah	= 1263,13921 kg

BAB IV
NERACA PANAS

Kebutuhan bahan baku = 4733,2699 kg/jam
 Kapasitas produksi = 10.000 ton/tahun
 Waktu Operasi = 330 hari/tahun
 = 24 jam/hari
 T_{ref} = 25°C

1. HEATER UDARA (E-115)



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

Dimana:

ΔH_1 = panas yang terkandung dalam udara kering masuk heater

ΔH_2 = panas yang terkandung dalam udara kering keluar heater

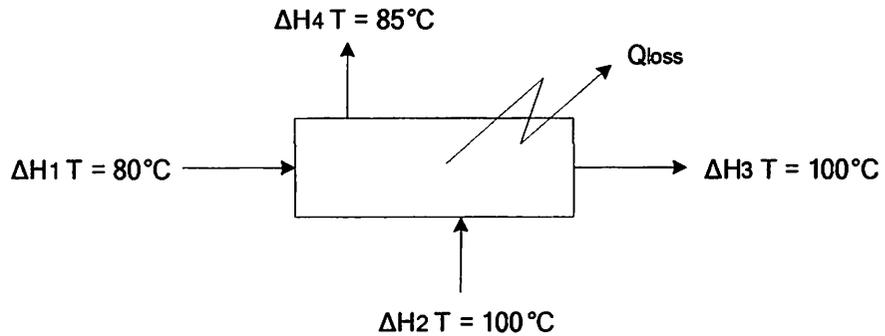
Q = panas yang terkandung dalam steam masuk heater

Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas pada Heater Udara (E-115)

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_1 =$	15,5279	ΔH_2	585,3722
Q =	600,6534	Q_{loss}	30,8091
Total =	616,1813	Total =	616,1813

2. BELT CONVEYOR DRYER (B-114)



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

Dimana :

ΔH_1 = Panas bahan masuk dari Belt Conveyor

ΔH_2 = Panas bahan udara masuk dari filter udara

ΔH_3 = Panas bahan keluar ke Belt Conveyor

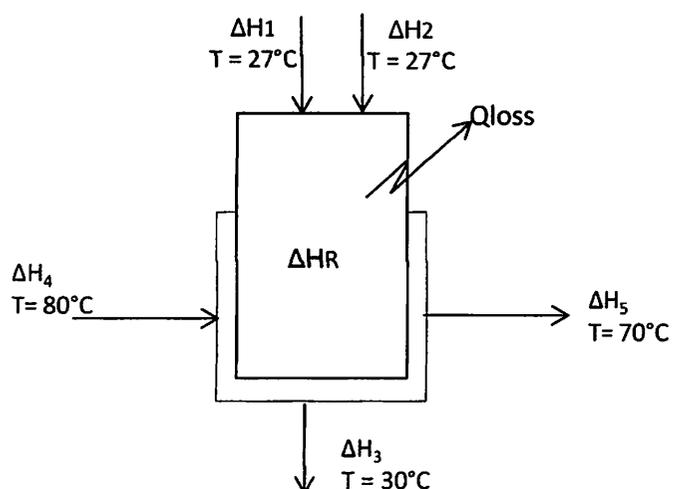
ΔH_4 = Panas bahan udara keluar ke Udara Bebas

Q_{loss} = Panas hilang

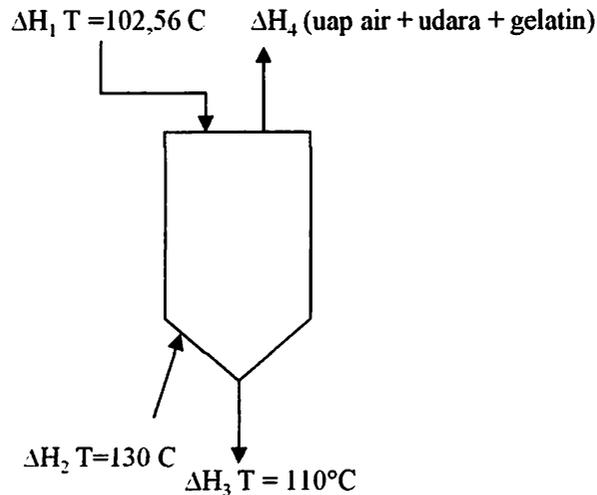
Neraca Panas pada Belt Conveyor Dryer (B-114)

Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
$\Delta H_1 = 63808,9528$	$\Delta H_3 = 67733,1735$
$\Delta H_2 = 588,2692$	$\Delta H_4 = 470,6154$
$Q = 7026,4279$	$Q_{\text{loss}} = 3219,8611$
Total = 71423,6499	Total = 71423,6499

3. REAKTOR (R-110)



6. Spray Dryer (B-140)



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

Dimana:

ΔH_1 = panas bahan gelatin yang masuk dari evaporator

ΔH_2 = panas udara kering yang masuk dari heater udara

ΔH_3 = panas bahan gekatin yang keluar dari spray dryer

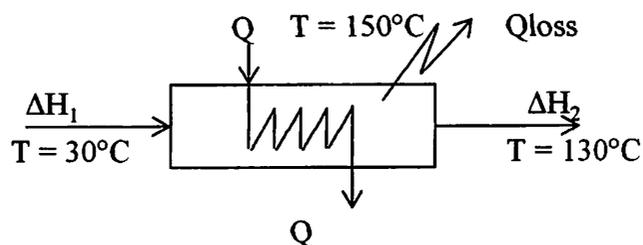
ΔH_4 = panas bahan gekatin yang keluar ke cyclone

Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas pada Spray Dryer (B-140)

Masuk (kcal/jam)		Keluar (kcal/jam)	
ΔH_1	74321,2085	ΔH_3	20426,6778
ΔH_2	16175,7649	ΔH_4	552750,4981
Q	487205,0510	Q_{loss}	4524,8487
Total =	577702,0245	Total =	577702,0245

7. HEATER UDARA (E-142)



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

Dimana :

ΔH_1 = panas yang terkandung dalam udara kering masuk heater

ΔH_2 = panas yang terkandung dalam udara kering keluar heater

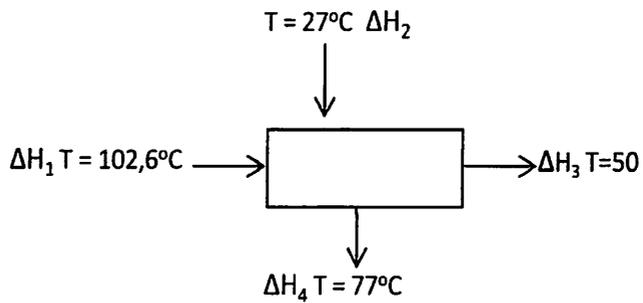
Q = panas yang terkandung dalam steam masuk heater

Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas pada Heater Udara (E-142)

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_1 =$	766,7725	ΔH_2	16237,3189
Q =	16325,1422	Q_{loss}	854,5957
Total =	17091,9146	Total =	17091,9146

8. BAROMETRIK KONDENSOR



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 = kandungan uap terkondensasi

ΔH_4 = panas pada air pendingin keluar

Neraca Panas pada Barometrik Kondensor

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_1 =$	136804,8981	ΔH_3	10959,0673
ΔH_2	5014,9303	ΔH_4	130860,7612
Total =	141819,8284	Total =	141819,8284

Neraca panas :

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

Dimana :

ΔH_1 = panas bahan serbuk tulang masuk reaktor

ΔH_2 = panas bahan H_2SO_4 masuk reaktor

ΔH_3 = panas bahan keluar dari reaktor

ΔH_4 = panas air pemanas masuk reaktor

ΔH_5 = panas air pemanas keluar dari reaktor

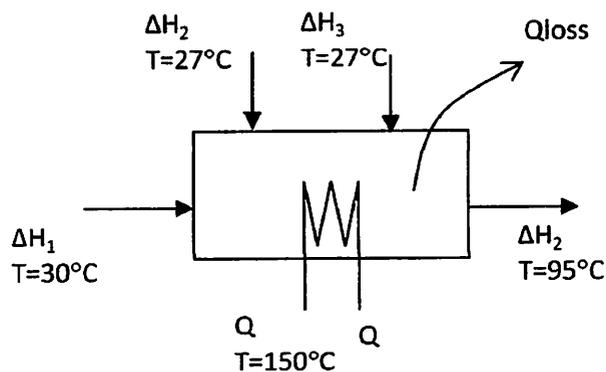
ΔH_R = panas reaksi dalam reaktor

Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas pada Reaktor (R-110)

Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
$\Delta H_1 = 2141,4488$	$\Delta H_3 = 258443,1569$
$\Delta H_2 = 101562,4414$	$Q_{\text{serap}} = 427617,5368$
$\Delta H_R = 618465,2611$	$Q_{\text{loss}} = 36108,4576$
Total = 722169,1512	Total = 722169,1512

4. EKSTRAKTOR (R-120)



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

Dimana:

ΔH_1 = panas bahan yang masuk dari centrifugal separator

ΔH_2 = panas CH_3COOH yang masuk dari tangki asam asetat

ΔH_3 = panas bahan water proses yang masuk

ΔH_4 = panas bahan yang keluar dari ekstraktor

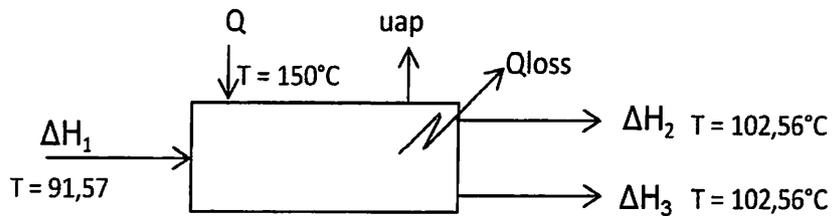
Q_s = panas steam yang dibutuhkan

Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas pada Ekstraktor (R-120)

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	947,3095	ΔH_4	103147,8257
ΔH_2	1,8996	Q_{loss}	5245,3956
ΔH_3	2536,1002		
Q	104907,9120		
Total =	108393,2213	Total =	108393,2213

5. EVAPORATOR (V-130)



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

Dimana:

ΔH_1 = panas bahan yang masuk dari M-133

ΔH_2 = panas bahan yang keluar ke spray dryer B-140

ΔH_3 = panas kondensat yang keluar ke barometrik kondensor

Q_s = panas steam yang dibutuhkan

Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas pada Evaporator (V-130)

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	92163,7057	ΔH_3	219950,3067
Q	218380,0040	ΔH_2	75066,2174
		Q_{loss}	15527,1855
Total =	310543,7097	Total =	310543,7097

BAB V SPESIFIKASI ALAT

1. STORAGE TULANG IKAN (F-111A)

Fungsi	: tempat penyimpanan tulang ikan
Tipe	: Storage
Volume gudang	: 1.680,4957 ft ³
Dimensi	: panjang _{bangunan} = 16,5711 ft
	lebar _{bangunan} = 11,0474 ft
	tinggi _{bangunan} = 8,2855 ft
	tinggi _{atap} = 3,1891 ft
	sudut _{atap} = 60°
Bahan konstruksi	: Dinding gudang = beton bertulang
	: Atap gudang = galvalum
Jumlah	: 1 buah

2. BELT CONVEYOR (J-112A)

Fungsi	: memindahkan tulang dari storage (F-111A) ke jaw crusher (J-113)
Tipe	: <i>Throughed belt on 20° idles</i>
Kapasitas belt	: 10.434,967 lb/jam
Panjang belt	: 32,808 ft
Kecepatan belt	: 200,13 ft/menit
Daya	: 0,5 hp
Lebar belt	: 1,1483 ft
Luas Area	: 0,1076 ft ²
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel SA 53-Grade B</i>

3. JAW CRUSHER (C-113)

Fungsi	: mengecilkan ukuran hingga 5 cm untuk diumpankan ke ball mill
Tipe	: <i>blake jaw crusher</i>
Kapasitas	: 10.434,967 lb/jam
Feed opening	: (0,25 × 1) ft
Closed setting	: 2 in
Kecepatan maksimal	: 99,648 ft/menit

Power : 3,25 hp

Jumlah : 1 buah

4. Screen (H-117A)

Fungsi : untuk memisahkan tulang dengan ukuran yang tidak sama

Tipe : *vibrating screens*

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Luas area ayakan : 6,3063 ft²

5. BELT CONVEYOR (J-112B)

Fungsi : memindahkan tulang menuju belt conveyor dryer

Tipe : *Throughed belt on 20° idles*

Kapasitas belt : 10.488,468 lb/jam

Panjang belt : 32,808 ft

kecepatan belt : 200,13 ft/menit

Daya : 0,5 hp

Lebar belt : 1,1483 ft

Luas area : 0,1076 ft²

Bahan konstruksi : *carbon steel SA 53 Grade B*

6. BELT CONVEYOR DRYER (B-114)

Fungsi : untuk menguapkan H₂O yang terdapat pada tulang hingga ga kering sebelum masuk ke ball mill

Tipe : lemari berbentuk persegi panjang dengan 4 belt yang disusun secara paralel dengan udara kering sebagai media pengeringnya

Lebar belt : 1,167 ft

Panjang total belt : 65,616 ft

Power : 2,23 HP

7. BELT CONVEYOR (J-112C)

Fungsi : memindahkan tulang dari belt conveyor dryer ke ball mill

Tipe : *Throughed belt on 20° idles*

Kapasitas belt : 9.901,231 lb/jam

Panjang belt : 32,808 ft

Kecepatan belt : 200,13 ft/menit

Daya : 0,5 hp

Lebar belt : 1,1483 ft

Luas area : 0,1076 ft²

8. HEATER (E-115)

Fungsi : memanaskan udara sebelum masuk belt conveyer

dryer

Tipe : DPHE 2 × 1 1/4" IPS SCH 40

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA 53 Grade B*

Rate feed : 2.065,4498 lb/jam

Rate Steam : 1,1900 kg/jam

Jumlah hair pin : 3 buah

Diameter luar pipa : 0,1383 ft

Diameter dalam pipa : 0,1150 in

Panjang : 12 ft

Jumlah : 1 buah

9. BALL MILL (C-116)

Fungsi : mengecilkan ukuran tulang dari belt conveyer

Tipe : Tumbling Mill

Kapasitas alat maks : 15 kg/dtk

Reduction ratio (R) : 20

Tinggi : 2 m

Power : 6 HP

10. Screen (H-117B)

Fungsi : menyeragamkan ukuran

Tipe : *high Speed vibrating screens*

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Luas area ayakan : 47,028623

11. BELT CONVEYOR (J-112D)

Fungsi : memindahkan tulang dari screen ke reaktor

Tipe : *throughed belt on 20° idles*

Kapasitas belt : 9.646,470 lb/jam

Panjang belt : 32,808 ft

Kecepatan belt : 200,13 ft/menit

Daya : 0,5 hp

Lebar belt : 1,1483 ft

Luas area : 0,1076 ft²

Bahan konstruksi : *carbon steel SA 53 Grade B*

12. BIN (F-111B)

Fungsi : menampung sementara tulang dari belt conveyor

Tipe : tangki silinder dengan tutup atas flat dan tutup bagian bawah berbentuk konis dengan sudut puncak = 120

Bahan Konstruksi : *carbon steel SA 53 Grade B*

Tipe Pengelasan : double welding butt joint

Volume tangki (V_T) : 80,9121 ft³

Diameter dalam tangki (D_T) : 47,6250 in

Diameter Luar (D_o) : 48 in

Tebal Silinder (t_s) : 3/16 in

Tinggi Silinder (L_s) : 73,9440 in

Tebal Tutup Bawah (t_{hb}) : 3/16 in

Tinggi Tutup Bawah (h_b) : 87,6922 in

Jumlah tangki : 1 buah

13. STORAGE H₂SO₄ 98% (F-111C)

Fungsi : tangki penyimpanan H₂SO₄ 98% untuk proses hidrolisa tulang ikan di reaktor (R-110)

Tipe : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas *standard dished* dan tutup bawah flat

Bahan Konstruksi : *High Alloy Steel SA-240 grade M type 316*

Tipe Pengelasan : double welding butt joint

Volume tangki (V_T) : 5.344,7210 ft³

Diameter dalam tangki (D_T) : 18,9375 ft

Diameter Luar (D_o) : 19 ft

Tebal Silinder (t_s) : 0,0313 ft

Tinggi Silinder (L_s) : 16,9417 ft

Tebal Tutup Atas (t_{ha}) : 0,0521 ft

Tinggi Tutup Atas (h_a) : 3,2004 ft

Waktu tinggal : 7 hari

Jumlah tangki : 2 buah

14. POMPA SENTRIFUGAL (L-118A)

Fungsi	: memompa larutan H_2SO_4 98% dari tangki penampung (F-111B) ke tangki pengencer (M-119)
Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah stage	: <i>Single stage</i>
Kecepatan putaran	: 3500 rpm
Effisiensi	: 85%
Daya pompa	: 0,25 hp
Diameter dalam pipa	: 0,052 in
Diameter luar pipa	: 0,070 in
Kapasitas pompa	: 96,7079 lpm
Bahan konstruksi	: <i>cast iron</i> dengan lapisan keramik di dalamnya
Jumlah	: 1 buah

15. MIXER (M-119)

Fungsi	: mengencerkan larutan H_2SO_4 dari tangki penampung H_2SO_4 (F-111B)
Tipe	: Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas <i>standard dished</i> dan tutup bawah <i>conical dished</i> dengan sudut puncak $\alpha = 120$
Bahan Konstruksi	: <i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
Tipe Pengelasan	: <i>single welded butt joint with backing strip</i>
Volume tangki (V_T)	: 2.272,7318 ft ³
Diameter dalam tangki (D_T)	: 10,96 ft
Diameter Luar (D_O)	: 11,000 ft
Tebal Silinder (t_s)	: 1/4 in
Tinggi Silinder (L_s)	: 262,4727 in
Tebal Tutup Atas (t_{ha})	: 5/16 in
Tinggi Tutup Atas (h_a)	: 22,2235 in
Tebal Tutup Bawah (t_{hb})	: 5/16 in
Tinggi Tutup Bawah (h_b)	: 37,9608 in
Diameter pipa (d_1)	: 3,0725 in
Jumlah	: 1 buah
Dimensi Pengaduk	
Diameter (D_a)	: 52,6000 in

Lebar (W)	:	10,5200 in
Panjang (L)	:	13,1500 in
Tinggi pengaduk (C)	:	43,8290 in
Lebar Baffle (J)	:	10,9583 in
Jenis Pengaduk	:	<i>six blade dengan four baffles</i>
Jumlah pengaduk	:	1 buah
Daya Pengaduk (P)	:	109,6677 hp

16. POMPA (L-118B)

Fungsi	:	Mengalirkan hasil pengenceran H_2SO_4 di mixer (M-119) ke reaktor (R-110)
Tipe	:	<i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah stage	:	<i>Single stage</i>
Kecepatan putaran	:	3500 rpm
Effisiensi	:	85%
Daya pompa	:	2 hp
Diameter dalam pipa	:	3,068 in
Diameter luar pipa	:	3,500 in
Kapasitas pompa	:	1.962,5436 lpm
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon Steel</i>
Jumlah	:	1 buah

17. REAKTOR (R-110)

Perancangan REAKTOR bisa dilihat pada BAB VI (PERANCANGAN ALAT UTAMA)

18. POMPA (L-121)

Fungsi	:	memompa wet ossein dari reaktor (R-110) menuju ke sentrifugal separator (H-122)
Tipe	:	<i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah stage	:	<i>Single stage</i>
Kecepatan putaran	:	3500 rpm
Effisiensi	:	85%
Daya pompa	:	3,5 hp
Diameter dalam pipa	:	2,9 in
Diameter luar pipa	:	3,5 in
Kapasitas pompa	:	2.092,764 lpm

Bahan konstruksi : *Carbon Steel*
 Jumlah : 1 buah

19. SENTRIFUGAL SEPARATOR (H-122)

Fungsi : untuk memisahkan wet ossein dari garam-garam mineral
 Tipe : *Centrifuge sedimentation*
 Jumlah : 1 buah
 Dasar pemilihan : mampu memisahkan fase solid dan liquid, design sederhana dan dapat digunakan untuk kapasitas besar
 Bowl diameter : 24 in
 Speed : 4000 rpm
 Power : 7,5 hp

20. SCREW CONVEYOR (J-123)

Fungsi : membawa wet ossein dari sentrifugal separator (H-122) menuju ke tangki ekstraktor (R-120)
 Tipe : *standard pitch screw conveyor*
 Bahan konstruksi : *carbon steel*
 diameter flig : 9 in
 diameter pipa : 2 1/2 in
 diameter shaft : 2 in
 diameter feed masuk : 6 in
 panjang : 30 ft
 kecepatan putar : 10,156 rpm
 Hangar center : 10 ft
 Power motor : 1 hp

12. BIN (F-124)

Fungsi : menampung wet ossein yang akan diumpankan ke ekstraktor
 Tipe : tangki silinder dengan tutup atas flat dan tutup bagian bawah berbentuk konis dengan sudut puncak = 120°
 Bahan Konstruksi : *High Alloy Steel SA-240 grade M type 316*
 Tipe Pengelasan : *double-welding butt joint*
 Volume tangki (V_T) : 100,1653 ft³
 Diameter dalam tangki (D_T) : 47,6250 in
 Diameter Luar (D_o) : 48 in
 Tebal Silinder (t_s) : 3/16 in

Tinggi Silinder (L_s)	:	92,6296 in
Tebal Tutup Bawah (t_{hb})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Bawah (h_b)	:	106,3777 in
Jumlah tangki	:	1 buah

22. STORAGE CH_3COOH 99% (F-125)

Fungsi	:	tangki penyimpanan CH_3COOH 99% untuk proses ekstraksi
Tipe	:	tangki silinder dengan bagian bawah berbentuk datar (flat bottomed) dan tutup atas berbentuk torispherical dished head
Bahan Konstruksi	:	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
Tipe Pengelasan	:	single welded butt joint with backing strip
Volume tangki (V_T)	:	11,268 ft ³
Diameter dalam tangki (D_T)	:	29,625 in
Diameter Luar (D_O)	:	30 in
Tebal Silinder (t_s)	:	3/16 in
Tinggi Silinder (L_s)	:	25,066 in
Tebal Tutup Atas (t_{ha})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Atas (h_a)	:	5,0066 in
Waktu tinggal	:	7 hari
Jumlah tangki	:	1 buah

23. EKSTRAKTOR (R-120)

Untuk spesifikasi ekstraktor dapat dilihat pada BAB VI (SPESIFIKASI ALAT UTAMA)

24. POMPA (L-131A)

Fungsi	:	memompa wet ossein dari ekstraktor (R-110) menuju ke sentrifugal separator (H-132)
Tipe	:	<i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah stage	:	<i>Single stage</i>
Kecepatan putaran	:	3500 rpm
Effisiensi	:	85%
Daya pompa	:	0,5 hp
Diameter dalam pipa	:	0,742 in
Diameter luar pipa	:	1,050 in
Kapasitas pompa	:	93,353 lpm
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon Steel</i>

Jumlah : 1 buah

25. SENTRIFUGAL SEPARATOR (H-132)

Fungsi : untuk memisahkan wet oseein dari garam-garam mineral

Tipe : *Centrifuge sedimentation*

Jumlah : 1 buah

Bowl diameter : 13 in

Speed : 7500 rpm

Power : 6 hp

Bahan konstruksi = *carbon steel*

26. POMPA (L-131B)

Fungsi : memompa wet ossein dari ekstraktor (R-110) menuju ke sentrifugal separator (H-132).

Tipe : *Centrifugal Pump*

Jumlah stage : *Single stage*

Kecepatan putaran : 3500 rpm

Effisiensi : 85%

Daya pompa : 0,5 hp

Diameter dalam pipa : 0,742 in

Diameter luar pipa : 1,050 in

Kapasitas pompa : 98,032 lpm

Bahan konstruksi : *Carbon Steel*

27. MIXER (M-133)

Fungsi : untuk proses netralisasi larutan gelatin dari ekstraktor (E-120) untuk kemudian dipekatkan di evaporator

Tipe : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas *standard dished* dan tutup bawah *conical dished* dengan sudut puncak $\alpha = 120$

Bahan Konstruksi : *High Alloy Steel SA-240 grade M type 316*

Tipe Pengelasan : *Single welding butt joint without backing up strip*

Volume tangki (V_T) : 90,3090 ft³

Diameter dalam tangki (D_T) : 47,63 in

Diameter Luar (D_O) : 48 in

Tebal Silinder (ts) : 3/16 in

Tinggi Silinder (Ls) : 77,9252 in

Tebal Tutup Atas (t_{ha})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Atas (h_a)	:	8,0486 in
Tebal Tutup Bawah (t_{hb})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Bawah (h_b)	:	13,7482 in
Diameter pipa (d_1)	:	0,6125 in
Jumlah	:	1 buah
Dimensi Pengaduk		
Diameter (D_a)	:	19,05 in
Lebar (W)	:	3,81 in
Panjang (L)	:	4,7625 in
Tinggi pengaduk (C)	:	15,8734 in
Lebar Baffle (J)	:	3,9688 in
Jenis Pengaduk	:	<i>six blade dengan four baffles</i>
Jumlah pengaduk	:	1 buah
Daya Pengaduk (P)	:	35,5696 hp

28. STORAGE NaOH (F-134)

Fungsi	:	tangki penyimpanan NaOH 50% untuk proses netralisasi
Tipe	:	tangki silinder dengan bagian bawah berbentuk datar (flat bottomed) dan tutup atas berbentuk standard dished head
Bahan Konstruksi	:	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
Tipe Pengelasan	:	double welding butt joint
Volume tangki (V_T)	:	0,0129 ft ³
Diameter dalam tangki (D_T)	:	29,6250 in
Diameter Luar (D_o)	:	30 in
Tebal Silinder (t_s)	:	3/16 in
Tinggi Silinder (L_s)	:	29,2114 in
Tebal Tutup Atas (t_{ha})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Atas (h_a)	:	5,0066 in
Waktu tinggal	:	7 hari
Jumlah tangki	:	1 buah

29. POMPA (L-131C)

Fungsi	: memompa larutan gelatin mixer (M-133) menuju ke evaporator (V-130)
Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah stage	: <i>Single stage</i>
Kecepatan putaran	: 3500 rpm
Effisiensi	: 85%
Daya pompa	: 1 hp
Diameter dalam pipa	: 0,546 in
Diameter luar pipa	: 0,840 in
Kapasitas pompa	: 87,798 gpm
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Jumlah	: 1 buah

30. Jet Ejector (G-136)

Fungsi	: memvakumkan tekanan pada evaporator
Type	: single jet ejector
Bahan konstruksi	: carbon steel
Rate	: 1,2186 kg/jam
Bahan	: carbon steel
Dimensi	: $W_b/W_a = 0,15$ psia $P_{ob}/P_{oa} = 0,013$ psia
Jumlah	: 1 buah

31. EVAPORATOR (V-130)

Fungsi	: untuk memekatkan alrutan gelatin
Tipe	: multiple effect horizontal-tube evaporator
Jumlah	: 1 buah
Feed	: 5.267,9076 lb/jam
Diameter luar D_o	: 4,00 ft
Diameter dalam D_T	: 3,9688 ft
Volume tangki (V_T)	: 90,3090 ft ³
Tinggi tube (H)	: 5 ft
Tebal Silinder (ts)	: 3/16 in
Tinggi Silinder (Ls)	: 12,50 ft

Tebal Tutup Bawah (t_{hb}) : 3/16 in
 Tinggi Tutup Bawah (h_b) : 3/16 in
 Jumlah tangki : 1 buah

32. POMPA (L-141)

Fungsi : memompa wet ossein dari reaktor (R-110) menuju ke sentrifugal separator (H-122)
 Tipe : *Centrifugal Pump*
 Jumlah stage : *Single stage*
 Kecepatan putaran : 3500 rpm
 Effisiensi : 85%
 Daya pompa : 1 hp
 Diameter dalam pipa : 0,546 in
 Diameter luar pipa : 0,840 in
 Kapasitas pompa : 52,671 gpm
 Bahan konstruksi : *Carbon Steel*
 Jumlah : 1 buah

32. HEATER (E-142)

Fungsi : Memanaskan udara kering untuk mengeringkan gelatin di spray dryer
 Tipe : DPHE 2 1/2 x 1 1/4" IPS SCH 40
 Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA 53 Grade B*
 Rate feed : 4.484,4910 kg/jam
 Rate Steam : 504,7530 kg/jam
 Jumlah hair pin : 1 buah
 Diameter luar pipa : 3,5 in
 Diameter dalam pipa : 3,068 in
 Panjang : 24 ft
 Jumlah : 1 buah

33. CYCLONE (H-143)

Fungsi : memisahkan padatan yang terbawa oleh gas dryer
 Tipe : dust cyclone
 Bahan kontruksi : carbon steel SA Grade B
 Lebar pipa masuk cyclone (Bc) : 0,1901 ft

Diameter cyclone (D_c)	: 0,7603 ft
Tinggi pipa cyclone (H_c)	: 0,3802 ft
Tinggi cyclone (L_c)	: 1,5207 ft
Tinggi konis cyclone (Z_c)	: 0,1901 ft
Diameter produk (J_c)	: 0,1901 ft
Diametergas keluar (D_e)	: 0,3802 ft

34. SPRAY DRYER (B-140)

Fungsi : mengeringkan gelatin dari evaporator (V-130) sehingga diperoleh gelatin powder

Tipe : bejana silinder dengan tutup bawah berbentuk konis dan tutup atas standard dished

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-240 Grade A tipe 410

Tipe Pengelasan : double welded butt joint

Kondisi operasi : suhu udara kering = 150 °C

suhu feed masuk = 127,4 °C

tekanan operasi = 1 atm °C

suhu operasi = 130 °C

ρ udara kering pada suhu 150°C = 0,0522 lb/m³

ρ steam pada suhu 130°C = 0,0345 lb/m³

Feed = 4337,9475 lb

Kadar air awal = 9,6481%

Massa udara kering masuk = 5.795,0152 lb

Massa bahan keluar = 2.644,4067 lb

Massa udara kering keluar = 139,1793 lb

H₂O menguap = 376,6760 lb

Kadar air produk = 0,82577%

Lubang pengeluaran = 1,2

Diameter chamber = 179,63 in = 14,969 ft

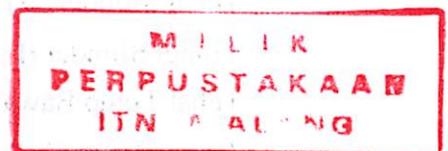
Tinggi shell = 72 in = 6 ft

Tebal silinder = 3/16 in

Tebal tutup bawah = 3/16 in

Tebal tutup atas = 3/16 in

Power = 1 HP



35. BELT CONVEYOR (J-144)

Fungsi	:	memindahkan tulang dari storage (F-) ke jaw crusher (J-) produk (F-144)
Tipe	:	Throughed belt on 20° idles
Kapasitas	:	32 ton/jam
Panjang belt	:	10 m
Kecepatan belt	:	7,8965 m/mnt
Power	:	0,5 hp
Lebar belt	:	1,1483 ft
Luas area	:	0,1076 ft ²

36. BIN PRODUK (F-145)

Fungsi	:	menampung gelatin powder dari spray dryer untuk dikemas
Tipe	:	tangki silinder dengan tutup atas flat dan tutup bagian bawah berbentuk konis dengan sudut puncak = 120 <i>atas standard dished</i> dan tutup bawah flat
Bahan Konstruksi	:	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
Tipe Pengelasan	:	double welding butt joint
Volume tangki (V _T)	:	40,6822 ft ³
Diameter dalam tangki (D _T)	:	35,6250 in
Diameter Luar (D _o)	:	36 in
Tebal Silinder (ts)	:	3/16 in
Tinggi Silinder (Ls)	:	67,1337 in
Tebal Tutup Bawah (t _{hb})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Bawah (h _b)	:	77,4177 in
Jumlah tangki	:	1 buah

37. GUDANG PRODUK (F-146)

Fungsi	:	tempat penyimpanan gelatin
Tipe	:	gudang
Volume gudang	:	13669,229 ft ³
Dimensi	:	panjang _{bangunan} = 30,9373 ft
		lebar _{bangunan} = 20,6249 ft
		tinggi _{bangunan} = 15,4686 ft
		tinggi _{atap} = 5,9539 ft
		sudut _{atap} = 60° ft

Bahan konstruksi : Dinding gudang = beton bertulang
 : Atap gudang = galvalum
 Jumlah : 1 buah

38. KONDENSOR (E-135)

Fungsi : mengembunkan uap air dari evaporator
 Tipe : DPHE 2 1/2 x 1 1/4" IPS SCH 40
 Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA 53 Grade B*
 Rate feed : 421,8271 kg/jam
 Rate pendingin : 2.772,3365 kg/jam
 Jumlah hair pin : 1 buah
 Diameter luar pipa : 1,66 in
 Diameter dalam pipa : 1,38 in
 Panjang : 24 ft
 Jumlah : 1 buah

BAB VI
PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat : Reaktor Hidrolisa
 Kode : R-110
 Fungsi : Untuk menghidrolisa kolagen menjadi gelatin
 Type : Reaktor mixed berebentuk silinder vertikal dengan tutup atas standard dished dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut puncak 120 °C

Jumlah : 1 buah

Direncanakan :

- Ruang kosong dalam reaktor 20% dari volume total reaktor (Vilbrant. 1959)

- $L_s = 1,5 \text{ di}$

- Bahan konstruksi : *High Alloy Steel SA-240 grade M type 316*

- Jenis Pengelasan : *Double Welding Butt Joint*

- ts standart : $\leq 5/8 \text{ in}$ [8]

- Faktor korosi : $1/16 \text{ in} = 0,0625 \text{ in}$ [6]

- Sudut Conical : 120 ° [6]

Sehingga didapatkan data berikut :

- Allowable stress (f) : 18.750 lb/in² [6]

- Faktor pengelasan (E) : 0,8 [6]

Feed masuk ke reaktor Hidrolisa = 125.565,8173 lb/jam

= 56.956,2811 kg/jam

Tahapan perancangan reaktor

A. Perancangan dimensi reaktor

1. Menghitung volume reaktor
2. Menghitung diameter reaktor
3. Menghitung diameter tutup

B. Perancangan dimensi pengaduk reaktor

1. Perhitungan pengaduk
2. Perhitungan daya pengaduk

3. Perhitungan poros pengaduk

C. Perhitungan Nozzle

1. Perancangan Nozzle bahan masuk reaktor
2. Perancangan Nozzle jaket pemanas
3. Perancangan Nozzle produk keluar reaktor
4. Penentuan Flange pada Nozzle

D. Perhitungan dimensi jaket pemanas

1. Dasar perancangan jaket
2. Menentukan tekanan operasi
3. Menentukan diameter jaket
4. Menentukan diameter jaket
5. Menentukan tinggi jaket
6. Menentukan tebal tutup bawah jaket
7. Menentukan tinggi tutup bawah jaket

E. Perancangan dimensi gasket, bolting dan flange tangki reaktor

1. Perancangan Gasket
2. Perancangan Bolting
3. Perancangan Flange

F. Perancangan sistem penyangga reaktor

1. Menentukan berat total reaktor
2. Perancangan leg support (penyangga)
3. Perancangan base plate
4. Perancangan lug dan gusset

G. Perancangan pondasi reaktor

A. Perancangan dimensi reaktor

1. Menentukan volume reaktor

- Menentukan fraksi, densitas dan viskositas campuran

Data viskositas dan densitas dari geankoplis, 1997, joback method, Perry's 7th

Komposisi	Berat (lb/jam)	Fraksi	ρ (lb/ft ³)	μ (lb/ft.s)
Ca ₃ (PO ₄) ₂	5.015,16147	0,03989005	196,023	0,001747122
Protein	2.836,59978	0,02256201	86,563	0,001634998
Garam mineral	1.157,34496	0,0092054	146,6426	0,002190622
Lemak	1,92891	1,5342E-05	66,515	7,97628E-10
H ₂ SO ₄	5.688,70107	0,04524731	113,8840716	0,001747122
H ₂ O	111.024,8918	0,8830799	62,159902	0,000604773
Jumlah	125.724,6280	1		

$$\text{Densitas campuran} = 71,168433 \text{ lb/ft}^3 = 1.139,979 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Viskositas campuran} = 0,0007399 \text{ lb/ft.s}$$

- Menentukan kapasitas reaktor

$$\begin{aligned} \text{kapasitas reaktor} &= \frac{\text{Rate bahan masuk}}{\text{Jumlah Reaktor yang digunakan}} \\ &= \frac{125.565,8173 \text{ lb/jam}}{1} \\ &= 125.565,8173 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

- menentukan rate volumetrik pada reaktor

$$\begin{aligned} \text{rate volumetric} &= \frac{\text{kapasitas reaktor}}{\text{densitas campuran}} = \frac{125.565,8173}{71,1684} \\ &= 1.764,3471 \text{ ft}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

- menentukan volume larutan

Volume larutan dalam reaktor per waktu operasinya

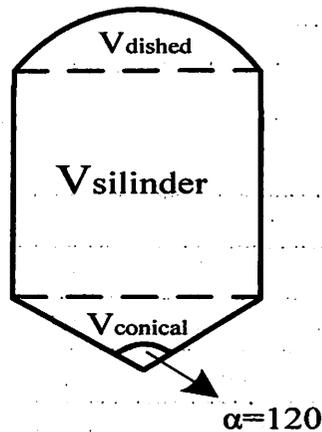
$$\begin{aligned} &= 1.764,3471 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam} \\ &= 1.764,3471 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

- Menentukan volume total tangki (V_T)

Diasumsikan ruang kosong reaktor = 20%

$$V_T = \frac{\text{Volume}_{\text{basis}}}{80\%} = \frac{1.764,3471}{80\%} = 2.205,4338 \text{ ft}^3$$

2. Menentukan Diameter Reaktor



Gambar 6.1. Volume Total dari Reaktor Hidrolisa

$$V_{\text{total}} = V_{\text{dished}} + V_{\text{silinder}} + V_{\text{conical}} \quad [6]$$

$$2.205,4338 = (0,0847D_T^3) + \left(\frac{\pi}{4} D_T^2 L_S \right) + \left(\frac{\pi D_T^3}{24 \tan \left(\frac{1}{2} \alpha \right)} \right)$$

Dimana = $L/D = 1,5$

$$2.205,4338 = 1,3377367 D_T^3$$

$$D_T = 11,813388 \text{ ft} = 141,761 \text{ in}$$

- Menghitung tinggi liquid dalam tangki (L_{LS})

Campuran feed masuk menempati tutup bawah dan bagian silinder maka :

$$V_{\text{liquid}} = V_{\text{liquid dalam silinder}} + V_{\text{conical}}$$

$$= \left(\frac{\pi}{4} D_T^2 L_{LS} \right) + \left(\frac{\pi D_T^3}{24 \tan \left(\frac{1}{2} \alpha \right)} \right)$$

$$1.764,347 = 241,96227 L_{LS}$$

$$L_{LS} = 7,2918272 \text{ ft} = 87,501926 \text{ in}$$

- Menghitung tekanan design (P_i)

Dalam merancang tebal silinder didasarkan pada kondisi tekanan operasi dari liquida, yaitu = 1 atm = 14,696 psia

$$P_{\text{alat}} = P_{\text{operasi}} + P_{\text{liquid}}$$

$$P_{\text{liquid}} = \frac{\rho g L_{IS}}{144 \times 32,174} = 3,603805 \text{ psi} \quad [1]$$

$$P_{\text{alat}} = 3,6038 \text{ psig}$$

$$t_s = \frac{P_{\text{alat}} D_T}{2 (f E - 0,6 P_{\text{alat}})} + C = 0,0795 \text{ in} \quad [6]$$

Standardisasi t_s berdasarkan tabel 5.7 (Brownel, 1957)

$$0,0795 \times \frac{16}{16} = \frac{1,2725}{16} \approx 3/16 \text{ in}$$

- Menentukan diameter luar tangki (D_o)

$$D_o = D_T + 2t_s = 142,1357 \text{ in} = 11,845 \text{ ft}$$

Standardisasi D_o berdasarkan tabel 5.7 (Brownel, 1957)

$$D_o = 144 \text{ in} = 12,00 \text{ ft}$$

$$icr = 8 \frac{3}{4} \text{ in} = 0,7292 \text{ ft}$$

$$r = 132 \text{ in} = 11,000 \text{ ft}$$

$$t_s = 3/16 \text{ in} = 0,0156 \text{ ft}$$

- Menentukan diameter tangki (D_T) baru

$$D_T = D_o - 2t_s = 143,6250 \text{ in} = 11,969 \text{ ft}$$

- Menentukan tinggi silinder (L_s)

$$V_T = V_{\text{dishbed}} + V_{\text{silinder}} + V_{\text{conical}}$$

$$2.205,4338 = (0,0847 D_T^3) + \left(\frac{\pi}{4} D_T^2 L_s \right) + \left(\frac{\pi D_T^3}{24 \tan \left(\frac{1}{2} \alpha \right)} \right)$$

$$L_s = 17,169 \text{ ft} = 206,0295 \text{ in}$$

Pengecekan tinggi silinder, dimana $L_s/D_T = 1,5$

$$\frac{L_s}{D_T} = \frac{17,169}{11,969} = 1,4345 \text{ (memenuhi)}$$

3. Menentukan diameter tutup

- Perhitungan dimensi tutup atas

Menentukan tebal tutup atas (t_{ta})

$$icr = 8 \frac{3}{4} \text{ in} = 0,729 \text{ ft} = 0,2223 \text{ m}$$

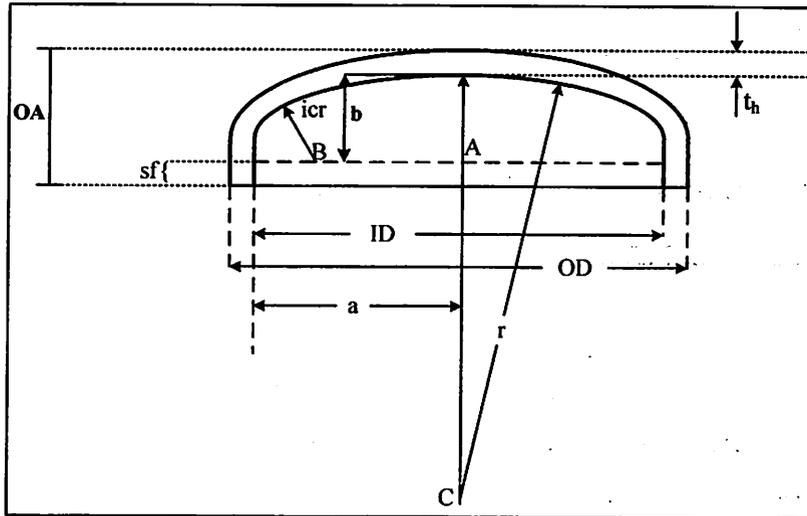
$$r = 132 \text{ in} = 11 \text{ ft} = 3,3528 \text{ m}$$

$$sf = 1 \frac{1}{2} \text{ in} = 0,125 \text{ ft} = 0,0381 \text{ m} \quad [6]$$

$$t_{ha} = \frac{0,885 P_{alat} D_T}{(fE - 0,1 P_{alat})} + C$$

$$= 0,093 \text{ in} \approx 1/4 \text{ in} = 0,0208 \text{ ft}$$

Menentukan tinggi tutup atas (h_a)



Gambar 6.2. Dimensi tutup atas *standard dished* reaktor

$$a = \frac{D_T}{2} = \frac{143,6250}{2} = 71,81250 \text{ in} = 5,98438 \text{ ft}$$

$$AB = a - icr = 71,81250 - 8,75 = 63,06250 \text{ in}$$

$$= 5,25521 \text{ ft}$$

$$BC = r - icr = 132,0 - 8,75 = 123,25 \text{ in}$$

$$= 10,27083 \text{ ft}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$= \sqrt{123,25^2 - 63,06250^2}$$

$$= 105,89468 \text{ in} = 8,8246 \text{ ft}$$

$$b = r - AC = 132,0 - 105,89468 = 26,10532 \text{ in}$$

$$= 2,17544 \text{ ft}$$

$$h_a = t_{ha} + b + sf$$

$$= 0,0208 + 2,1754 + 0,125$$

$$= 2,3213 \text{ ft}$$

$$= 27,855 \text{ in}$$

- Perhitungan dimensi tutup bawah

Menentukan tebal tutup bawah (t_{tb})

$$d_e = D_T = 143,6250 \text{ in}$$

$$t_{tb} = \frac{P_{akt} D_T}{2(fE - 0,6 P_{akt}) \cos \frac{1}{2} \alpha} + C$$

$$= 0,0970114 \text{ in} \approx 1/4 \text{ in}$$

Pada t_s (1/4), diperoleh harga (sf) = 2

Menentukan tinggi tutup bawa (hb)

$$h_b = \frac{0,5 \times D_T}{\tan \frac{1}{2} \alpha} = 3,4551 \text{ ft} = 41,461 \text{ in}$$

Tinggi total tutup bawah = $hb + sf$

$$= 41,461 + 2$$

$$= 43,461 \text{ in}$$

- Perhitungan tinggi total tangki (H)

$$H = h_a + L_s + h_b$$

$$= 27,855 + 206,0295 + 43,461$$

$$= 277,3458 \text{ in}$$

Kesimpulan perhitungan dimensi reaktor

$$\text{Diameter Luar (Do)} = 144 \text{ in} = 12,000 \text{ ft}$$

$$\text{Diameter Dalam (D}_T) = 143,6250 \text{ in} = 11,969 \text{ ft}$$

$$\text{Tinggi silinder (L}_s) = 206,0295 \text{ in} = 17,169 \text{ ft}$$

$$\text{Tebal Silinder (t}_s) = 3/16 \text{ in} = 0,016 \text{ ft}$$

$$\text{Tebal tutup atas (t}_{ta}) = 0,2500 \text{ in} = 0,021 \text{ ft}$$

$$\text{Tebal tutup bawah (t}_{tb}) = 0,2500 \text{ in} = 0,021 \text{ ft}$$

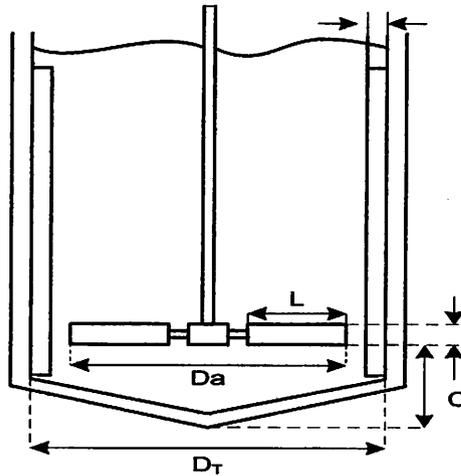
$$\text{Tinggi tutup atas (h}_a) = 27,8553 \text{ in} = 2,321 \text{ ft}$$

$$\text{Tinggi tutup bawah (h}_b) = 43,4610 \text{ in} = 3,622 \text{ ft}$$

$$\text{Tinggi Reaktor (H)} = 277,3458 \text{ in} = 23,112 \text{ ft}$$

B. Perancangan dimensi pengaduk reaktor

1. Perhitungan pengaduk



Keterangan:

L = panjang pengaduk

D_a = diameter impeler (pengaduk)

W = lebar pengaduk

C = jarak baffle dari dasar tangki

D_T = diameter tangki

J = lebar baffle

Data-data untuk perbandingan geometris standart sistem pengadukan diambil dari tabel 3,4-1 hal 144, Geankoplis :

$$D_a/D_T = 0,3 - 0,5$$

$$W/D_a = 1/5$$

$$L/D_a = 1/4$$

$$C/D_T = 1/3$$

$$J/D_T = 1/12$$

a. Menentukan diameter pengaduk

$$D_a/D_T = 0,3$$

$$\begin{aligned} D_a &= 0,3 \times 11,9688 \\ &= 3,5906 \text{ ft} = 43,088 \text{ in} = 1,0944247 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Menentukan lebar pengaduk

$$W/D_a = 0,2$$

$$\begin{aligned} W &= 0,2 \times 3,5906 \\ &= 0,7 \text{ ft} = 8,618 \text{ in} \end{aligned}$$

c. Menentukan panjang pengaduk

$$L/D_a = 0,25$$

$$\begin{aligned} L &= 0,25 D_a \\ &= 0,25 \times 3,5906 \text{ ft} \\ &= 0,8977 \text{ ft} = 10,772 \text{ in} \end{aligned}$$

d. Menentukan tinggi pengaduk dari dasar tangki

$$C/D_T = 0,333$$

$$C = 0,333 \times 11,969$$

$$= 3,989 \text{ ft} = 47,870 \text{ in}$$

e. Menentukan Lebar *Baffle*

$$J/D_T = 0,083$$

$$J = 0,083 D_T$$

$$= 0,083 \times 11,969 \text{ ft}$$

$$= 0,997 \text{ ft} = 11,969 \text{ in}$$

f. Menentukan Jenis Pengaduk

Dari perbandingan Da/W hal 145 Geankoplis didapatkan bahwa

$Da/W = 5$ maka jenis pengaduk yang digunakan adalah jenis

Flat Six Blade Turbin with disk

g. Menentukan Jumlah Pengaduk

$$n_p = \frac{\text{Tinggi liquid dalam silinder}}{2 Da^2}$$

$$= \frac{87,5019}{3713,0653}$$

$$= 0,0236 \approx 1 \text{ buah}$$

2. Perhitungan daya pengaduk

$$N_{Re} = \frac{D_a^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu}$$

$$P = \frac{N_p \cdot \rho \cdot N^3 \cdot Da^5}{gc}$$

iii

Dimana :

$$N = \text{Putaran pengaduk} = 110 \text{ rpm} = 1,8 \text{ rps}$$

$$Da = \text{Diameter Impeller (ft)}$$

$$P = \text{daya motor (lb.ft/detik)}$$

$$\rho = 71,168433 \text{ lbm/ft}^3$$

$$\mu = 0,0007399 \text{ lbm/ft.s}$$

$$N_{Re} = \frac{D_a^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} = \frac{4,7875^2 \times 2,5 \times 71,179031}{0,0007398}$$

$$= 2.273.619,869 \quad (\text{turbulent})$$

Dari hasil perhitungan, diketahui alirannya adalah turbulent, maka dari hal 145

(Geankoplis, 1997) diperoleh Nilai Power (N_p) = 4

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

$$\begin{aligned}
 \text{sehingga, } P &= \frac{N_p \cdot \rho \cdot N^3 \cdot D_a^5}{g_c} \\
 &= \frac{4 \times 71,179031 \times 2,5^3 \times 4,7875^5}{32,14} \\
 &= 32.539,9510 \text{ lbf/s} = 59,163547 \text{ hp}
 \end{aligned}$$

Kehilangan-kehilangan daya:

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

Sehingga daya yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned}
 P &= (0,1 +),15)P + P \\
 &= 73,954 \text{ hp}
 \end{aligned}$$

Sehingga digunakan pengaduk dengan daya = 73,954 hp

3. Perhitungan poros pengaduk

- Menghitung diameter poros pengaduk (D_p)

$$T = \frac{\pi \times S \times D_p^3}{16}$$

dimana: $T = \text{Momen putir} = \frac{(63025 \times P)}{N}$ [8]

$$H = \text{daya motor (lb.ft/s)} = 73,95 \text{ hp}$$

$$N = \text{Putaran pengaduk} = 110 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{63.025 \times 73,954}{110} = 42.372,529 \text{ lb.in}$$

Dari Hesse tabel 16-1 hal 467, untuk bahan *Hot-rolled steel SAE 1020* (mengandung karbon) 20% dengan batas = 36.000 lb/in²

S = maksimum design shering stress yang diijinkan

$$S = 20\% \times 36.000 \text{ lb/in}^2$$

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

Maka diperoleh diameter poros (D_p)

$$\begin{aligned}
 D_p &= \left(\frac{16 \times T}{\pi \times S} \right)^{\frac{1}{2}} \\
 &= \left(\frac{16 \times 42.387,839}{\pi \times 7200} \right)^{\frac{1}{2}} = 5,4760968 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- Menghitung panjang poros (L)

$$L = h + l - C$$

Dimana :

L = panjang poros (ft)

h = tinggi silinder + tinggi tutup atas + tinggi tutup bawah = 233,88 in

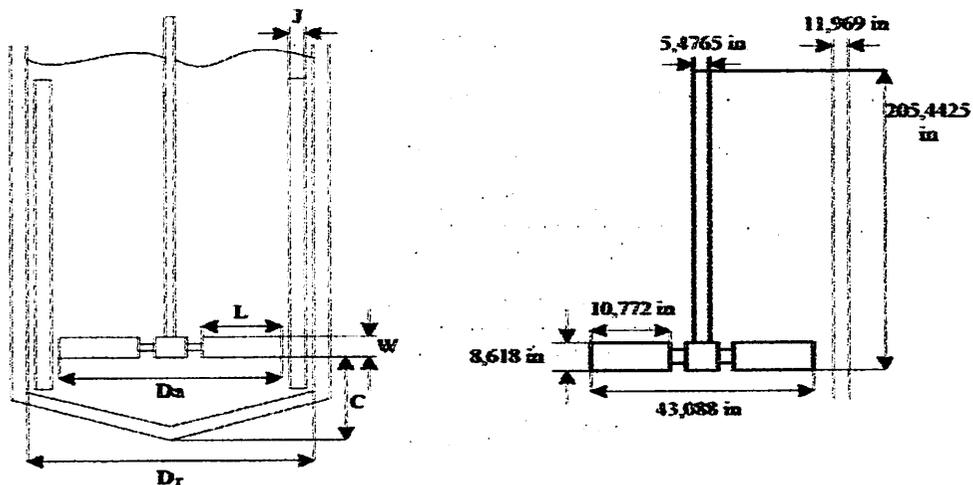
l = panjang poros diatas bejana tangki = 0,4 m = 15,7480 in

C = jarak impeller dari dasar tangki = 47,8702 in

$$(L) = 233,8848 + 15,7480 - 47,8702 = 201,7626 \text{ in}$$

Kesimpulan Perancangan pengaduk :

Type	=	<i>Flat Six Blade Turbin with disk</i>
Diameter impeller (Da)	=	43,0875 in
Tinggi Impeller diatas tangki (C)	=	47,8702 in
Lebar Impeller (W)	=	8,6175 in
Panjang Impeller (L)	=	10,7719 in
Lebar Baffle (J)	=	11,9688 in
Jumlah pengaduk (np)	=	1 buah
Daya (P)	=	74 hp
Panjang Poros (L)	=	201,7626 in
Diameter poros (D)	=	5,4761 in



C. Perhitungan Nozzle

Nozzle pada tutup atas standard dished

- Nozzle untuk memasukan larutan H_2SO_4 dari mixer
- Nozzle untuk memasukan tulang ikan

Nozzle pada badan silinder

- nozzle untuk manhole
- Nozzle untuk pemasukan steam dalam jaket
- Nozzle untuk pengeluaran kondesat dari jaket

Nozzle pada tutup bawah conical

- Nozzle untuk pengeluaran produk

Digunakan flange standard type welding neck pada :

- Nozzle untuk memasukan larutan asam sulfat
- Nozzle untuk memasukan tulang ikan
- Nozzle untuk pengeluaran produk
- Nozzle untuk manhole
- Nozzle untuk pemasukan steam dalam jaket
- Nozzle untuk pengeluaran kondesat dari jaket

1. Perancangan Nozzle bahan masuk reaktor

Nozzle untuk memasukan larutan asam sulfat

$$\text{Bahan Masuk} = 117.662,6531 \text{ lbm/jam}$$

$$= 53.371,4293 \text{ kg/jam}$$

$$\rho \text{ larutan asam sulfat} = 64,698246 \text{ lbm/ft}^3 = 1.139,979 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu \text{ larutan asam sulfat} = 0,0006608 \text{ lb/ft.s}$$

$$\begin{aligned} \text{Rate Volumetrik} &= \frac{\text{Rate bahan masuk}}{\text{Densitas bahan masuk}} \\ &= \frac{117.662,6531 \text{ lbm/jam}}{64,6982 \text{ lbm/ft}^3} \\ &= 1.818,637 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,0143051 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Trial Kecepatan Fluida

Menentukan Kecepatan fluida

Untuk menentukan kecepatan fluida dapat digunakan data kecepatan hal 186 (Coulson and Ricardson. 1993), dimana : $\rho_{\text{campuran}} = 1.139,979 \text{ kg/m}^3$ sehingga kecepatan liquida sebesar : $2,4 \text{ m/s} = 7,8739 \text{ ft/s}$

Menentukan dimensi Lubang

a. Luas aliran pipa

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{rate Volumetrik}}{\text{Kecepatan fuida}} = \frac{0,5052 \text{ ft}^3/\text{s}}{7,8739 \text{ ft/s}} \\ &= 0,0642 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Diameter Pipa} &= \sqrt{\frac{\text{luas aliran pipa}}{0,25 \cdot \pi}} \\ &= \sqrt{\frac{0,642}{0,25 \times 3,14}} = 0,0724 \text{ ft} \end{aligned}$$

c. Menentukan jenis aliran dengan N_{Re}

$$N_{Re} = \frac{D \times v \times \rho}{\mu} = 55.822,511 \quad (\text{turbulent}) \quad (1)$$

Aliran fluida termasuk jenis aliran *turbulen* jika memiliki *Reynold Number* diatas 4000 (Geankoplis, 1997), sehingga dapat disimpulkan bahwa aliran yang dipakai adalah aliran *turbulen*.

d. Menentukan Diameter Optimum

Dalam Perhitungan diameter optimum digunakan persamaan 5-14 (Coulson & Richardson's, 1997), dimana bahan pipa yang digunakan

Carbon Steel

$$\begin{aligned} Di_{\text{optimum}} &= 293(\text{rate feed})^{0,53}(\rho)^{-0,37} \\ &= 90,458 \text{ mm} = 3,5613 \text{ in} \end{aligned}$$

e. Standarisasi Di

Standarisasi Di menggunakan Appendix A-5 (Geankoplis. 1997) sehingga didapatkan ukuran pipa NPS 3 1/2 " in schedule number 40

$$Di = 3,548 \text{ in} = 0,0901 \text{ m} = 0,2956667 \text{ ft}$$

$$Do = 4,000 \text{ in} = 0,1016 \text{ m}$$

$$A = 0,00638 \text{ m}^2 = 0,06866 \text{ ft}^2 = 9,88723 \text{ in}^2$$

Menentukan laju Fluida dan pengecekan jenis aliran

1. Laju aliran fluida berdasarkan standarisasi Di

$$v = \frac{\text{rate volumetric}}{\text{luas aliran pipa}} = \frac{0,5052 \text{ ft}^3/\text{s}}{0,0687 \text{ ft}^2} = 7,3575 \text{ ft/s}$$

2. Pengecekan jenis aliran

$$\begin{aligned} N_{Re} &= \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu} \\ &= \frac{0,2957 \text{ ft} \times 7,3575 \text{ ft/s} \times 64,7 \text{ lb/ft}^3}{0,0007 \text{ lb/ft.s}} \\ &= 212.977,853 \end{aligned}$$

Jenis Aliran : Turbulen

Nozzle untuk memasukan tulang ikan

$$\begin{aligned} \text{Bahan Masuk} &= 9.797,0633 \text{ lbm/jam} \\ &= 4.443,9188 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\rho \text{ tulang} = 159,50756 \text{ lbm/ft}^3 = 12.418,348 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu \text{ tulang} = 0,001808 \text{ lb/ft.s}$$

$$\begin{aligned} \text{Rate Volumetrik} &= \frac{\text{Rate bahan masuk}}{\text{Densitas bahan masuk}} \\ &= \frac{9.797,0633 \text{ lbm/jam}}{159,5076 \text{ lbm/ft}^3} \\ &= 61,420685 \text{ ft}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Trial Kecepatan Fluida

Menentukan Kecepatan fluida

Untuk menentukan kecepatan fluida dapat digunakan data kecepatan hal 186

(Coulson and Ricardson. 1993), dimana : $\rho_{\text{campuran}} = 12.418,348 \text{ kg/m}^3$

sehingga kecepatan liquida sebesar : $2,4 \text{ m/s} = 7,8739 \text{ ft/s}$

Menentukan dimensi Lubang

- a. Luas aliran lubang

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{rate Volumetrik}}{\text{Kecepatan fuida}} = \frac{0,0171 \text{ ft}^3/\text{s}}{7,8739 \text{ ft/s}} \\ &= 0,0022 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Diameter Pipa} &= \sqrt{\frac{\text{luas aliran pipa}}{0,25 \cdot \pi}} \\ &= \sqrt{\frac{0,020}{0,25 \times 3,14}} = 0,0024 \text{ ft} \end{aligned}$$

c. Menentukan jenis aliran dengan N_{Re}

$$N_{Re} = \frac{D \times v \times \rho}{\mu} = 16.988,832 \quad (\text{turbulent})$$

Aliran fluida termasuk jenis aliran *turbulen* jika memiliki *Reynold Number* diatas 4000 (Geankoplis, 1997), sehingga dapat disimpulkan bahwa aliran yang dipakai adalah aliran *turbulen*.

d. Menentukan Diameter Optimum

Dalam Perhitungan diameter optimum digunakan persamaan 5-14 (Coulson & Richardson's, 1997), dimana bahan pipa yang digunakan *Carbon Steel*

$$\begin{aligned} Di_{\text{optimum}} &= 293(\text{rate feed})^{0,53}(\rho)^{-0,37} \\ &= 10,012 \text{ mm} = 0,3942 \text{ in} \end{aligned}$$

e. Standarisasi Di

Standarisasi Di menggunakan Appendix A-5 (Geankoplis, 1997) sehingga didapatkan ukuran pipa NPS 1/4 " in schedule number 40

$$Di = 0,364 \text{ in} = 0,0092 \text{ m} = 0,0303333 \text{ ft}$$

$$Do = 0,540 \text{ in} = 0,0137 \text{ m}$$

$$A = 0,0000670 \text{ m}^2 = 0,00072 \text{ ft}^2$$

Menentukan laju Fluida dan pengecekan jenis aliran

1. Laju aliran fluida berdasarkan standarisasi Di

$$v = \frac{\text{rate volumetric}}{\text{luas aliran pipa}} = \frac{0,0171 \text{ ft}^3/\text{s}}{0,0007 \text{ ft}^2} = 23,658 \text{ ft/s}$$

2. Pengecekan jenis aliran

$$\begin{aligned} N_{Re} &= \frac{D \times v \times \rho}{\mu} \\ &= \frac{0,0303 \text{ ft} \times 23,658 \text{ ft/s} \times 159,5 \text{ lb/ft}^3}{0,0018 \text{ lb/ft.s}} \\ &= 63.311,729 \end{aligned}$$

Jenis Aliran : Turbulen

Nozzle untuk keluaran produk

$$\text{Bahan keluar} = 127.549,6022 \text{ lbm/jam}$$

$$= 57.856,1200 \text{ kg/jam}$$

$$\rho \text{ produk} = 149,02696 \text{ lbm/ft}^3 = 11.602,388 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu \text{ produk} = 0,0016506 \text{ lb/ft.s}$$

$$\begin{aligned} \text{Rate Volumetrik} &= \frac{\text{Rate bahan keluar}}{\text{Densitas bahan keluar}} \\ &= \frac{127.549,6022 \text{ lbm/jam}}{149,0270 \text{ lbm/ft}^3} \\ &= 855,88274 \text{ ft}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Trial Kecepatan Fluida

Menentukan Kecepatan fluida

Untuk menentukan kecepatan fluida dapat digunakan data kecepatan hal 186

(Coulson and Ricardson. 1993), dimana : $\rho_{\text{campuran}} = 11.602,388 \text{ kg/m}^3$

sehingga kecepatan liquida sebesar : $2,4 \text{ m/s} = 7,8739 \text{ ft/s}$

Menentukan dimensi Lubang

a. Luas aliran lubang

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{rate Volumetrik}}{\text{Kecepatan fuida}} = \frac{0,2377 \text{ ft}^3/\text{s}}{7,8739 \text{ ft/s}} \\ &= 0,0302 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Diameter Pipa} &= \sqrt{\frac{\text{luas aliran pipa}}{0,25 \cdot \pi}} \\ &= \sqrt{\frac{0,0302}{0,25 \times 3,14}} = 0,0341 \text{ ft} \end{aligned}$$

c. Menentukan jenis aliran dengan N_{Re}

$$N_{Re} = \frac{D \times v \times \rho}{\mu} = 242.267,11 \quad (\text{turbulent})$$

Aliran fluida termasuk jenis aliran *turbulen* jika memiliki *Reynold Number* diatas 4000 (Geankoplis, 1997), sehingga dapat disimpulkan bahwa aliran yang dipakai adalah aliran *turbulen*.

d. Menentukan Diameter Optimum

Dalam Perhitungan diameter optimum digunakan persamaan 5-14 (Coulson & Richardson's, 1997), dimana bahan pipa yang digunakan

Carbon Steel

$$D_i_{\text{optimum}} = 293 (\text{rate feed})^{0.53} (\rho)^{-0.37}$$

$$= 40,012 \text{ mm} = 1,5753 \text{ in}$$

e. Standarisasi Di

Standarisasi Di menggunakan Appendix A-5 (Geankoplis, 1997) sehingga didapatkan ukuran pipa NPS 1 1/4 " in schedule number 40

$$D_i = 1,610 \text{ in} = 0,0409 \text{ m} = 0,1341667 \text{ ft}$$

$$D_o = 1,900 \text{ in} = 0,0483 \text{ m}$$

$$A = 0,0013130 \text{ m}^2 = 0,01413 \text{ ft}^2$$

Menentukan laju Fluida dan pengecekan jenis aliran

1. Laju aliran fluida berdasarkan standarisasi Di

$$v = \frac{\text{rate volumetric}}{\text{luas aliran pipa}} = \frac{0,2377 \text{ ft}^3/\text{s}}{0,0141 \text{ ft}^2} = 16,822 \text{ ft/s}$$

2. Pengecekan jenis aliran

$$N_{Re} = \frac{D \times v \times \rho}{\mu}$$

$$= \frac{0,1342 \text{ ft} \times 16,822 \text{ ft/s} \times 149,03 \text{ lb/ft}^3}{0,0017 \text{ lb/ft.s}}$$

$$= 203.774,426 \quad (\text{turbulent})$$

2. Nozzle pada badan silinder**Nozzle untuk Manhole**

Lubang manhole dibuat berdasarkan standart yang ada yaitu = 20 in

Dari Brownel and Young tabel 12,2 hal 221 didapatkan dimensi manhole :

- Ukuran Pipa nominal (NPS) : 20 in
- Diameter luar pipa (A) : 27,5 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 lubang Baut : 1 (1/8) in
- Keliling lubang baut : 25 in

- Diameter lubang baut : 1 3/8 in
- Berat total manhole : 170 lb

Nozzle untuk Steam

Lubang untuk masukan steam dan keluaran kondensat dianggap sama dengan tebal jaket yaitu 0,0048 m sehingga dapat ditentukan Dari Brownel and

Young tabel 12,2 hal 221 didapatkan dimensi nozzle :

- Ukuran Pipa nominal (NPS) : 0,5 in
- Diameter luar pipa (A) : 3 1/2 in
- Ketebalan Flange minimum (T) : 7/16 in
- Diameter bagian lubang menonjol (R) : 1 3/8 in
- Diameter hubungan pada titik pengelasan (K) : 1 3/8 in
- Diameter hubungan pada alas (E) : 0,84 in
- Panjang julukan (L) : 1 7/8 in
- Diameter dalam Flange (B) : 0,62 in
- Jumlah lubang Baut : 4 buah
- Diameter lubang Baut : 5/8 in
- Keliling lubang baut : 2 5/8 in
- Berat total manhole : 2 in

Dari Brownel and Young tabel 12,2 hal 221 didapatkan dimensi flange dengan type Welding neck dengan dimensi nozzle sbb :

Dimensi	Nozzle A	Nozzle B	Nozzle C	Nozzle D	Nozzle E	Nozzle F
	(in)	(in)	(in)	(in)	(in)	(in)
NPS	3 1/2	1/2	1 1/4	20	1/2	1/2
A	8 1/2	3 1/2	4 5/8	1 7/8	3 1/2	3 1/2
T	15/16	7/16	5/8	1 (11/16)	7/16	7/16
R	5 1/2	1 3/8	2 1/2	23	1 3/8	1 3/8
E	4 13/16	1 1/2	2 5/16	22	1 3/8	1 3/8
K	4,00	0,84	1,66	20	0,83	0,83
L	2 3/4	2 1/4	2 1/4	5 (11/16)	1 7/8	1 7/8
B	3,55	0,62	1,38	19,25	0,62	0,62

Dimana :

- NPS = Ukuran pipa nominal (in)
 A = Diameter luar flange (in)
 T = Ketebalan Flange minimum (in)
 R = Diameter bagian lubang menonjol (in)
 K = Diameter hubungan pada titik pengelasan (in)
 E = Diameter hubungan pada alas (in)
 L = Panjang julukan (in)
 B = Diameter dalam Flange (in)

- Nozzle A. Nozzle untuk memasukkan larutan asam sulfat
 Nozzle B. Nozzle untuk memasukkan tulang ikan
 Nozzle C. Nozzle untuk pengeluaran produk
 Nozzle D. Nozzle untuk manhole
 Nozzle E. Nozzle untuk pemasukan steam
 Nozzle F. Nozzle untuk keluaran steam

D. Perhitungan dimensi jaket pemanas

Menghitung volume air panas

$$\begin{aligned} \text{Rate air masuk} &= 6.184,2215 \text{ kg/jam} \\ &= 13.633,735 \text{ lbm/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Densitas air pada } 80^\circ\text{C} &= 60,6800 \text{ lbm/ft}^3 \\ &= 971,975 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rate Volumetrik} &= \frac{\text{rate steam masuk}}{\text{densitas}} \\ &= \frac{13.428,566 \text{ lbm/jam}}{60,6800 \text{ lbm/ft}^3} = 221,30 \text{ ft}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume steam} &= 221,30 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 0,5 \text{ jam} \\ &= 110,65 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Menghitung tekanan design

$$P_i = P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{hidrostatik}} &= \frac{(\rho \times g \times L_{\text{ls}})}{144 \times 32,174} \\ &= \frac{60,680 \text{ lbm/ft}^3 \times 32,174 \text{ ft/s}^2 \times 7,2918 \text{ ft}}{144 \times 32,174} \\ &= 3,0727 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_i &= P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}} \\ &= 14,696 + 3,0727 = 14,696 = 3,073 \text{ psig} \end{aligned}$$

Menghitung diameter jaket (d_j)

$$V_{\text{jaket}} = V \text{ dibadan silinder} + V \text{ ditutup bawah}$$

$$V_{\text{jaket}} = \frac{\pi}{4} \times L_{\text{ls}} \times \left| d_j^2 - d_M^2 \right| + \left| \frac{\pi \times D_T^3}{24 \tan 1/2 \alpha} \right|$$

$$110,65 = \frac{\pi \times 7,2918}{4} \times \left| d_j^2 - 12,00^2 \right| + \frac{\pi}{24} \times \left| \frac{d_j^3 - 11,97^3}{1,7321} \right|$$

$$110,65 = 5,7240843 d_j^2 - 824,26814 + 0,0755367 d_j^3 - 129,51026$$

$$1064,4291 = 5,7240843 d_j^2 + 0,0755367 d_j^3$$

$$d_j = 13,5359 \text{ ft} = 162,4304 \text{ in}$$

Menghitung tebal jaket (t_j)

$$\text{Dimana } d_j = d_e = 162,4304$$

$$\begin{aligned} t_j &= \frac{P_i \times d_e}{2(f \times E) - (0,6 \times P_i)} + C \\ &= \frac{3,0727 \times 162,4304}{2 \times (18750 \times 0,8) - (0,6 \times 3,0727)} + \frac{1}{16} \\ &= 0,0791 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in} = 0,0048 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 do_j &= di_j + 2t_j \\
 &= 162,430 + 0,3750 \\
 &= 162,805 \text{ in} = 13,567 \text{ ft} = 4,1353 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Standarisasi } do_j = 168 \text{ in} = 4,2672 \text{ m}$$

$$icr = 10 \frac{1}{8} \text{ in}$$

$$r = 144 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 di_j \text{ baru} &= di_j - 2t_j \\
 &= 168 - 0,3750 \\
 &= 167,6250 \text{ in} = 13,9688 \text{ ft} = 4,2577 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Menghitung tebal tutup bawah (th_{bj})

$$\begin{aligned}
 t_{hb_j} &= \frac{Pi \times de}{2(f \times E) - (0,6 \times Pi) \cos 1/2 \alpha} + C \\
 &= \frac{3,0727 \times 162,4304}{2 \times (18750 \times 0,8) - (0,6 \times 3,0727) \times 0,5} + \frac{1}{16} \\
 &= 0,0958 \text{ in} = \frac{3}{16} \text{ in} \\
 &= 0,0048 \text{ m}
 \end{aligned}$$

• Menghitung tinggi tutup bawah (hb_j)

$$\begin{aligned}
 hb_j &= \frac{0,5 \times D_T}{\tan 1/2 \alpha} = \frac{0,5 \times 167,6250 \text{ in}}{1,7321} \\
 &= 48,3892 \text{ in} = 1,2291 \text{ m} = 4,0324 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Dari Brownell tabel 5,4 hal 87 diketahui :

$$sf = 1,5 \text{ in}$$

maka tinggi tutup bawah jaket

$$\begin{aligned}
 hb_j &= hb_j + sf \\
 &= 48,3892 + 1,5 \\
 &= 49,8892 \text{ in} = 1,2672 \text{ m} = 4,1574 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{maka tinggi jaket} &= L_{ts} + hb_j \\
 &= 7,2918 + 4,1574 \\
 &= 11,4493 \text{ ft} = 3,4898 \text{ m} = 137,3911 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dimensi jaket :

Bahan jaket	:	<i>High Alloy Steel SA-240 grade O type 405</i>
Diameter dalam (di_j)	:	167,6250 in = 13,969 ft
Diameter luar (do_j)	:	168,0000 in = 14,00 ft
Tinggi Jaket (H_j)	:	137,3911 in = 11,449 ft

Tebal jaket (t_j)	:	3/16 in	=	0,0156 ft
Tebal tutup bawah (t_{hb_j})	:	3/16 in	=	0,0156 ft
Tinggi tutup bawah (hb_j)	:	48,3892 in	=	4,0324

E. Perancangan dimensi gasket, bolting dan flange tangki reaktor

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

Dari perancangan silinder reaktor diketahui data sebagai berikut :

- Tebal silinder (t_s) = 3/16 in
- Diameter dalam Silinder (D_T) = 143,6250 in
- Diameter luar Silinder (D_o) = 144 in
- Tekanan Internal tangki (P_i) = 3,6038 psig
- Stress yang diijinkan (f) = 18.750 lb/in²
- Faktor korosi yang dipakai (C) = 1/16

Flange

Dari Brownel & Young, App D-4 Hal 342, didapatkan :

Bahan Kontruksi	=	ASTM A-201, grade B
Tensile Strength minimum	=	75000 psia
Allowable stress (f)	=	18750 lb/in ²
Type Flange	=	Ring flange loose type

Bolting

Dari Brownel & Young, App D-4 Hal 344, didapatkan :

Bahan Kontruksi	=	ASTM A-193, grade B-7
Tensile Strength minimum	=	75000 psia
Allowable stress (f)	=	20000 lb/in ²

Gasket

Dari Brownel & Young, App D-4 Hal 228, didapatkan :

Bahan Konstruksi	=	Flat metal, jacketed, asbestos filled
Gasket faktor	=	2,75
Min design seating stress (y)	=	9000 psia

A. Perancangan Gasket

Perhitungan lebar gasket

Dari Brownel & Young, persamaan 12,2 hal 226 didapatkan :

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

Dimana : d_o = diameter luar gasket

d_i = diameter dalam gasket

y = yield stress 9000 psia [6]

p = internal pressure

$$3,6038 + 14,696 = 18,2998 \text{ psia}$$

m = gasket faktor = 2,75 [6]

Diketahui di gasket = d_o shell = 144 in = 12 ft

Sehingga :

$$\frac{d_o}{144} = \sqrt{\frac{9000 - 18,2998 \times 2,75}{9000 - 18,2998 \times (2,75 + 1)}}$$

$$d_o = 144,1474$$

$$\text{Lebar gasket minimum} = \frac{d_o - d_i}{2} = \frac{144,1474 - 144}{2}$$

$$= 0,0737 \text{ in} = 3/16$$

Diambil gasket yang (n) = 3/16 in

$$\begin{aligned} \text{Diameter rata-rata gasket (G)} &= d_i + n \\ &= 144 + 3/16 \\ &= 144,1875 \text{ in} = 12,0156 \text{ ft} \end{aligned}$$

Menghitung beban gasket (W_{m_2})

Beban gasket supaya tidak bocor (H_y) sesuai rumus persamaan 12.88, hal 240

(Brownel & Young, 1959):

$$W_{m_2} = H_y = \pi \times b \times G \times y$$

Dimana :

b = lebar efektif gasket

G = diameter rata-rata gasket : 144,1875 in

y = yield stress = 9000 psia

Dari Brownel & Young, persamaan 12.11 hal 229 didapatkan :

$$b = b_o \quad \text{saat} \quad b_o \leq 0,25 \quad \text{in}$$

$$b = \sqrt{\frac{b_o}{2}} \quad b_o > 0,25 \quad \text{in}$$

$$\text{Lebar setting bawah gasket} = \frac{n}{2} = \frac{3/16}{2} = 3/32 \quad \text{in}$$

$$b = b_o = 0,0938 \quad \text{in}$$

Sehingga H_y

$$\begin{aligned} Wm_2 &= \pi \times b \times G \times y \\ &= 3,14 \times 0,0938 \times 144,1875 \times 9000 \\ &= 382.006,7578 \quad \text{lb} \end{aligned}$$

Menghitung beban operasi total pada kondisi kerja (Wm_1)

Dari Brownel & Young, persamaan 12.91, 12.90, dan 12.89 hal 240 didapatkan :

$$Wm_1 = H + Hp$$

Beban untuk menjaga sambungan (Hp)

$$\begin{aligned} Hp &= 2 \times \pi \times b \times G \times m \times p \\ &= 2 \times 3,14 \times 0,0938 \times 144,19 \quad 2,75 \times 18,2998 \\ &= 4272,0634 \quad \text{lb} \end{aligned}$$

Beban karena tekanan dalam (H)

$$\begin{aligned} H &= \frac{\pi}{4} \times G^2 \times p \\ &= \frac{3,14}{4} \times 144,1875^2 \times 18,4307 \\ &= 298.656,0669 \quad \text{lb} \end{aligned} \quad [6]$$

Sehingga didapatkan total berat beban pada kondisi operasi (Wm_1) sebagai berikut

$$\begin{aligned} Wm_1 &= H + Hp \\ &= \left| 298656,0669 + 4272,0634 \right| \text{ lb} \\ &= 302.928,1303 \quad \text{lb} \end{aligned}$$

dapat dilihat $Wm_2 > Wm_1$, sehingga dapat disimpulkan bahwa beban kerja yang digunakan dalam proses adalah Wm_2

B. Perancangan Bolting (Baut)

Perhitungan luas minimum bolting area

$$Am_2 = \frac{Wm_2}{fb} = \frac{382.006,7578 \text{ lb}}{20000 \text{ lb/in}^2} = 19,100 \text{ in}^2$$

Dari Brownel & Young, persamaan 10.33 hal 188 untuk ukuran baut didapatkan:

Ukuran baut	=	2	in	
Root area	=	2,30	in	0,6250
Bolt spacing minimum (Bs)	=	4 1/4	in	
Minimum radial distance (R)	=	2 1/2	in	
Edge distange (E)	=	2 1/2	in	
Nut dimension	=	3 1/8	in	

$$\begin{aligned} \text{Jumlah bolting optimum} &= \frac{Am_1}{\text{Root area}} \\ &= \frac{19,1003 \text{ in}^2}{2,3000 \text{ in}} \\ &= 8,3045 \approx 8 \text{ buah} \end{aligned}$$

Evaluasi lebar gasket

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

$$Ab \text{ actual} = 8 \times 2,30 \text{ in}$$

$$Ab \text{ actual} = 18,400 \text{ in}$$

Lebar gasket minimum (W)

$$\begin{aligned} W &= Ab \text{ actual} \times \frac{f}{2 \times \pi \times G \times y} \\ &= 18,400 \times \frac{20000}{2 \times 3,14 \times 144,1875 \times 9000} \\ &= 0,0452 \text{ in} \end{aligned}$$

Disini dapat dilihat bahwa nilai $W <$ lebar gasket yang telah ditentukan (0,0741 in) sehingga lebar gasket telah memadai.

3. Perancangan Flange

Menghitung diameter luar flange (A)

$$\begin{aligned} \text{Flange OD} &= \text{Bolt circle diameter} + 2E \\ &= C + 2E \end{aligned}$$

Dari dimensi baut didapatkan :

$$\text{Minimum radial distance (R)} = 2 \frac{1}{2} \text{ in} = 2,5 \text{ in}$$

$$\text{Edge distange (E)} = 2 \frac{1}{2} \text{ in}$$

Menentukan bolt circle diameter (C) :

$$C = \text{di gasket} + 2 \left| 1,415 \text{ go} + R \right|$$

Dimana :

- di gasket = 144,0 in
- go = tebal shell (ts) = 0,1875 in

Maka bolthing cicle diameter (C) :

$$\begin{aligned} C &= 144,0 + 2 \left| 1,415 \times 0,1875 + 2,5 \right| \\ &= 149,5306 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Flange OD} &= \text{Bolt circle diameter} + 2E \\ &= 149,5306 + \left| 2 \times 3 \right| \\ &= 154,5306 \text{ in} \end{aligned}$$

Perhitungan moment

Total moment pada kondisi operasi :

$$M_o = M_D + M_G + M_T$$

Dari Brownell & Young, persamaan 12,94 hal 242, untuk keadaan bolting up (tanpa tekanan uap dalam) :

$$\begin{aligned} f_a &= \text{Alloweble stress bolt pada temperatur ruangan} \\ &= 15000 \text{ lb/in}^2 \text{ pada suhu } 27^\circ\text{C (80,6}^\circ\text{F)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= \left| \frac{A m_2 + A b}{2} \right| \times f_a \\ &= \left| \frac{19,1003 + 18,400}{2} \right| \times 15000 \\ &= 281.252,5342 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Jarak Radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle

Dari Brownell & Young, persamaan 12,101 hal 242 :

$$\begin{aligned} h_G &= \frac{C - G}{2} = \left| \frac{149,5306 - 144,1875}{2} \right| \text{ in} \\ &= 2,6716 \text{ in} \end{aligned}$$

- Momen Flange (M_a)

Dari Brownell & Young, persamaan hal 243 :

$$\begin{aligned} M_a &= W \times h_G \\ &= 281.252,5342 \times 2,6716 \\ &= 751.383,7233 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Dalam Kondisi operasi :

$$W = W_{m_2} = 281.252,5342 \text{ lb}$$

- Menghitung momen M_D

$$M_D = H_D \times h_D$$

Tekanan Hidrostatik pada daerah flange (H_D)

$$H_D = 0,785 \times B^2 \times P$$

$$\text{Dimana : } B = \text{do shell} = 144 \text{ in}$$

$$P = \text{tekanan operasi} = 18,2998 \text{ psia}$$

Maka :

$$\begin{aligned} H_D &= 0,785 \times | 144 |^2 \times 18,2998 \\ &= 297.879,83 \text{ lb} \end{aligned}$$

Jarak jari-jari dari bolt circle pada H_D (h_D)

$$h_D = \frac{C - B}{2} = \left| \frac{149,5306 - 144}{2} \right| = 2,7653 \text{ in}$$

Moment komponen M_D

$$\begin{aligned} M_D &= H_D \times h_D \\ &= 297.879,83 \times 2,7653 \\ &= 823.730,8262 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

- Menghitung komponen moment ke M_G

$$M_G = H_G \times h_G$$

Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatik total :

$$\begin{aligned} H_G &= W - H \\ &= W_{m_2} - H \\ &= 281.252,5342 \text{ lb} - 298.656,07 \text{ lb} \\ &= -17403,53276 \text{ lb} \end{aligned}$$

Sehingga

$$\begin{aligned} M_G &= H_G \times h_G \\ &= -17403,53276 \text{ lb} \times 2,6716 \text{ in} \\ &= -46494,6255 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

- Menghitung komponen moment ke M_T

Dari Brownell & Young, persamaan hal 244 :

$$M_T = H_T \times h_T$$

Perbedaan antara hidrostatis total dengan gaya hidrostatis dalam area flange (H_T)

- Menghitung komponen moment ke M_T

$$M_T = H_T \times h_T$$

Perbedaan antara hidrostatis total dengan gaya hidrostatis dalam area flange (H_T)

$$H_T = H - H_D$$

$$= 298.656,07 - 297.879,83 = 776,2338 \text{ lb}$$

$$h_T = \frac{h_D + h_G}{2} = \frac{2,7653 + 2,6716}{2} = 2,7184 \text{ in}$$

Sehingga,

$$M_T = H_T \times h_T$$

$$= 776,2338 \times 2,7184$$

$$= 2110,143 \text{ lb.in}$$

- Moment total pada keadaan operasi (M_o)

$$M_o = M_D + M_G + M_T$$

$$= 823.730,8262 + -46.494,6255 + 2.110,143$$

$$= 779.346,3437 \text{ lb.in}$$

Perhitungan Tebal Flange

Dari Brownell & Young, persamaan hal 244 didapatkan

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

Dimana :

$$A = \text{diameter luar flange} \quad 154,5306 \text{ in}$$

$$B = \text{diameter luar silinder} \quad 144 \text{ in}$$

$$f = \text{stress yang diijinkan untuk bahan flange} = 18.750 \text{ lb/in}^2$$

Maka :

$$k = A/B$$

$$= \frac{154,5306}{144} = 1,0731$$

Dari Brownell & Young, persamaan 12,22 hal 238 dapat disimpulkan ;

$$Y = 34$$

$$M_{\text{mix}} = M_o = 779.346,3437 \text{ lb.in}$$

Sehingga tebal Flange :

$$t = \sqrt{\frac{34 \times 779.346,3437}{18.750 \times 144}}$$

$$= 3,1327 \text{ in} = 0,2611 \text{ ft}$$

Kesimpulan perancangan :

1. Gasket

- Bahan Konstruksi = *Flat metal, jacketed, asbestos filled*
- Gasket faktor = 2,75
- Min design seating stress (y) = 9000 psia
- Lebar gasket = 3/16 in

2. Bolthing

- Bahan Kontruksi = *ASTM A-193, grade B-7*
- Tensile Strength minimum = 75000 psia
- Allowable stress (f) = 20000 lb/in²
- Ukuran baut = 2 in
- Bolt spacing minimum (Bs) = 4 1/4 in
- Min. Radial distance (R) = 2 1/2 in
- Edge distange (E) = 2 1/2 in
- Jumlah baut = 8 buah



3. Flange pada tangki

- Bahan Kontruksi = *ASTM A-201, grade B*
- Tensile Strength minimum = 75000 psia
- Allowable stress (f) = 18750 lb/in²
- Type Flange = *Ring flange loose type*
- Tebal Flange = 3,1327 in = 0,2611 ft

F. Perancangan sistem penyangga reaktor

1. Menentukan berat total reaktor

Dari perancangan silinder reaktor diketahui data sebagai berikut :

- Bahan konstruksi = *High Alloy Steel SA-240 grade M type 316*
- Tebal slinder (ts) = 0,1875 in = 0,0156 ft
- Diameter Dalam (D_T) = 143,6250 in = 11,9688 ft
- Diameter luar slinder (D_o) = 144 in = 12,0000 ft
- Tekanan internal tangki (P_i) = 3,6038 psig = 11,8234 ft
- Tinggi badan slinder = 206,0295 in = 17,1691 ft
- Stres yang diizinkan (f) = 18750 lb/in²
- Faktor korosi yang dipakai = 0,0625 in

1. Menentukan berat tangki kosong

Bahan konstruksi yang dipakai untuk membuat reaktor termasuk steel, densitasnya dapat dilihat pada tabel 2-118 (Perry 7th,1997), yaitu :

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

$$W_s = \frac{\pi}{4} \times D_o^2 - D_T^2 \times H \times \rho$$

[9]

Berat shell reaktor :

$$\begin{aligned}
 W_s &= \frac{\pi}{4} \times \left| 12,00 \right|^2 - \left| 11,969 \right|^2 \times 17,169 \times 489 \\
 &= 4.936,533 \text{ lb} \\
 &= 2.239,162 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2. Menentukan berat tutup atas reaktor

Tutup atas berbentuk *standard dished*

$$t_{ha} = 27,855 \text{ in} = 2,3213 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{tutup dalam atas}} &= 0,0847 \times D_T^3 \\
 &= 0,0847 \times \left| 11,9688 \right|^3 \\
 &= 145,2211 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{tutup atas luar}} &= 0,0847 \times (D_T + t_{ha})^3 \\
 &= 0,0847 \times \left| 11,9688 + 2,3213 \right|^3 \\
 &= 247,1625 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{dinding tutup atas}} &= V_{\text{tutup atas luar}} - V_{\text{tutup dalam atas}} \\
 &= 247,1625 - 145,2211 \\
 &= 101,9413 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Berat tutup atas :

$$\begin{aligned}
 W_{\text{tutup atas}} &= V_{\text{dinding tutup atas}} \times \rho_{\text{steel}} \\
 &= 101,9413 \times 489 \\
 &= 49.849,315 \text{ lb} \\
 &= 22.611,15 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

3. Menentukan berat tutup bawah reaktor

Tutup bawah berbentuk conical dengan sudut puncak 120°

$$t_{hb} = 27,855 \text{ in} = 2,3213 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{tutup dalam bawah}} &= \frac{\pi}{24} \times \frac{D_T^3}{\tan 1/2 \alpha} \\
 &= \frac{3,14}{24} \times \frac{11,9688^3}{1,7321} \\
 &= 129,5103 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{tutup bawah luar}} &= \frac{\pi}{24} \times \frac{(D_T + t_{ha})^3}{\tan 1/2 \alpha} \\
 &= \frac{3,14}{24} \times \frac{11,9688 + 2,3213^3}{1,7321} \\
 &= 220,4230 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{dinding tutup bawah}} &= V_{\text{tutup bawah luar}} - V_{\text{tutup dalam bawah}} \\
 &= 220,4230 - 129,5103 \\
 &= 90,9127 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Berat tutup atas :

$$\begin{aligned}
 W_{\text{tutup bawah}} &= V_{\text{dinding tutup bawah}} \times \rho_{\text{steel}} \\
 &= 90,9127 \times 489 \\
 &= 44.456,325 \text{ lb} \\
 &= 20.164,945 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4. Menentukan berat larutan dalam reaktor

$$\begin{aligned}
 W_{\text{larutan}} &= 125.724,6280 \text{ lbm} \\
 &= 277.172,5149 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

5. Menentukan berat poros pengaduk

Dari perhitungan dimensi poros pengaduk diperoleh data :

- Panjang poros pengaduk (Lps) = 201,76 in = 16,814 ft
- Diameter poros pengaduk (Dps) = 5,476 in = 0,456 ft

$$\begin{aligned}
 W_{\text{poros pengaduk}} &= \frac{\pi}{24} \times D_{ps}^2 \times L_{ps} \times \rho \\
 &= \frac{\pi}{24} \times \left| 0,4563 \right|^2 \times 16,8135 \times 489 \\
 &= 224,0095 \text{ lb} \\
 &= 101,6085 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

6. Menentukan Berat Pengaduk

Dari perhitungan dimensi pengaduk diperoleh :

- Diameter Pengaduk (Da) = 43,088 in = 3,5906 ft
- Panjang pengaduk (L) = 10,772 in = 0,8977 ft
- Lebar Pengaduk (W) = 8,6175 in = 0,7181 ft
- jumlah blade = 6

$$\begin{aligned}
 W_{\text{pengaduk}} &= n \times D_a \times L \times W \times \rho \\
 &= 6 \times 3,5906 \times 0,8977 \times 0,7181 \times 489 \\
 &= 6.791,102 \text{ lb} \\
 &= 3.080,3760 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

7. Menentukan Berat Jacket

Dari perhitungan dimensi jacket diperoleh :

- Diameter dalam jacket (d_{ij}) = 167,63 in = ##### ft
- Diameter luar jacket (d_{oj}) = 168,0 in = 14,00 ft
- Tinggi jacket (T_j) = 137,39 in = 11,449 ft

$$\begin{aligned}
 W_{\text{jaket}} &= \frac{\pi}{4} \times d_{oj}^2 \times d_{ij}^2 \times T_j \times \rho \\
 &= \frac{\pi}{4} \times 14,0000^2 \times 13,9688^2 \times 11,4493 \times 489 \\
 &= 3841,3063 \text{ lb} \\
 &= 1742,3781 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

8. Menghitung berat pemanas

$$W_{\text{pemanas}} = W_{\text{steam}} = 13428,566 \text{ lb/jam}$$

9. Menghitung berat perlengkapan lainnya (Attachment)

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti Nozzle, flange, baut dan sebagainya dimana dari Brownell & Young 1959, halaman 157 diperoleh :

$$W_a = 18\% \times W_s$$

Dimana :

W_a = berat attachment

W_s = berat shell reaktor = 4.936,533 lb

Sehingga :

$$\begin{aligned} W_a &= 18\% \times W_s \\ &= 18\% \times 4.936,533 \\ &= 888,57590 \text{ lb} \\ &= 403,0491 \text{ Kg} \end{aligned}$$

10. Menghitung berat total reaktor

Bagian	Berat (lb)
W_s	4936,5328
$W_{\text{tutup atas}}$	49849,3146
$W_{\text{tutup bawah}}$	44456,3251
W_{larutan}	125724,6280
$W_{\text{poros pengaduk}}$	224,0095
W_{pengaduk}	6791,1022
W_{jaket}	3841,3063
W_{pemanas}	13428,5660
W_a	888,5759
W_{TOTAL}	250.140,3604

Dengan memperhatikan faktor keamanan sebesar 20% maka berat total beban reaktor adalah :

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= W_T = 100\% + (20\% \times W_{\text{TOTAL}}) \\ &= 300.168,4324 \text{ lb} \end{aligned}$$

B. Perancangan leg support (penyangga)

Beban tiap kali kompresi dari Brownell & Young, persamaan 10.76 hal 197 adalah

$$P = \frac{4 \times p_w \times (H-l)}{n \times D_{bc}} + \frac{\Sigma W}{n}$$

Dimana :

P = gaya yang bekerja pada 1 leg

p_w = total beban permukaan karena angin

H = tinggi reaktor dari batas base plate

- L = jarak antara vessel dengan base plate
 Dbc = diameter bolt circle
 n = jumlah penyangga
 ΣW = berat total reaktor
 P = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg

Reaktor direncanakan didirikan di dalam bangunan sehingga tidak dipengaruhi dengan adanya tekanan angin (beban tekanan angin tidak dikontrol)

Maka berlaku : $P_w = 0$

Untuk penahan dipilih jenis I-beam yang berjumlah 4 buah sehingga gaya yang bekerja pada 1 leg adalah :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{\Sigma W}{n} \\
 &= \frac{300.168,4324}{4} = 75.042,108 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan ukuran I-beam didasarkan pada ukuran standard pada Appendix G Brownell & Young halaman 355 yaitu :

Trial ukuran I-beam ukuran $20 \times 6 \frac{1}{4}$ dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu, didapatkan :

- Nominal size = 20 in
- Berat = 75 lb
- Area of section (Ay) = 21,9 in²
- Dept of beam (h) = 20 in
- Widht of flange (b) = 6,391 in
- Axis (r) = 7,6 in
- I_{1-1} = 1263,5 in⁴

Menghitung tinggi total reaktor (H)

Jarak antara base plate dengan badan silinder (L) diambil untuk nilai optimumnya, yaitu : 5 ft

Tinggi Reaktor = 23,1121 ft

Sehingga tinggi total reaktor (H) = 23,1121 + 5
 = 28,1121 ft

Menghitung panjang leg (l)

$$\begin{aligned} l &= 0,5 H + 2,5 \\ &= 0,5 \left| 28,1121 \right| + 2,5 \\ &= 16,5561 \text{ ft} = 198,6729 \text{ in} \end{aligned}$$

Menentukan bearing capacity (fc)

$$\frac{l}{r} = \frac{198,6729}{7,6} = 26,141 \text{ in}$$

Karena l/r antara 0-120 maka fc = 15000 psi [6,200]

$$\begin{aligned} f_{c \text{ aman}} &= f_c - f_{c \text{ eksentrik}} \\ &= f_c - \frac{P(a+0,5b)}{I_{1-1}/0,5b} \\ &= 15000 - \frac{75042,1081 \left| 1,5 + 0,5 \times 6,391 \right.}{1263,5 / 0,5 \times 6,391} \\ &= 13.407,4894 \text{ psi} = 13.407,4894 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Luas (A) yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} A &= \frac{P}{f_{c \text{ aman}}} = \frac{75.042,1081 \text{ lb}}{13.407,4894 \text{ lb/in}^2} = 5,5970 < A_y \\ \% \text{ beda} &= \frac{21,9 - 5,5970}{21,9} \times 100\% \\ &= 74,4428\% \end{aligned}$$

Kesimpulan perancangan penyangga (leg) :

- Ukuran I-beam = 20 in
- Berat = 75 lb
- Jumlah penyangga = 4 buah
- Peletakan beban dengan beban eksentrik

3. Perancangan base plate

Perencanaan :

Pada hal 163 Hesse, 1945 base plate dibuat dengan toleransi panjang adalah 5% dan toleransi lebar adalah 20%

Material base plate	= Beton
Ketahanan bearing base plate terhadap stress (fc)	= 600 lb/in ²
Kedalam beam (h)	= 20 in
Lebar flange (b)	= 6,391 in

Menghitung luas penampang base plate (A_{bp})

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

Dimana :

A_{bp} = luas base plate (in^2)

P = beban dari tiap-tiap base plate = 75.042,1081 lb

f_c = stress yang diterima oleh pondasi

(bearing capacity yang terbuat dari beton = 600 lb/in^2)

$$\begin{aligned} A_{bp} &= \frac{75042,1081 \text{ lb}}{600 \text{ lb}/\text{in}^2} \\ &= 125,0702 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Menghitung panjang dan lebar base plate

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

Dimana :

A_{bp} = luas base plate, in^2 = 125,0702 in^2

p = panjang base plate, in = 2 m + 0,95 h (Hesse, 1984)

l = lebar base plate, in = 2 n + 0,8 b (Hesse, 1984)

Diasumsikan $m = n$ (Hasse, hal 163)

Maka :

$$A_{bp} = (2m + 0,95h) \times (2m + 0,8b)$$

$$125,0702 = 4m^2 + 48,2256 m + 97,1432$$

$$27,9270 = 4m^2 + 48,2256 m$$

$$m = 0,4890 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang base plate (p)} &= (2m + 0,95h) \\ &= 2 \times 0,4890 + 0,95 \times 20 \\ &= 19,9780 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar base plate (l)} &= 2m + 0,8b \\ &= 2 \times 0,4890 + 0,8 \times 6,391 \\ &= 6,0908 \text{ in} \end{aligned}$$

Karena nilai $p > 1$, sehingga nilai p dijadikan sebagai acuan supaya $A_{bp} \text{ baru} > A_{bp}$

Menghitung luas penampang base plate baru ($A_{bp} \text{ baru}$)

$$\begin{aligned} A_{bp} \text{ baru} &= p \times l \\ &= 19,978 \times 6,0908 \\ &= 121,6815 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Menghitung harga m dan n baru

m atau n dipakai adalah m atau n yang memiliki nilai yang terbesar

$$\begin{aligned} \text{Panjang base plate (p)} &= \left| \frac{(2m + 0,95h)}{2 \times m} \right| + \left| 0,95 \times 20 \right| \\ 19,9780 &= \left| \frac{(2m + 0,95h)}{2 \times m} \right| + \left| 0,95 \times 20 \right| \\ m &= 0,4890 \text{ in} \\ \text{Lebar base plate (l)} &= \left| \frac{2m+0,8b}{2 \times n} \right| + \left| 0,8 \times 6 \right| \\ 6,0908 &= \left| \frac{2m+0,8b}{2 \times n} \right| + \left| 0,8 \times 6 \right| \\ n &= 0,4890 \text{ in} \end{aligned}$$

Karena nilai n = m, sehingga nilai n dijadikan sebagai acuan

Menghitung stress yang harus ditahan oleh bearing (fc')

$$fc' = \frac{P}{A_{bp \text{ baru}}}$$

Dengan :

$$fc' = \text{Bearing capacity, lb/in}^2$$

$$P = \text{beban tiap kolom} = 75042,1081 \text{ lb}$$

$$A = \text{luas base plate} = 121,6815 \text{ in}^2$$

Maka :

$$\begin{aligned} fc' &= \frac{75042,1081 \text{ lb}}{121,6815 \text{ in}^2} \\ &= 513,9245 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Karena $fc' < fc$ maka dimensi base plate sudah memenuhi

Menghitung tebal base plate

Dari Hasse, 1945, halaman 163 didapatkan persamaan :

$$t = \sqrt{0,00015 \times P \times n^2}$$

Dimana :

$$t = \text{tebal base plate, in}$$

$$P = \text{aktual unit pressure yang terjadi pada base plate}$$

$$= fc' = 513,9245 \text{ psi}$$

Tebal base plate :

$$t_{hp} = 0,1942 \text{ in}$$

Menghitung dimensi baut dari base plate

$$\text{Gaya yang bekerja pada 1 leg (P)} = 75.042,1081 \text{ lb}$$

$$\text{Jumlah baut pada tiap leg} = 4 \text{ buah}$$

Beban tiap baut :

$$P_{\text{baut}} = \frac{P}{n_{\text{baut}}} \\ = \frac{75.042,1081}{4} = 18.760,527 \text{ lb}$$

Bahan Baut : *High alloy steel SA-193 grade B8t type 321*

Max. Allowable stress (f) = 15000 lb/in²

$$A_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}} \\ = \frac{18.760,527 \text{ lb}}{15000 \text{ lb/in}^2} \\ = 1,2507 \text{ in}^2$$

$$A_{\text{baut}} = 1/4 \times \pi \times d_{\text{baut}}^2 \\ 1,2507 = 1/4 \times 3,14 \times d_{\text{baut}}^2$$

$$d_{\text{baut}} = 1,2622 \text{ in}$$

Standarisasi diameter baut dari Bronell & Young, tabel 10,4 hal 188

diperoleh ukuran baut 1 1/4 in dengan dimensi baut sebagai berikut :

- Ukuran baut = 1 1/4 in
- Root area = 0,929 in²
- Bolt spacing minimum (Bs) = 2 13/16 in
- Minimum radial distance (R) = 1 3/4 in
- Edge distange (E) = 1 1/4 in
- Nut dimension = 2 in
- Max. Fillet radius = 9/16 in

4. Perancangan lug dan gusset

Perencanaan :

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

Dari Brownell & Young, 1959, hal 344 didapatkan

Tipe = Double Gusset Plate

Bahan = *High alloy steel SA-193 grade B8t type 321*

Max Allowable Stress (f) = 15000 psi

Menghitung tebal horizontal plate (t_{hp})

Dari Brownell & Young, 1959, hal 193 didapatkan

$$t_{hp} = \sqrt{\frac{6 My}{f_{allowable}}}$$

Dimana :

t_{hp} = tebal plate horisontal (in)

My = jumlah moment maksimum sepanjang arah radial (in.lb)

$f_{allowable}$ = stress maksimum yang diijinkan = 15000 lb/in²

Menghitung jumlah moment sepanjang arah radial (My)

Dari Brownell & Young, 1959, hal 193 didapatkan

$$My = \frac{P}{4\pi} \times \left| (1+\mu) \cdot \text{Ln } 2.1 / e\pi + (1 - \partial_1) \right|$$

Dimana :

My = jumlah moment maksimum sepanjang arah radial (in.lb)

P = gaya maksimum yang bekerja pada semua baut di bagian atas

lug = 75042,1081 lb

μ = *Poisson's Ratio* = 0,3 for steel

e = radius = 0,5 Nut Dimension across flats

∂ = Kostanta dari tabel 10.6

l = panjang lug

Menentukan gusset spacing (b')

Lebar flange (b) = 6,391 in

Diameter baut (d_{baut}) = 1 1/4 in

$$\begin{aligned} b' &= b + \left| 2 \times d_{baut} \right| \\ &= 6,391 + \left| 2 \times 1 \frac{1}{4} \right| \\ &= 6,7910 \text{ in} \end{aligned}$$

Menentukan panjang lug (l) dengan konstanta ∂_1

Untuk perancangan lug dengan disertai beban maka nilai dari panjang

lug adalah :

$$\begin{aligned} l &= b_{l-beam} = \text{lebar flange} = 6,391 \text{ in} \\ \frac{b'}{l} &= \frac{6,7910}{6,391} = 1,0626 \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, 1959, hal 192 didapatkan :

$$\frac{b'}{l} = \frac{6,7910}{6,391} = 1,0626 \quad ; \quad \partial_1 = 0,4575$$

Menentukan radius (e)

$$\begin{aligned} e &= 0,5 \times 2 \\ &= 0,5 \times 2 \\ &= 1,00 \end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung :

$$\begin{aligned} M_y &= \frac{P}{4\pi} \times \left| (1+\mu) \cdot \text{Ln } 2.1 / e\pi + (1 - \partial_1) \right| \\ &= \frac{75042,1081}{12,56} \times 1,3 \times \text{Ln } \frac{2}{3,14} \times \left| 1 - 0,4575 \right| \\ &= 218,9379 \quad \text{lb.in} \end{aligned}$$

Kemudian tebal horizontal plate (t_{hp}) dapat dihitung :

$$\begin{aligned} t_{hp} &= \sqrt{\frac{6 M_y}{f_{\text{allowable}}}} = \sqrt{\frac{6 \times 218,9379}{15000}} \\ &= 0,0438 \quad \text{in} \end{aligned}$$

Menghitung tebal Gusset (t_g)

Dari Brownell & Young, 1959, persamaan 10,47 hal 194 didapatkan :

$$\begin{aligned} t_g &= \frac{3}{8} \times t_{hp} = \frac{3}{8} \times 0,0438 \\ &= 0,0164 \quad \text{in} \end{aligned}$$

Menghitung tinggi gusset (h_g)

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

$$A = \text{lebar lug}$$

$$\begin{aligned} &= \text{ukuran baut} + 9 \quad \text{in} = 1 \frac{1}{4} + 9 \quad \text{in} \\ &= 10,25 \quad \text{in} \end{aligned}$$

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

$$= 10,25 + 1 \frac{1}{4} = 10,4500 \quad \text{in}$$

Menghitung tinggi lug (h)

$$h = h_g + 2 \cdot t_{hp}$$

$$= 10,4500 + \left| 2 \times 0,0438 \right| = 10,538 \quad \text{in}$$

Kesimpulan perancangan lug dan gusset :

1. Lug

- Lebar = 10,2500 in
- Tebal = 0,0438 in
- Tinggi = 10,5376 in

2. Gusset

- Tebal = 0,016 in
- Tinggi = 10,450 in

G. Perancangan pondasi reaktor

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 :

Beban tiap kolom (W)

$$W = P = 75042,1081 \text{ lb}$$

Menghitung beban base plate (W_{bp})

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

Dimana :

- p = panjang base plate = 0,4890 ft
- l = lebar base plate = 0,4890 ft
- t = tebal base plate = 0,0438 ft
- ρ = densitas bahan konstruksi = 489 lb/ft³
(Perry 7th, 1999)

Beban yang ditanggung tiap kolom :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= 0,4890 \times 0,4890 \times 0,0438 \times 489 \\ &= 5,1199 \text{ lb} \end{aligned}$$

Menghitung beban penyangga (W_p)

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

Dimana :

- L = tinggi kolom = 20 in = 1,6667 ft
- A = luas kolom I-beam = 5,60 in² = 0,0389 ft²
- F = faktor koreksi = 3,4
- ρ = densitas dari plate = 489 lb/ft³

Beban tiap penyangga :

$$\begin{aligned} W_p &= 1,6667 \times 0,0389 \times 3,4 \times 489 \\ &= 107,7039 \text{ lb} \end{aligned}$$

Menghitung berat total reaktor dan support

$$\begin{aligned} W_T &= W + W_{bp} + W_p \\ &= 75.042,1081 + 5,1199 + 107,7039 \\ &= 75.154,9319 \text{ lb} \end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada pondasi dianggap hanya ada gaya vertikal dari berat kolom untuk itu luas yang dibutuhkan untuk menahan beban tersebut dapat diambil :

- Luas pondasi atas = 10 × 10 in
- Luas pondasi bawah = 20 × 20 in
- Tinggi = 15 in
- Luas pondasi rata-rata (A) = $\frac{\text{Luas pondasi (atas + bawah)}}{2}$

$$= \frac{10 \times 10 + 20 \times 20}{2}$$

$$= 250 \text{ in}^2$$
- Volume pondasi (V) = A × T

$$= 250 \times 15$$

$$= 3750 \text{ in}^3 = 2,1700 \text{ ft}^3$$
- Bahan konstruksi pondasi : semen-batu-pasir (*stanonosand*)
- Densitas : 137 lb/ft³ (Perry 7th, 1999)
- Berat Pondasi (W) = V × ρ

$$= 2,1700 \times 137$$

$$= 297,29383 \text{ lbm/jam}$$

$$= 134,84951 \text{ Kg}$$

- Menghitung tekanan tanah

Dari Hesse. 1945, halaman 327 pada tabel 12,2 menyatakan bahwa

Pondasi didirikan diatas semen sand dan gravel, dengan :

- Save bearing power minimum = 5 ton/ft²
- Save bearing power maximum = 10 ton/ft²

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$P = 10 \text{ ton/ft}^2 \\ = 22.046 \text{ lbm/ft}^2$$

Tekanan pada tanah :

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

Dimana : W = berat total total - berat pondasi

A = luas bawah pondasi = 250 in².

Sehingga :

$$P = \frac{18.788,7330 - 297,293835}{250} \\ = 73,9658 \text{ lbm/in}^2 \\ = 10.651,069 \text{ lbm/ft}^2 < 22046 \text{ lbm/ft}^2$$

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

Spesifikasi Alat Utama

- Nama alat = Reaktor Hidrolisa
- Kode = R-110
- Fungsi = Untuk menghidrolisa kolagen menjadi gelatin
- Type = Reaktor mixed berebentuk slinder vertikal dengan tutup atas standard dished dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut puncak = 120 °C
- Bahan kontruksi = *High Alloy Steel SA-240 grade M type 316*
- Prinsip kerja = Reaktor merupakan tempat terjadinya reaksi antara bahan baku menjadi produk. Reaktor yang digunakan pada pabrik ini adalah rektor jenis mixed flow yang memiliki pengaduk dan jaket pemanas. Bahan baku masuk adalah tulang ikan yang kemudian direaksikan

dengan larutan asam sulfat .

Kesimpulan dimensi Reaktor :

1. Bagian Silinder

- Diameter Luar Silinder (Do)	=	144	in	12,00	ft
- Diameter Dalam Silinder (Di)	=	143,6250	in	11,9688	ft
- Tinggi Silinder (Ls)	=	206,0295	in	17,1691	ft
- Tebal Silinder (ts)	=	0,1875	in	0,0156	ft
- Tebal tutup atas (tha)	=	0,2500	in	0,0208	ft
- Tebal tutup bawah (thb)	=	0,2500	in	0,0208	ft
- Tinggi tutup atas (ha)	=	27,8553	in	2,3213	ft
- Tinggi tutup bawah (hb)	=	43,4610	in	3,6217	ft
- Tinggi Reaktor (H)	=	277,3458	in	23,1121	ft

2. Bagian Pengaduk

- Tipe	=	<i>Flat Six Blade Turbin with disk</i>
- Bahan Konstruksi	=	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
- Diameter Impeller (Da)	=	43,088 in
- Tinggi Impeller di atas tangki (C)	=	47,870 in
- Lebar Impeller (W)	=	8,618 in
- Panjang Impeller (L)	=	10,772 in
- Lebar Baffle (J)	=	11,969 in
- Jumlah Pengaduk (np)	=	1 buah
- Daya (P)	=	74 hp
- Panjang poros (L)	=	201,763 in
- Diameter poros (D)	=	5,476 in

3. Nozzle

a. Nozzle untuk memasukkan produk dari storage WPO

- Diameter dalam (di)	=	3,5480 in
- Diameter luar (do)	=	4,0000 in
- Schedule	=	40
- Luas (A)	=	9,887229 in ²
- Jenis Aliran	=	Turbulen

b. Nozzle untuk memasukkan larutan Metanol dan H_2SO_4

- Diameter dalam (di) = 0,3640 in
- Diameter luar (do) = 0,5400 in
- Schedule = 40
- Luas (A) = 7,212E-04 ft²
- Jenis Aliran = Turbulen

c. Nozzle untuk pengeluaran produk

- Diameter dalam (di) = 1,6100 in
- Diameter luar (do) = 1,9000 in
- Schedule = 40
- Luas (A) = 1,413E-02 ft²
- Jenis Aliran = turbulent

d. Nozzle untuk manhole

- Diameter dalam (di) = 20,0 m
- Diameter luar (do) = 27,50 m

e. Nozzle untuk pemasukan steam pada jaket

- Diameter dalam (di) = 3,5000 in
- Diameter luar (do) = 1,3750 in

f. Nozzle untuk pengeluaran kondensat dari jaket

- Diameter dalam (di) = 3,5000 in
- Diameter luar (do) = 1,3750 in

4. Jaket Pemanas

- Bahan Konstruksi = *High Alloy Steel SA-240 grade O type 405*
- Tebal slinder (ts) = 0,1875 in
- Diameter dalam jaket (di_j) = 167,63 in
- Diameter luar slinder (Do_j) = 168,00 in
- Tekanan internal tangki (Pi) = 3,073 psig
- Stress yang diijinkan (f) = 18750 lbm/in²
- Faktor Korosi yang dicapai (C) = 0,0625 m

5. Flange

- Bahan konstruksi = *ASTM A-201, grade B*
- Tensile Strenght Minimur = 75000 psia
- Type Flange = Ring flange loose type
- Tebal Flange = 3,1327 in = 0,2611 ft
- Allowable stress = 18750 lbm/in²

6. Bolting

- Bahan konstruksi = *ASTM A-193, grade B-7*
- Tensile Strenght Minimum = 75000 psia
- Allowable stress = 20000 lbm/in²
- Ukuran baut = 2 in
- Jumlah baut = 8 buah
- Bolt Spacing Minimum (Bs) = 4 1/4 in
- Min. Radial Distance (R) = 2 1/2 in
- Edge Distange (E) = 2 1/2 in

7. Gasket

- Bahan Kontrukasi = *Flat metal, jacketed, asbestos filled*
- Gasket Faktor = 2,75
- Min. Desgn Seating stress = 9000 psia
- Lebar Gasket = 3/16 in

8. Penyangga

- Jenis = I-beam
- Ukuran = 20 × 6 1/4 in
- Nominal size = 20 in
- Berat = 75,0 lb
- Area of Section (Ay) = 21 8/9 in²
- Depth of Beam = 20 in
- Widht of Beam (b) = 6,391 in
- Axis (r) = 7,60 in
- I₁₋₁ = 1263,5 in
- Tinggi Penyangga = 198,6729 in
- Jumlah penyangga = 4 buah

9. Base Plate

- Panjang base plate (p) = 19,978 in
- Lebar base plate (l) = 6,0908 in
- Luas Penampang (Abp) = 121,6815 in²
- Tebal (tbp) = 0,1942 in
- Ukuran Baut = 1 1/4 in
- Root Area = 0,9290 in
- Bolt Spacing Minimum (Bs) = 2 13/16 in
- Minimum Radial Distance (R) = 1 3/4 in
- Edge Distange (E) = 1 1/4 in
- Nut Dimention = 2 in
- Max. Fillet Radius = 9/16 in

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

7.1. Instrumentasi

Instrumentasi merupakan bagian yang sangat penting dalam pengendalian proses suatu industri. Sebelum dilakukan pengendalian terlebih dahulu dilakukan pengukuran. Pengukuran merupakan dasar untuk setiap pengendalian atau perencanaan proses-proses kimia dan fisika. Tanpa pengukuran tidak mungkin tercapai keselamatan, ekonomisasi, dan mutu yang cukup baik di dalam suatu industri kimia. Alat-alat ukur adalah instalasi yang mendeteksi besaran fisik berdasarkan prinsip pengukuran tertentu dan kemudian menginformasikan nilai ukur tersebut.

Instrumentasi dipasang untuk mengatur dan mengendalikan variabel-variabel proses penting selama proses berlangsung. Instrumentasi dapat bekerja baik secara manual, semi otomatis dan secara otomatis. Variabel yang dikendalikan adalah tekanan, suhu, laju alir dan tinggi permukaan cairan.

Tujuan dari pemasangan alat instrumentasi tersebut adalah:

1. Menjaga suatu proses instrumentasi agar dapat tetap aman yaitu, dengan cara :
 - a. Mendeteksi adanya kondisi yang berbahaya sedini mungkin dan membuat tanda-tanda bahaya secara interlock otomatis jika keadaan kritis muncul
 - b. Menjaga variabel-variabel proses berada pada batas kondisi yang aman
2. Menjaga jalannya suatu proses produksi agar sesuai dengan yang dikehendaki
3. Menekan biaya produksi serendah mungkin untuk tetap memperhatikan faktor-faktor kimianya atau efisiensi kerja
4. Menjaga kualitas dari produk agar tetap berada dalam standart yang telah ditetapkan
5. Menekan biaya produksi serendah mungkin dengan tetap memperhitungkan faktor-faktor lain
6. Mempermudah pengoperasian alat dan lebih menjamin keselamatan dan efisiensi kerja

Faktor-faktor yang diperlukan dalam pemilihan instrumentasi :

1. Pemakaiannya mudah
2. Suku cadang mudah diperoleh
3. Jenis instrumentasi
4. Range yang diperhitungkan untuk pengukuran
5. Ketelitian yang diperlukan
6. Bahan konstruksi serta pengaruh pemasangan pada kondisi operasi
7. Faktor ekonomi

Faktor-faktor yang diperlukan dalam pemasangan instrumentasi:

1. Alat ukur harus dapat dicapai dengan mudah agar pengontrolan dan perawatan dapat dilakukan dengan mudah.
2. Alat ukur harus mudah dibaca, yaitu dengan memasang skala penunjuk yang besar pada ketinggian mata.
3. Alat ukur harus terlindungi dari pengaruh luar yang bisa merusak, seperti getaran, pukulan, dingin, panas, pengotoran dan korosi. Cara pencegahannya yaitu dengan memasang alat ukur dalam kotak yang kedap gas dan cairan.

Pada umumnya, cara kerja alat-alat instrumentasi dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Beroperasi secara manual

Pada instrumentasi jenis ini masih dibutuhkan tenaga manusia untuk mengawasinya. Bila terjadi penyimpangan, maka tenaga manusialah yang akan mengatur sehingga kondisi kerja alat dapat disesuaikan. Biasanya jenis ini relatif murah dan umumnya hanya sebagai indikator.

2. Beroperasi secara otomatis

Alat instrumentasi ini beroperasi tanpa tenaga manusia. Bila terjadi penyimpangan dari kondisi operasi, maka secara otomatis instrument akan bekerja mengembalikan ke kondisi yang telah ditetapkan. Pada umumnya instrumen jenis ini bekerja sebagai pengendali. Harga alat instrumentasi ini relatif lebih mahal dibandingkan dengan yang beroperasi secara manual.

Bagian-bagian instrument yang diperlukan dalam proses secara otomatis adalah sebagai berikut:

1. Elemen pengontrol

Berfungsi untuk menunjukkan perubahan harga dari variabel yang diterima oleh elemen sensor dan diukur oleh elemen pengukur yang berfungsi untuk mengatur tenaga sesuai dengan perubahan-perubahan yang terjadi.

2. Elemen pengontrol akhir

Berfungsi untuk mengubah variabel manipulatif sehingga variabel yang diukur tetap dalam range yang diinginkan.

3. Primary elemen

Berfungsi untuk merasakan perubahan dari nilai variabel yang diukur

4. Elemen pengukur

Elemen yang menerima dan mengukur output dari elemen primary serta sebagai alat penunjuk dan pencatat.

Pengendalian proses secara manual semakin sulit dilakukan seiring dengan kebutuhan industri akan pengendalian yang semakin tepat, cepat, sering dan semakin banyaknya proses yang harus dikendalikan dalam waktu yang sama.

Pengendalian dapat dibedakan menjadi:

- Pengendalian operasi, yaitu dimana setiap perubahan kecil dari proses merupakan masukan bagi perangkat.
- Pengendalian pengaman, yaitu dimana alat pengendali hanya bekerja bila kondisi operasi kritis dilewati dan jika kembali ke daerah toleransi yang diijinkan.
- Pengendalian berhenti, yaitu dimana alat pengendali hanya bereaksi satu kali, yaitu jika harga telah melewati harga toleransi.

Pada pra rencana pabrik gelatin ini, alat-alat kontrol yang perlu digunakan adalah:

1. *Level Indicator* (LI)

Alat ini digunakan untuk menginformasikan ketinggian permukaan suatu bahan dalam tangki.

Peralatan proses yang menggunakan *Level Indicator* adalah:

1. Tangki penampung larutan H_2SO_4 98%
2. Tangki pengencer H_2SO_4
3. Tangki penampung larutan CH_3COOH 99%

4. Tangki penampung larutan NaOH 50%

2. *Temperature Controller* (TC)

Alat ini berfungsi mengendalikan temperatur operasi sesuai dengan kondisi yang diminta.

Peralatan proses yang menggunakan *Temperature Control* adalah:

1. Reaktor (R-110)
2. Heat exchanger (E-116) dan (E-142)
3. Ekstraktor (R-120)
4. Evaporator (V-130)
5. Spray dryer (B-140)

3. *Pressure Controller* (PC)

Alat ini berfungsi mengendalikan atau mengatur tekanan operasi sesuai dengan kondisi yang diminta.

Peralatan proses yang menggunakan *Pressure Control* adalah barometrik condensor (X-132).

4. *Flow Controller* (FC)

Alat ini berfungsi untuk menunjukkan dan mengendalikan laju suatu aliran dalam suatu peralatan seperti yang telah ditetapkan. Jenis *flow controller* yaitu control valve. control valve dipasang pada aliran masuk alat utama, yaitu reaktor (R-110), ekstraktor (E-120), evaporator (V-130) dan spray dryer (B-140).

5. *PH Controller* (PHC)

Alat ini digunakan untuk mengontrol pH larutan agar pH larutan dalam proses tetap konstan. Peralatan proses yang menggunakan *PH Controller* adalah ekstraktor (R-120) dan mixer (M-133).

6. *Weight Controller* (WC)

Alat ini digunakan untuk mengontrol berat dalam proses agar tetap konstan. Peralatan yang menggunakan *Weight Controller* adalah bin produk (F-144).

Alat-alat pengendalian atau instrumen diklasifikasikan menjadi :

- *Indicator*, atau alat penunjuk yang digunakan untuk menunjukkan hasil pengukuran secara langsung. Contoh : alat pengukur tekanan yang menunjukkan tekanan melalui jarum penunjuk atau secara digital.

- *Controller*, atau alat pengontrol yang digunakan untuk mengendalikan kondisi operasi. Misalnya :
 - Flow Controller, untuk mengendalikan laju aliran fluida dalam pipa.
 - Temperatur Controller, untuk mengendalikan suhu fluida dalam suatu alat atau selama aliran proses agar sesuai dengan harga yang telah di tetapkan.
- *Error Detector*, digunakan untuk mengukur kesalahan yang terjadi antara keluaran actual dengan keluaran yang diinginkan.

7.2. Keselamatan Kerja

Dalam perencanaan suatu pabrik, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan hal yang sangat penting yang harus diperhatikan karena menyangkut kelancaran dan keselamatan karyawan. K3 adalah keselamatan yang berkaitan dengan alat kerja, mesin, bahan dan proses pengolahannya, tempat kerja dan lingkungannya. K3 merupakan suatu bentuk upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmani ataupun rohani tenaga kerja pada umumnya.

Oleh karena itu, dengan memperhatikan K3 yang baik dan teratur secara psikologis akan memberikan rasa aman pada karyawan dalam bekerja, sehingga kontinuitas dan produktifitas kerja akan meningkat.

Usaha untuk menjaga K3 bukanlah semata-mata ditujukan pada faktor manusianya saja, tetapi juga untuk menjaga peralatan yang ada di pabrik. Dengan terpeliharanya peralatan dengan baik, maka peralatan akan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama. Karena itu usaha-usaha keselamatan merupakan kewajiban seluruh keryawan. Dalam suatu pabrik biasanya diberikan penyuluhan, pendidikan, petunjuk-petunjuk dan peraturan agar kegiatan kerja sehari-hari berlangsung dengan aman dan bahaya bisa diketahui sedini mungkin sehingga dapat dihindari.

7.2.1. Tujuan K3

Tujuan dari K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) adalah :

1. Melindungi tenaga kerja atas hak dan keselamatannya ketika melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produktivitas nasional.
2. Menjamin keselamatan hidup orang yang berada di lingkungan kerja.
3. Memelihara sumber produksi dan mempergunakan secara aman dan efisien.

7.2.2. Penyebab dan Akibat Kecelakaan Kerja

1. Latar belakang karyawan

Yaitu sifat atau karakter yang tidak baik dari karyawan yang dapat berpengaruh dalam melakukan pekerjaan, sehingga dapat menyebabkan kelalaian pekerja atau wartawan.

2. Kelalaian karyawan

Adanya sifat gugup, tegang, mengabaikan keselamatan dan lain-lain akan menyebabkan pekerja akan melakukan tindakan yang tidak aman. Hal ini dapat menjadi lebih parah bila ditunjang dengan alat-alat yang tidak aman

3. Tindakan yang tidak aman dan bahaya mekanis

Tindakan yang tidak aman dari pekerja seperti berdiri di bawah beban tersuspensi, menjalankan mesin tanpa pelindung dan lain-lain.

4. Kecelakaan

Kejadian seperti jatuhnya pekerja, terbentur benda melayang sehingga dapat melukai pekerja.

Adapun bahaya-bahaya yang dapat terjadi pada pra rencana pabrik gelatin ini yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Bahaya kebakaran dan ledakan

Pencegahan kebakaran dan ledakan bertujuan untuk memperkecil kemungkinan adanya kecelakaan yang membahayakan pekerja, kerusakan pada peralatan serta terhentinya proses produksi yang pada akhirnya akan menyebabkan kerugian pada suatu pabrik, oleh sebab itu maka diperlukan pengamatan yang sebaik-baiknya.

Penyebab terjadinya kebakaran adalah :

- Kemungkinan terjadinya kebakaran bisa dari utilitas dan unit proses yang lain
- Terjadinya loncatan bunga api listrik pada saklar dan stop kontak serta instrument yang baik.

Cara pencegahan terjadinya bahaya kebakaran antara lain :

- Pemasangan pipa air melingkar di seluruh lokasi pabrik (*water hydrant*)
- Bagian alat-alat panas dan alat penyuplai media pemanas harus diisolasi
- Pemasangan kabel listrik harus diatur dan jauh dari tempat yang panas
- Penempatan bahan-bahan yang mudah terbakar dari tempat yang tertutup dan jauh dari sumber api

- Pemasangan alat pemadam kebakaran di setiap tempat yang paling rawan dan pemasangannya yang mudah terjangkau
- Larangan merokok, dan membawa korek api di lingkungan pabrik, kecuali pada tempat yang telah disediakan
- Menyediakan unit-unit mobil pemadam kebakaran.

Pengamanan dan pengontrolan terhadap kebakaran

Apabila terjadi kebakaran, api harus dilokalisasi agar jangan sampai menimbulkan ledakan dan diusahakan dapat diketahui kemungkinan apa saja yang dapat terjadi dan bagaimana mengatasinya. Semua personil harus dievakuasi ke tempat yang aman, yaitu sejauh minimal 5.000 ft (1 mil). Jika api tidak dapat ditangani sendiri oleh pabrik, maka harus segera menghubungi unit pemadam kebakaran.

2. Bahaya mekanik

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

- Konstruksi harus mendapat pengawasan yang tinggi.
- Perencanaan tangki dan alat harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, memperhitungkan faktor korosi dan lain-lain.
- Alat transmisi, perlengkapan roda gigi dan persneling harus dilindungi sedemikian rupa, sehingga pekerja tidak dapat menyentuh dan terbawa oleh alat tersebut.
- Pekerja pembersih dan reparasi hanya boleh dilakukan ketika mesin tidak berjalan. Agar mesin aman dari kemungkinan berjalan tanpa sengaja, saklar harus dikunci.
- Perlatan yang cacat harus segera diganti atau direparasi.
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai, serta pemberian alat pengaman untuk proses-proses yang berbahaya.

3. Bahaya terhadap kesehatan

Untuk menjaga keselamatan karyawan perlu adanya kesadaran dari seluruh karyawan agar dapat bekerja dengan baik sehingga tidak membahayakan keselamatan jiwanya dan jiwa orang lain.

Usaha-usaha perlindungan yang dapat dilakukan:

1. Bahaya terhadap kesehatan karyawan yang perlu diwaspadai umumnya berasal dari bahan baku, sifat bahan yang sedang diproses, dan produk, serta limbah yang dihasilkan oleh suatu pabrik. Oleh sebab itu, karyawan dituntut untuk dapat mengetahui sifat-sifat dari bahan-bahan yang diproses serta limbah yang dihasilkan.
2. Mengusahakan agar seluruh ruangan baik ruangan proses dan ruangan yang lain memiliki ventilasi yang cukup agar pertukaran udara dapat berlangsung dengan baik.
3. Karyawan menggunakan alat-alat keamanan, seperti masker, *googles*, sarung tangan karet, celana katun, kaos kaki dan sepatu khusus.

4. Bahaya listrik

Pada pengoperasian maupun perbaikan instalasi listrik, sebaiknya selalu menggunakan alat pengaman agar para pekerja dapat terjaga keselamatannya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Reparasi atau pekerjaan pada instalasi listrik hanya boleh dilaksanakan oleh tenaga ahli
- Stop kontak, steker, kabel dan tempat penghubung untuk alat yang dapat bergerak harus diperiksa kondisi isolatornya sebelum digunakan.

5. Bahaya bahan baku

Keamanan dalam penanganan bahan baku merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam industri kimia. Karena memiliki dampak yang berbahaya terhadap lingkungan khususnya manusia. Oleh karena itu, setiap karyawan yang bekerja di sebuah industri kimia harus memiliki pengetahuan mengenai sifat, bahaya serta penanganan yang dilakukan terhadap bahaya bahan baku. Dalam industri gelatin ini, bahan baku kimia yang digunakan adalah H_2SO_4 98%, CH_3COOH 99% dan NaOH 50%.

Tabel 7.1. Bahaya dan penanganan bahan baku

No.	Bahan Baku	Identifikasi Bahaya	Penanganan
1.	CH ₃ COOH 99% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat menyebabkan iritasi dan meleleh pada kulit dengan ciri-ciri gatal, menjadi merah, meradang dan berasa seperti terbakar. 2. Dapat menyebabkan iritasi pada mata dengan ciri-ciri merah, berair dan berasa gatal. Cairan atau semprotan kabut bisa mengakibatkan bahaya pada jaringan membran mata. 3. Kontaminasi kabut terhadap pernapasan bisa mengakibatkan iritasi pada saluran pernapasan dengan ciri-ciri batuk, berdahak, sesak napas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melepaskan kontak lensa dan bilas dengan air yang banyak selama 15 menit. Segera minta bantuan medis. 2. Segera membilas kulit dengan air yang banyak selama 15 menit kemudian melepas pakaian dan sepatu yang terkontaminasi. Pastikan pakaian dan sepatu yang terkontaminasi sudah dalam keadaan bebas bahan kimia sebelum digunakan kembali. 3. Jika terhirup, segeralah berpindah ke tempat udara segar. Jika korban tidak bernapas, segera beri napas buatan. Jika sulit bernapas, segera berikan oksigen. Segera minta bantuan medis 4. Jika terhirup dalam jumlah banyak, sesegera mungkin pindahkan korban ke tempat yang aman. Longgarkan pakaian korban, seperti baju, ikat pinggang, dasi, dll. Segera minta bantuan medis. 5. Mengusahakan korban yang menelan CH₃COOH tidak muntah kecuali dengan pengarahannya dari petugas

			medis. Jangan memasukkan apapun melalui mulut korban yang tidak sadar. Segera minta bantuan medis.
2.	H_2SO_4 98% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat menyebabkan iritasi dan meleleh pada kulit dengan ciri-ciri gatal, menjadi merah, meradang dan berasa seperti terbakar. 2. Dapat menyebabkan iritasi pada mata dengan ciri-ciri merah, berair dan berasa gatal. Cairan atau semprotan kabut bisa mengakibatkan bahaya pada jaringan membran mata. 3. Kontaminasi terhadap pernapasan bisa mengakibatkan iritasi pada saluran pernapasan dengan ciri-ciri batuk, berdahak, sesak napas, nyeri dada, rasa terbakar, gatal pada hidung, tenggorokan, bersin. Kontaminasi melalui kabut H_2SO_4 yang sering dan berkelanjutan bisa mengakibatkan lapisan enamel pada gigi. 4. Jika tertelan dapat menyebabkan iritasi, nyeri perut, korosi, rasa terbakar di mulut dan kerongkongan dan kematian. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bilas dengan air yang banyak selama 15 menit. Segera minta bantuan medis. 2. Bilas kulit yang terkontaminasi dengan air selama 15 menit. Segera minta bantuan medis jika iritasi tidak hilang. Lepaskan pakaian dan sepatu yang terkontaminasi dan pastikan bebas kontaminasi ketika digunakan kembali. 3. Pindahkan korban yang terkontaminasi melalui pernapasan ke daerah aman (jauh dari sumber) dan pastikan korban tetap bernapas. Jika susah bernapas, berikan oksigen dan jika tidak bernapas berikan CPR (Cardio-Pulmonary-Resuscitation). 4. Mengusahakan korban yang menelan H_2SO_4 tidak muntah kecuali dengan pengarahannya dari petugas medis. Jangan memasukkan apapun melalui mulut korban yang tidak sadar. Rebahkan korban dengan posisi kepala lebih rendah daripada perut. Segera minta bantuan medis.

3.	NaOH	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat menyebabkan iritasi dan meleleh pada kulit dengan ciri-ciri gatal, menjadi merah, meradang dan berasa seperti terbakar. 2. Dapat menyebabkan iritasi pada mata dengan ciri-ciri merah, berair dan berasa gatal. Cairan atau semprotan kabut bisa mengakibatkan bahaya pada jaringan membran mata dan dapat merusak kornea mata. 3. Kontaminasi terhadap pernapasan bisa mengakibatkan pneumonitis kimia dan edema paru-paru. Menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan dengan dengan ciri-ciri batuk, kesulitan bernapas dan ada kemungkinan koma. Menyebabkan luka bakar pada saluran pernapasan. 4. Menyebabkan kerusakan parah dan permanen pada saluran pencernaan, seperti mual, muntah, diare dan shock. 5. Efek kronis bisa mengakibatkan dermatitis jika kontak kulit berkepanjangan (efek mungkin tertunda). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bilas mata dengan air yang banyak selama 15 menit. Segera minta bantuan medis. 2. Bilas kulit yang terkontaminasi dengan air selama 15 menit. Segera minta bantuan medis jika iritasi tidak hilang. Lepaskan pakaian dan sepatu yang terkontaminasi dan pastikan bebas kontaminasi ketika digunakan kembali. 3. Jika tertelan, jangan dimuntahkan. Untuk korban yang sadar, segera berikan air minum. Jangan berikan sesuatu melalui mulut korban yang tidak sadar. Segera mintak bantuan medis. 4. Pindahkan korban yang terkontaminasi melalui pernapasan ke daerah aman (jauh dari sumber) dan pastikan korban tetap bernapas. Jika susah bernapas, berikan oksigen dan jika tidak bernapas berikan CPR (Cardio-Pulmonary-Resuscitation).
----	------	--	--

4.	Gelatin	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bisa mengakibatkan iritasi pada kontak mata, tapi tidak mengakibatkan kerusakan yang serius dan permanen. Iritasi ditandai dengan mata merah dan berair. 2. Jika terhirup dalam jumlah banyak bisa mengakibatkan gangguan pernapasan seperti sesak napas, tapi tidak mengakibatkan kerusakan yang permanen atau serius. 3. Tidak mengakibatkan kerusakan serius untuk kasus terhirup atau tertelan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bilas mata dengan air yang banyak selama 15 menit. Segera minta bantuan medis. 2. Bilas kulit yang terkontaminasi dengan air selama 15 menit. Segera minta bantuan medis jika iritasi tidak hilang. Lepaskan pakaian dan sepatu yang terkontaminasi dan pastikan bebas kontaminasi ketika digunakan kembali. 3. Untuk korban yang menghirup gelatin, segera pindahkan ke tempat yang aman. Jika ada gangguan pernapasan, berikan oksigen atau napas buatan.
----	---------	--	--

7.2.3. Keselamatan Karyawan

Keselamatan karyawan adalah hal terpenting yang harus diperhatikan, oleh karena itu, para karyawan terutama operator peralatan proses perlu diberi pengarahan agar dapat menjalankan kewajiban dengan baik tanpa harus membahayakan keselamatan diri sendiri ataupun diri orang lain. Selain itu juga harus ada alat pelindung untuk menjamin keselamatan para pekerja antara lain :

Perlengkapan	Area
Masker	Area storage bahan baku, area proses, bagian penanganan produk dan gudang produk
Helm	Area proses dan area pengolahan air
Sarung tangan karet	Area storage bahan baku, area proses bagian reaksi, dan area pengolahan limbah
Sepatu khusus	Area proses, area pengolahan limbah dan area pengolahan air
Pemadam kebakaran	Semua bagian pabrik
Alarm kebakaran	Semua area proses, gudang produk, ruang generator dan perkantoran
Kacamata pelindung	Area storage bahan baku dan area proses bagian penanganan produk

1. Topi pengaman/helm

Biasanya topi pengaman atau helm ini terbuat dari plastik maupun kulit untuk melindungi kepala dari benda-benda yang jatuh dari atas sehingga tidak melukai kepala pegawai/karyawan.

2. Masker gas

Digunakan jika dalam suatu ruangan yang udaranya mengandung zat-zat beracun, seperti uap-uap yang keluar dari pipa-pipa yang ada pada proses produksi.

3. Sepatu bot

Sepatu bot untuk keselamatan kerja dilengkapi pelindung jari dari baja. Sepatu bot ini mempunyai ketahanan terhadap bahan-bahan kimia terutama yang bersifat korosif dan tahan terhadap benda jatuh.

4. Pelindung mata

Pelindung mata seperti kaca mata pengaman yang dapat melindungi para pekerja dari uap-uap yang berbahaya, dan percikan bahan kimia. Dan juga digunakan kaca mata pelindung khusus pekerja yang sedang mengelas.

5. Sarung tangan

Digunakan untuk melindungi kulit dari bahan kimia yang bersifat korosif terhadap kulit atau bahan yang bersifat racun apabila diserap oleh kulit. Sarung tangan ini dapat terbuat dari plastic, karet, atau kulit.

6. Pemadam kebakaran

Pemadam kebakaran harus ada ditempat-tempat yang potensial terjadi kebakaran, supaya apabila terjadi kebakaran api segera dapat diatasi sehingga api tidak merambat kesemua tempat.

7.2.4. Alat-alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Dapat memberikan perlindungan yang sangat spesifik bagi para pekerja
2. Mempunyai berat yang seringan mungkin
3. Harus dapat dipakai secara fleksibel dan tidak membatasi gerak bagi pemakainya
4. Tidak mudah rusak dan bentuknya cukup menarik
5. Tidak menimbulkan efek samping bagi pemakainya dan memenuhi ketentuan dari standart yang telah ada
6. Suku cadang dari alat yang digunakan harus mudah didapat sehingga pemeliharannya bagi alat pelindung diri dapat dilakukan dengan mudah.

BAB VIII

UTILITAS

Utilitas pada suatu pabrik adalah bagian yang sangat penting untuk menunjang proses produksi dalam suatu industri kimia, sehingga kapasitas produksi dapat dicapai semaksimal mungkin. Unit utilitas yang dibutuhkan dalam Pra Rencana Pabrik Gelatin ini meliputi 4 unit, yaitu :

1. Unit pengolahan air
Air yang berfungsi sebagai air proses, air umpan boiler, air sanitasi dan air untuk pemadam kebakaran.
2. Unit pembangkit tenaga listrik
Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan.
3. Unit penyediaan bahan bakar
Bahan bakar untuk mengoperasikan boiler

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

1. Unit penyediaan air
2. Unit penyediaan tenaga listrik
3. Unit penyediaan bahan bakar



8.1. Unit Pengolahan Air

Unit pengolahan air berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air ditinjau dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Segi kualitas air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi. Pada pra rencana pabrik gelatin ini, air yang digunakan sebagai utilitas adalah air kawasan dari PT. Sier-Pier.

8.1.1. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan para karyawan di lingkungan pabrik, seperti konsumsi, cuci, mandi, laboratorium, perkantoran dan kebutuhan lainnya.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi:

1. Syarat fisik
 - Berada di bawah suhu udara
 - Jernih tidak berwarna

- Tidak berasa
- Tidak berbau
- pH : netral

2. Syarat kimia

- Tidak mengandung zat-zat organik maupun anorganik yang tidak terlarut dalam air, seperti PO_4 , Hg, Cu, dan sebagainya
- Tidak beracun

3. Syarat bakteriologi

- Tidak mengandung bakteri terutama bakteri patogen

Air harus diberi desinfektan seperti klor cair atau kaporit setelah proses penjernihan air untuk memenuhi persyaratan tersebut.

Kebutuhan air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik Gelatin ini adalah:

1. Untuk kebutuhan karyawan

Menurut WHO kebutuhan air untuk tiap orang = 120 kg/hari.

2. Untuk laboratorium dan taman

Direncanakan kebutuhan air untuk taman dan laboratorium sebesar 30% dari kebutuhan karyawan.

3. Untuk pemadam kebakaran dan cadangan air

Air sanitasi untuk pemadam kebakaran dan air cadangan direncanakan sebesar 40% dari kebutuhan air sanitasi.

8.1.2. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler berfungsi untuk menyediakan kebutuhan steam yang digunakan sebagai pemanas pada heater (E-115), ekstraktor (R-120) dan evaporator (V-130). Kebutuhan steam dipenuhi dengan cara menguapkan air dalam sebuah ketel (boiler), sehingga kesadahan air pengisi ketel (boiler feed water) harus benar-benar diperhatikan dan diperiksa dengan teliti serta bebas dari kotoran yang mungkin mengganggu jalannya operasi pabrik.

Kebutuhan steam yang digunakan sebesar 2.487,6285 lb/jam. Air umpan boiler disediakan dengan excess 20% sebagai pengganti steam yang hilang karena adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 10%, sedangkan faktor keamanan sebesar 15% sehingga kebutuhan air umpan boiler sebanyak 3.109,5356 lb.

- Menyebabkan percikan kuat yang mengakibatkan adanya solid-solid yang menempel dan mengakibatkan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut. Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan boiler.

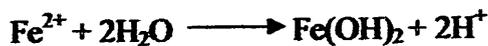
b. Tidak membentuk kerak dalam boiler

Kerak dalam boiler disebabkan oleh garam-garam Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , SiO_2 , dan Al_2O_3 . Kerak yang terbentuk di dinding boiler akan menyebabkan :

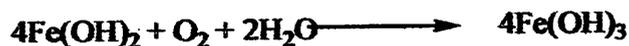
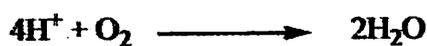
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat

c. Tidak menyebabkan korosi pada pipa

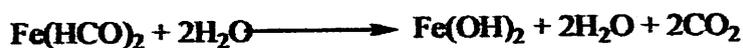
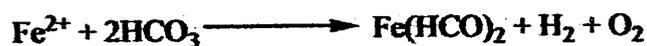
Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan-bahan organik dan gas H_2S , SO_3 , CO_2 , O_2 dan NH_3 yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu:



Lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air, jika terdapat oksigen dalam air, akibatnya lapisan pelindung akan hilang dan menyebabkan korosi seperti reaksi :



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



Proses pelunakan air umpan boiler dilakukan dengan pertukaran ion-ion dalam demineralizer (anion dan kation exchanger). Mula-mula air bersih dilewatkan pada kation exchanger dengan menggunakan resin zeolit (hidrogen exchanger).

Zat-zat yang terkandung di dalam air umpan boiler yang dapat menyebabkan kerusakan pada boiler adalah:

1. Kadar zat terlarut (soluble matter) yang tinggi
2. Zat padat terlarut (suspended solid)
3. Garam-garam kalsium dan magnesium
4. Zat organik

Air untuk keperluan proses harus memenuhi syarat-syarat agar air yang digunakan tidak merusak ketel (boiler). Persyaratan yang harus dipenuhi adalah air tidak mengandung kation-kation seperti Ca^{2+} , Cl^- , dan SO_3^{2-} . Untuk itu diperlukan treatment yang lebih sempurna. Berdasarkan Perry 6th, hal 976, didapatkan bahwa air umpan boiler mempunyai syarat sebagai berikut :

- Total padatan (total dissolved solid)	= 3500 ppm
- Alkalinitas	= 700 ppm
- Padatan terlarut (suspended solid)	= 300 ppm
- Silika	= 60-100 ppm
- Besi	= 0,1 ppm
- Tembaga	= 0,5 ppm
- Oksigen	= 0,007 ppm
- Kesadahan (hardness)	= 0
- Kekeruhan (turbidity)	= 175 ppm
- Minyak	= 7 ppm
- Residual fosfat	= 140 ppm

Untuk memenuhi syarat tersebut dan mencegah kerusakan pada boiler, air umpan boiler harus diolah terlebih dahulu, dengan cara:

- Demineralizer, untuk menghilangkan ion-ion pengganggu
- Deaerator, untuk menghilangkan gas-gas terlarut

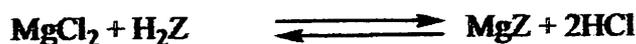
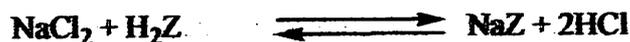
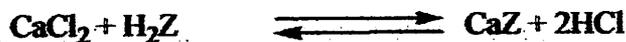
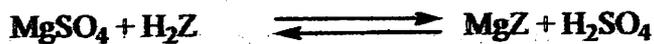
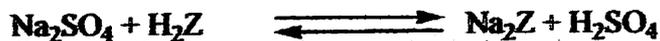
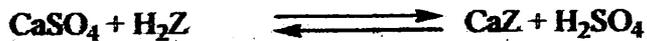
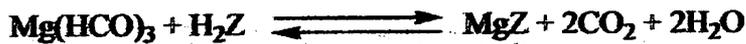
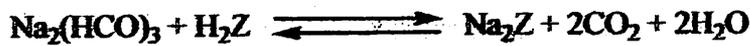
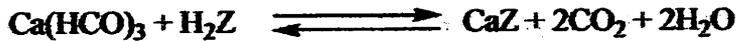
Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak berbusa

Busa disebabkan adanya solid matter, suspended matter dan kebasaan yang tinggi. Kesulitan yang diakibatkan adanya busa adalah:

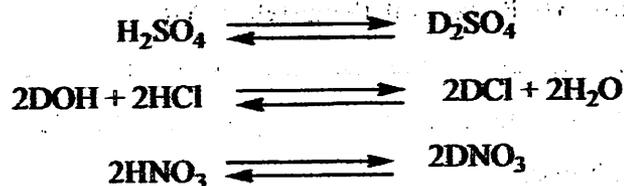
- Kesulitan pembacaan tinggi permukaan liquid dalam boiler

Reaksi yang terjadi :

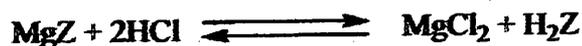
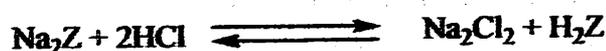
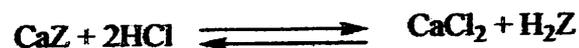
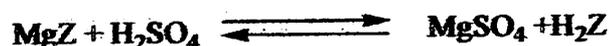
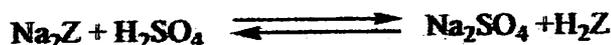
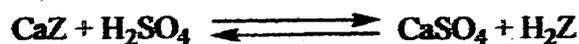


Air yang bersifat asam ini akan dimasukkan ke dalam anion exchanger untuk menghilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang digunakan adalah Deacidite (DOH).

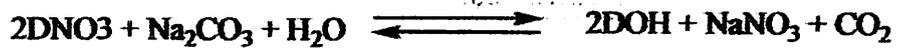
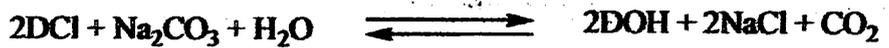
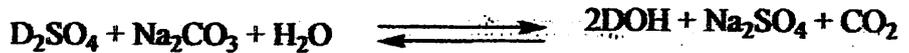
Reaksi yang terjadi :



Setelah keluar dari demineralizer, air umpan boiler yang telah bebas dari ion-ion siap digunakan. Pemakaian resin yang terus-menerus dapat menyebabkan resin menjadi tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dari pemeriksaan kesadahan air umpan boiler, dimana resin sudah jenuh dan perlu diregenerasi lagi (setelah \pm 12 menit). Regenerasi hidrogen exchanger dilakukan dengan menggunakan asamklorida, seperti reaksi :



Regenerasi De-acidite (DOH) dilakukan dengan menggunakan larutan sodium karbonat atau soda kaustik dengan reaksi sebagai berikut :



Setelah keluar dari demineralizer, air umpan boiler ditampung dalam tangki penampung air umpan boiler, kemudian dipompakan ke dalam deaerator untuk menghilangkan gas-gas impurities dan air umpan boiler dengan sistem pemanas steam. Setelah keluar dari deaerator, air umpan boiler yang telah memenuhi syarat siap digunakan.

8.1.4. Air Proses

Air proses yang digunakan pada Pra Rencana Pabrik Gelatin ini sebesar 112.915,797391 lb/jam, yang digunakan pada tangki pengencer asam sulfat (M-119) sebesar 110.116,951419 lb/jam dan pada ekstraktor (R-120) sebesar 2.798,845962 lb/jam.

Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

Air sungai digunakan untuk memenuhi kebutuhan air umpan boiler, air sanitasi dan air proses. Proses pengolahan air sungai pada Pra Rencana Pabrik Gelatin ini dilakukan sebagai berikut:

Air kawasan yang akan dipompa ke bak penampung air penampung air kawasan (F-212) dengan menggunakan pompa (L-211). Dari bak penampung air air kawasan, aliran air dipompa dengan pompa (L-213) menjadi 2 aliran. Sebagian dipompa menuju bak klorinasi (F-220) dan ditambahkan desinfektan klor (Cl_2) sebanyak 1 ppm, selanjutnya dipompa dengan menggunakan pompa (L-221) menuju bak air sanitasi dan siap digunakan untuk air sanitasi. Sebagian dipompa menuju demineralizer (D-210A, D-210B) untuk menurunkan kesadabannya. Demineralizer terdiri dari kation exchanger (D-210A) dan anion exchanger (D-210B) yang digunakan untuk menghilangkan anion dan kation yang tidak diinginkan sehingga bisa mengganggu kelancaran kerja pada proses peralatan.

Setelah keluar dari tangki demineralizer, air yang sudah tidak mengandung ion-ion pengganggu ditampung dalam bak air lunak (F-214) yang selanjutnya air lunak dipompa dengan pompa (L-231) dan aliran dibagi menjadi 4 bagian sesuai dengan

fungsinya masing-masing. Yang pertama dialirkan langsung sebagai air proses. Bagian yang kedua dialirkan menuju bak air pendingin (F-251) yang selanjutnya dipompa dengan menggunakan pompa (L-252) untuk digunakan sebagai air pendingin pada cooling tower (P-250). Air dingin yang telah digunakan dialirkan menuju cooling tower (P-250) untuk didinginkan, kemudian air yang telah dingin direcycle menuju bak penampung air pendingin. Bagian selanjutnya dipompa menuju bak penampung air panas (F-232) untuk dipanaskan dengan menggunakan heater (E-230). Air yang telah dipanaskan dialirkan ke peralatan seperti water spray dan reaktor (R-110). Bagian terakhir, air lunak dipompa menuju bak boiler feed water (F-241). Dari boiler feed water air dipompa dengan pompa (L-242) menuju deaerator (D-243) untuk menghilangkan gas-gas impurities pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air dipompa dengan pompa (L-244) untuk dialirkan menuju boiler (Q-240) untuk diubah menjadi steam. Air yang telah diubah menjadi steam kemudian dialirkan menuju peralatan yang membutuhkan steam, seperti heater (E-115 & E-142), evaporator (V-130) dan ekstraktor (R-120). Steam yang sudah digunakan kemudian direcycle pada bak steam kondensat.

8.2. Unit Penyediaan Udara

Udara yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan udara pada tangki pembibitan. Udara yang digunakan adalah udara yang dihisap dari atmosfer dengan menggunakan blower. Udara yang dibutuhkan adalah 19442,2313 kg/jam.

8.3. Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan listrik pabrik ammoniumnitrat ini direncanakan oleh PLN dan generator set. Tenaga listrik yang disediakan digunakan untuk menggerakkan motor instrumentasi dan lainnya.

Total kebutuhan listrik :	- untuk proses	: 446,6743 kW
	- untuk penerangan	: 66,25 kW
	Total	: 512,92 kW

8.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

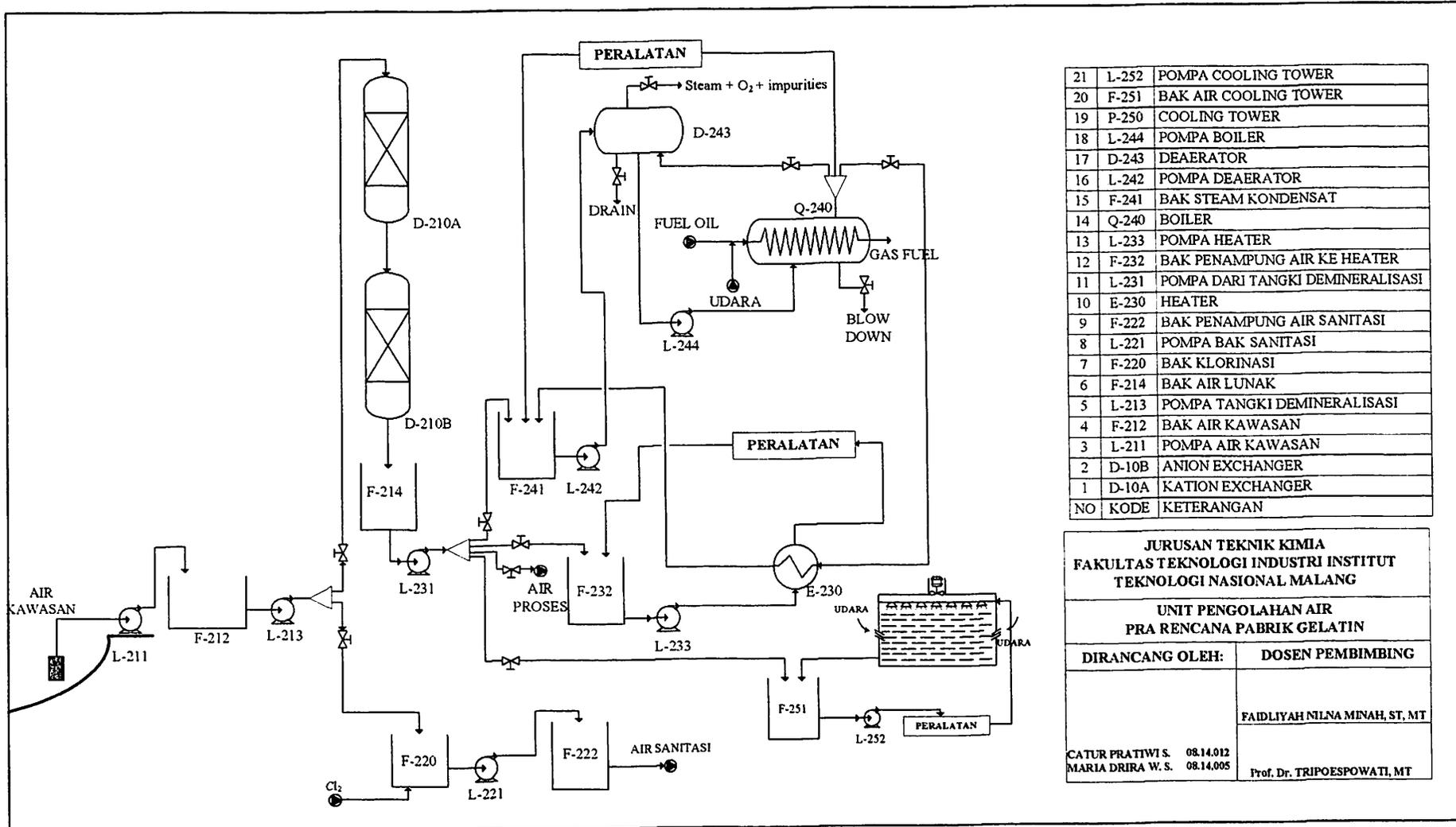
a. Kebutuhan bahan bakar boiler

Untuk kebutuhan bahan bakar boiler = 3.139,5770 L/hari

b. Kebutuhan bahan bakar generator

Untuk bahan bakar generator = 1022,3551 L/hari

Kebutuhan bahan bakar total = bahan bakar boiler + bahan bakar generator
= 4.161,9321/hari



21	L-252	POMPA COOLING TOWER
20	F-251	BAK AIR COOLING TOWER
19	P-250	COOLING TOWER
18	L-244	POMPA BOILER
17	D-243	DEAERATOR
16	L-242	POMPA DEAERATOR
15	F-241	BAK STEAM KONDENSAT
14	Q-240	BOILER
13	L-233	POMPA HEATER
12	F-232	BAK PENAMPUNG AIR KE HEATER
11	L-231	POMPA DARI TANGKI DEMINERALISASI
10	E-230	HEATER
9	F-222	BAK PENAMPUNG AIR SANITASI
8	L-221	POMPA BAK SANITASI
7	F-220	BAK KLOORINASI
6	F-214	BAK AIR LUNAK
5	L-213	POMPA TANGKI DEMINERALISASI
4	F-212	BAK AIR KAWASAN
3	L-211	POMPA AIR KAWASAN
2	D-10B	ANION EXCHANGER
1	D-10A	KATION EXCHANGER
NO	KODE	KETERANGAN

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI INSTITUT
TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
UNIT PENGOLAHAN AIR
PRA RENCANA PABRIK GELATIN

DIRANCANG OLEH:	DOSEN PEMBIMBING
	FAIDLIYAH NILNA MINAH, ST, MT
CATUR PRATIWI S. 08.14.012 MARIA DRIRA W. S. 08.14.005	Prof. Dr. TRIPOESPOWATI, MT

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

Salah satu penentu dalam keberhasilan pendirian pabrik adalah letak lokasi pendirian pabrik. Dalam penentuan lokasi pabrik perlu memperhatikan beberapa faktor seperti faktor teknis pengoperasian pabrik serta faktor ekonomi yang mempengaruhi lancar tidaknya jalannya produksi dalam pabrik.

Terdapat 5 faktor utama penentu daerah pengoperasian suatu pabrik lokasi yang tepat pada dari pabrik tersebut akan ditentukan oleh beberapa faktor khusus.

Dengan mempertimbangkan faktor – faktor diatas, maka direncanakan untuk mendirikan pabrik Gelatin di Gempol, Pasuruan propinsi Jawa Timur. Pemilihan diatas didasarkan pada hubungan antara faktor – faktor utama dan khusus yang dianggap berpengaruh.

9.1.1. Faktor Utama

a. Bahan Baku

Bahan baku utama pabrik Gelatin ini yaitu dari limbah tulang yang diperoleh dari PT. Aneka Tuna Indonesia yang terletak dari tidak jauh dari lokasi pendirian pabrik. Kapasitas bahan baku sangat mencukupi karena tiap harinya PT. Aneka Tuna Indonesia menghasilkan limbah tulang ikan tuna sebesar 130-145 ton perhari sedangkan kebutuhan baku pabrik sebesar 30 ton pertahun sehingga sangat memenuhi. Sumber bahan baku ini dapat diandalkan selama PT. ATI masih memproduksi.

Untuk memperoleh dan membawa bahan baku ke pabrik diperlukan transportasi berupa truk-truk pengangkut karena lokasi pendirian pabrik dengan PT. ATI cukup dekat. Kualitas bahan baku memenuhi standart karena bahan baku masih segar.

b. Pemasaran

Produk utama pabrik berupa Gelatin dimana Gelatin adalah salah satu bahan yang banyak digunakan dalam industri industri pangan, farmasi, kosmetik, fotografi dan masih banyak lagi karena sifatnya yang mampu menjadi pengemulsi, penstabil pada sistem emulsi.

Berbagai penggunaan gelatin dalam industri antara lain pendukung dalam industri pangan (permen, krim, keramel, selai, y olahan, dan sosis) industri farmasi (kapsul, pelapis vitamin, tablet, kosmetika (lotion, sabun), industri fotografi (film), industri korek api, kertas dan pelapis kayu interior, dimana lokasi pendirian pabrik yang dengan ibukota provinsi jawa timur yang banyak terdapat berbagai indu pangan, farmasi, dll. Produk gelatin ini juga dapat dipasarkan ke daerah sekitar pulau Jawa. Selain itu lokasi dekat dengan pelabuhan sangat memungkinkan untuk mengirim produk tersebut ke daerah lain di luar pulau Jawa.

c. Power dan Bahan Bakar

Kebutuhan listrik pabrik diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) yang tersedia di industri yang cukup memadai selain itu digunakan juga generator set, dimana bahan bakar generator mudah diperoleh dari sekitar Surabaya.

d. Persediaan dan pengadaan air

Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air kawasan, yang dipompa dan diolah sehingga memenuhi untuk kebutuhan.

e. Keadaan Geografis dan Iklim

Lokasi yang direncanakan merupakan daerah bebas banjir, gempa dan angin topan. Sehingga keamanan bangunan pabrik terjamin.

9.1.2. Faktor Khusus

a. Transportasi

Daerah Pasuruan yang relatif dekat dengan Surabaya merupakan daerah industri yang telah berkembang dengan cepat, sehingga sarana transportasi darat didaerah tersebut saat ini telah cukup memadai, sedangkan transformasi laut dapat dilakukan melalui Pelabuhan Tanjung Perak yang terletak di Surabaya juga.

b. Buangan Pabrik

Buangan pabrik gelatin merupakan wet ossein sisa hasil ekstraksi yang diolah dahulu sbelum dibuang sehingga aman bagi lingkungan, sedangkan air dari proses dapat diolah lagi sehingga dapat digunakan lagi.

c. Tenaga Kerja

Tenaga kerja tetap dan borongan dapat diperoleh dari penduduk didaerah tersebut yang dapat menurunkan angka pengangguran, selain itu juga dengan adanya industri didaerah itu mencegah urbanisasi penduduk.

d. Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah

Peraturan pemerintah dan peraturan daerah Jawa Timur pada dasarnya mengatur daerah sekitar Pasuruan sebagai zona Industri.

e. 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.

f. Karakteristik tempat

Harga tanah relatif murah dan masih banyak lahan kosong sehingga memungkinkan untuk penyediaan dan fasilitas bagi pembangunan atau pembangunan unit baru

9.2. Pemilihan lokasi

Berdasarkan faktor – faktor diatas, maka pabrik Gelatin ini direncanakan didirikan Pasuruan, 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 penyimpan 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.

Lokasi pabrik dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 9.1. Peta Lokasi Pabrik Gelatin

Keterangan:

A : PT. Aneka Tuna Indonesia

B : Lokasi Pendirian Pabrik Gelatin

9.3. Tata letak pabrik

Pembuatan tata letak pabrik merupakan suatu hal yang penting, karena merupakan faktor penentuan apakah proses suatu pabrik dapat berjalan dengan lancar atau tidak.

Dalam penentuan tata letak pabrik harus diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan :

- Konstruksi yang ekonomis
- Sistem operasi yang baik
- Pemeliharaan yang efisien
- Pengaturan peralatan dan bangunan yang fungsional
- Suasana pabrik yang dapat menimbulkan kegairahan kerja dan menjamin keselamatan kerja yang tinggi bagi karyawan

Untuk mendapatkan tata letak pabrik yang optimum maka telah dipertimbangkan beberapa faktor, yaitu:

- a. Pabrik gelatin merupakan pabrik baru pada daerah gempol dan terletak pada lokasi yang baru.
- b. Masih tersedianya tanah atau lokasi untuk perluasan pabrik dimasa – masa yang akan datang karena pada daerah ini masih banyak lahan kosong yang belum ditempati.
- c. Tiap – tiap alat diberikan ruang yang cukup luas agar memudahkan pemeliharaan
- d. Setiap alat disusun berurutan menurut masing – masing sehingga tidak menyulitkan aliran proses.
- e. Memperhatikan faktor keamanan dan keselamatan kerja misalnya : untuk daerah yang mudah menimbulkan kebakaran ditempatkan alat pencegah kebakaran.
- f. Alat kontrol ditempatkan pada posisi yang mudah diawasi oleh operator.
- g. Memperhatikan pembungan hasil – hasil produksi.

Ada beberapa macam perencanaan tata letak pabrik, yaitu :

- a. Master plot plan

Dalam master plot plan nanti hanya menunjukkan lokasi dari tiap – tiap unit proses, unit jalan – jalan, bangunan – bangunan, lokasi tersebut ditunjukkan dengan petak – petak, dipisahkan satu sama lainnya, sedangkan alat – alat yang tidak ada tidak ditunjukkan.

- b. Unit plot plan

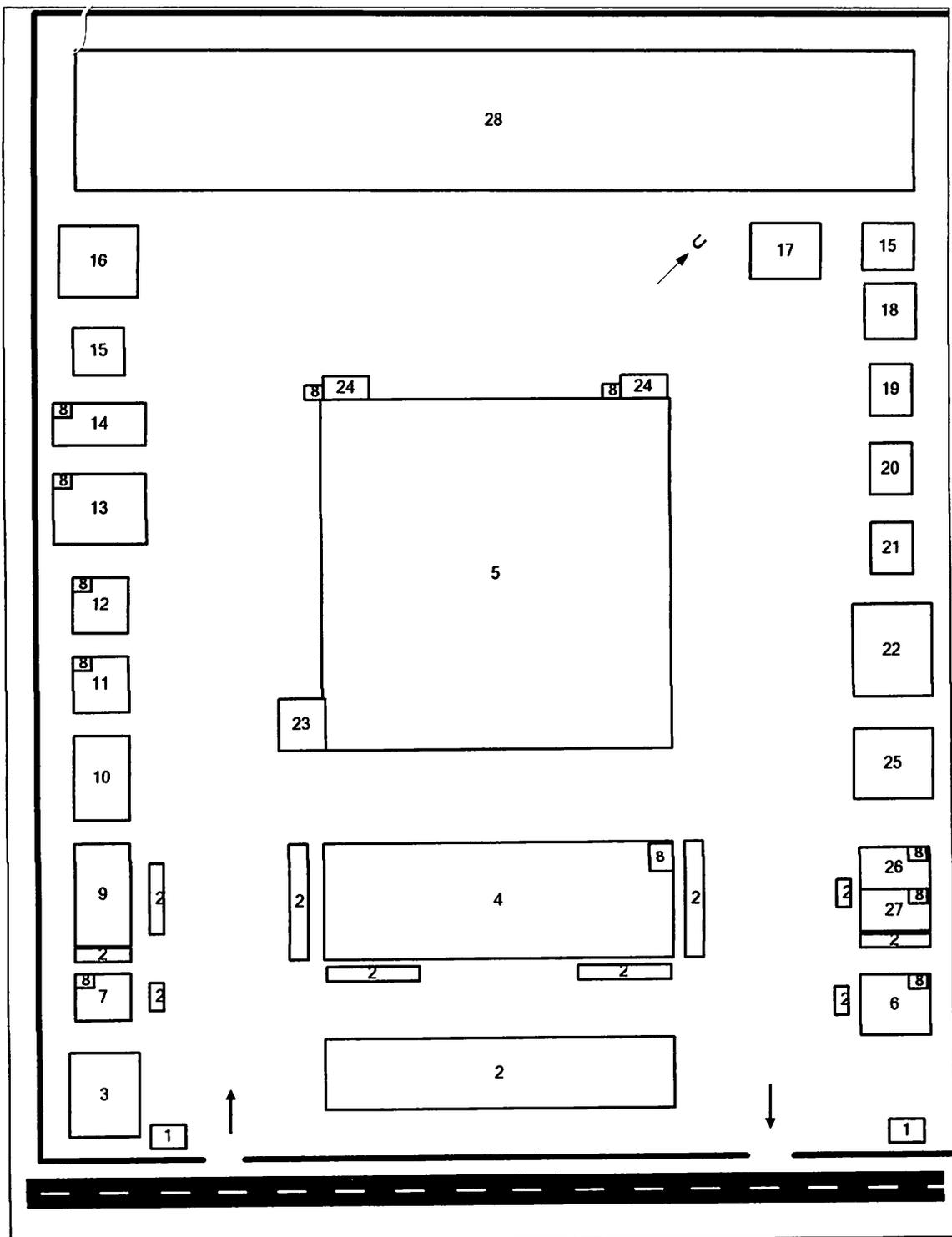
Dalam pembuatan unit plot plan, tiap petak digambarkan peralatan yang ada didalamnya, sehingga mempunyai plot (proyeksi) kebawah atau kesamping

untuk dapat menunjukkan elevansinya dan letak unit satu dengan unit yang lain ,
relatif keliatan.

c. Skala model (maket)

Skala model mempunyai bentuk tiga dimensi dan pada tiap – tipa alatnya dibuat
seperti alat itu sendiri. Skala model ini sangat berguna untuk konstruksi pabrik
yang sebenarnya, tetapi biayanya mahal.

Dalam skala model ini dapat dilihat kesalahan – kesalahan operasi yang terjadi
di pabrik.



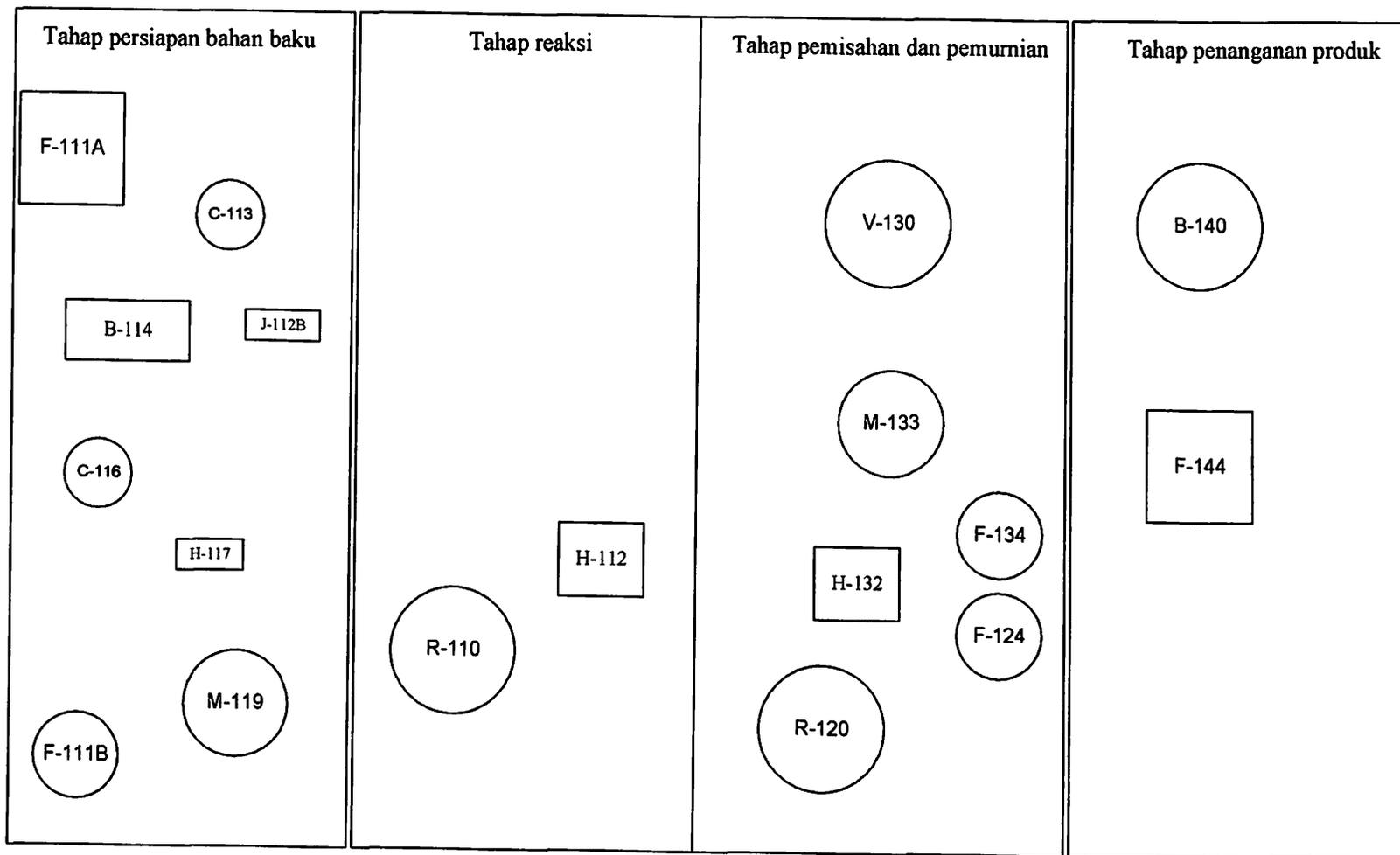
Gambar 9.2 Tata Letak Pabrik Gelatin (Skala 1:1000)

Keterangan Gambar :

1. Pos keamanan
2. Taman
3. Parkir kendaraan
4. Kantor pusat
5. Area proses
6. Gedung serbaguna (aula)
7. Musholla
8. Toilet
9. Parkir kendaraan operasional dan karyawan
10. Storage bahan baku
11. Laboratorium dan Pengendalian Mutu
12. Kantor Penelitian dan Pengembangan (R & D)
13. Departemen Produksi
14. Departemen Teknik
15. Pemadam kebakaran
16. Utilitas
17. Boiler
18. Generator
19. Bahan bakar
20. Bengkel
21. Garasi
22. Gudang produk
23. Ruang kontrol
24. Ruang Manager Produksi dan Teknik
25. Timbangan truk
26. Kantin
27. Poliklinik
28. Area perluasan pabrik

9.4. Penentuan tata letak peralatan proses

- Letak ruangan ruangan ditata yang cukup antara peralatan yang satu dengan yang lainnya dengan tujuan untuk memudahkan pemeriksaan, perawatan yang dapat menjamin keselamatan kerja maupun alat.
- Tata letak alat tersusun secara berurutan menurut fungsinya masing – masing, sehingga tidak menyulitkan dalam pengoperasiannya.
- Diusahakan agar dapat menimbulkan suasana kerja yang menyenangkan seperti dengan menjaga kebersihan pada setiap ruangan.
- Diusahakan peralatan harus diatur sedemikian rupa dengan memperhatikan keselamatan kerja karyawan selain itu di tempel peringatan untuk keselamatan kerja karyawan.



Tata letak pabrik Gelatin dapat dilihat pada gambar 9.3. berikut :

Gambar 9.3. Tata letak peralatan pabrik Gelatin

Keterangan gambar tata letak peralatan pabrik:

F-111A	: Storage tulang
C-113	: Juw Crusher
J-112B	: Belt Conveyor
B-114	: Tunel Dryer
C-116	: Ball Mill
H-117	: Screen
M-119	: Mixer
F-111B	: Storage H ₂ SO ₄
R-110	: Reaktor
H-112	: Centrifugal Separator
R-120	: Tangki Ekstraksi
H-132	: Centrifugal Separator
M-133	: Mixer
V-130	: Evaporator
F-124	: Storage CH ₃ COOH
F-134	: Storage NaOH
B-140	: Spray Dryer
F-144	: Penampung Produk

9.5 Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas pabrik Gelatin dilihat dalam tabel 9.5

Tabel 9.5 Perkiraan Luas Daerah Pabrik (m²)

No.	Daerah	Banyak	Ukuran	Luas (m ²)
1.	Pos keamanan	2	7,5 x 5	75
2.	Taman	1	75 x 15	1.125
3.	Parkir kendaraan tamu	1	18 x 15	270
4.	Kantor pusat	1	75 x 25	1.875
5.	Area proses	1	75 x 75	5.625
6.	Gedung serbaguna (aula)	1	15 x 13	195
7.	Musholla	1	12 x 10	120
8.	Toilet	11	4 x 3	132
9.	Parkir kendaraan operasional	1	12 x 22	264

	dan karyawan			
10.	Storage bahan baku	1	12 x 18	216
11.	Laboratorium dan Pengendalian Mutu	1	12 x 12	144
12.	Kantor Penelitian dan Pengembangan (R & D)	1	12 x 12	144
13.	Departemen Produksi	1	20 x 15	300
14.	Departemen Teknik	1	20 x 9	180
15.	Pemadam kebakaran	2	11 x 10	110
16.	Utilitas	1	17 x 15	255
17.	Boiler	1	15 x 12	180
18.	Generator	1	11 x 12	132
19.	Bahan bakar	1	11 x 9	99
20.	Bengkel	1	9 x 11	99
21.	Garasi	1	9 x 11	99
22.	Gudang produk	1	17 x 20	340
23.	Ruang kontrol	1	17 x 15	255
24.	Ruang Manager Produksi dan Teknik	2	10 x 5	300
25.	Timbangan truk	1	17 x 15	255
26.	Kantin	1	15 x 9	135
27.	Poliklinik	1	15 x 9	135
28.	Area perluasan pabrik	1	180 x 30	5.400
Total				18.315

BAB X

SUSUNAN ORGANISASI PERUSAHAAN

Kelancaran dan kontinuitas suatu pabrik merupakan hal yang penting dan menjadi tujuan utama setiap perusahaan. Hal tersebut dapat ditunjang dengan adanya struktur organisasi yang baik.

Struktur organisasi dapat memberikan wewenang pada setiap perusahaan untuk melaksanakan tugas yang dibebankan kepadanya. Juga mengatur sistem dan hubungan struktural antar fungsi atau orang – orang dalam hubungan satu dengan yang lainnya pada pelaksanaan fungsi mereka.

10.1 Bentuk Umum

Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Lokasi pabrik	: Kec. Pasuruan, Jawa timur
Kapasitas produksi	: 10.000 ton/tahun
Status investasi	: Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN).

10.2. Bentuk Perusahaan

Dalam pendirian Pabrik Gelatin ini perusahaan swasta nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Penggunaan bentuk ini dengan alasan :

1. Kedudukan atau wewenang antara pimpinan perusahaan dan para pemegang saham (pemilik) terpisah satu sama lain.
2. Terbatasnya tanggung jawab para pemegang saham karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan dan setiap pemegang saham hanya mungkin menderita kerugian sebesar jumlah yang ditanamkan pada PT yang bersangkutan.
3. Kemungkinan terhimpunnya modal yang besar dan mudah, yaitu dengan membagi modal atas sejumlah saham-sahamnya. PT dapat menarik modal dari banyak orang.
4. Kehidupan PT lebih terjamin karena tidak berpengaruh oleh berhentinya salah seorang pemegang saham, direktur atau karyawan. Ini berarti suatu PT mempunyai potensi hidup lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya.

5. Adanya efisiensi dalam perusahaan. Tiap bagian dalam PT dipegang oleh orang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai bagian dengan tugas yang jelas, sehingga ada dorongan untuk mengerjakan sebaik-baiknya

a. Struktur Organisasi

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

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

Di samping alasan tersebut ada beberapa kebaikan yang dapat mendukung pemakaian sistem organisasi staff dan garis yaitu :

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

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

Setiap departemen dipimpin oleh seorang manajer yang dibantu oleh asisten manajer, sedangkan untuk divisi dikepalai oleh seorang divisi manajer yang dibantu oleh asisten divisi manajer.

b. Tugas dan Tanggung Jawab Organisasi

1. Dewan Komisaris

Dewan komisaris terdiri dari para pemegang saham perusahaan. Pemegang saham adalah pihak-pihak yang menanamkan modalnya untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Besarnya kepemilikan pemegang saham terhadap perusahaan tergantung/sesuai dengan besarnya modal yang ditanamkan, sedangkan kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan saham paling sedikit 1 (satu) tahun.

Tugas dan wewenang dewan komisaris adalah :

- a. Bertanggung jawab terhadap pabrik secara umum dan memberikan laporan pertanggungjawaban kepada para pemegang saham dalam RUPS.
- b. Menerima pertanggungjawaban dari para manager pabrik.

2. Direktur Utama

Posisi direktur utama merupakan pemimpin tertinggi perusahaan secara langsung dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan selama perusahaan berdiri. Tugas dan wewenang direktur utama adalah :

- a. Menetapkan strategi perusahaan, membuat perencanaan kerja dan menginstruksikan cara-cara pelaksanaannya kepada manager.
- b. Mengurus harta kekayaan perusahaan.
- c. Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas, dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan atau target perusahaan yang telah direncanakan.
- d. Mengadakan koordinasi yang tepat pada seluruh bagian organisasi.
- e. Memberikan instruksi resmi kepada bawahannya untuk melaksanakan tugas masing-masing.
- f. Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris semua anggaran pembelanjaan dan pendapatan perusahaan.
- g. Selain tugas diatas, direktur utama berhak mewakili perseroan secara sah dan langsung dalam segala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan. Dan harus berkonsultasi kepada dewan komisaris setiap akan

melakukan tindakan perusahaan yang krusial seperti peminjaman uang ke bank, memindahtangankan perseroan untuk menanggung hutang perusahaan, dll).

3. Penelitian dan Pengembangan (R&D).

Divisi LITBANG bersifat independent. Divisi ini bertanggung jawab langsung kepada direktur utama. Divisi LITBANG bertugas mengembangkan secara kreatif dan inovatif segala aspek perusahaan terutama yang berkaitan dalam peningkatan kualitas produksi sehingga mampu bersaing dengan produk kompetitor.

4. Direktur Produksi dan Teknik

Direktur Produksi dan Teknik diangkat dan diberhentikan oleh direktur utama. Direktur Produksi dan Teknik bertanggung jawab penuh terhadap kelancaran produksi, dimulai dari perencanaan produksi, perencanaan bahan baku, perangkat produksi. Tugas utamanya adalah merencanakan dan mengontrol semua kegiatan yang berkaitan dari mulai bahan baku sampai menghasilkan produk.

5. Direktur Administrasi dan Keuangan

Direktur Administrasi dan Keuangan memiliki ruang lingkup kerja yang lebih luas dari manager produksi dan teknik. Direktur administrasi dan keuangan bertanggung jawab atas segala kegiatan kerja di luar produksi. Semua manajemen perusahaan diatur dan dijalankan oleh bagian administrasi, termasuk strategi pemasaran, pengaturan keuangan perusahaan, hubungan masyarakat, dan mengatur masalah ketenagakerjaan.

6. Departemen Quality Control (Pengendalian Mutu)

Departemen QC bertugas mengawasi mutu bahan baku yang diterima dan produk yang dihasilkan. Selama mengawasi mutu produk, tidak hanya produk jadi saja yang dianalisis tapi juga pada setiap tahapan proses.

a. Divisi Jaminan Mutu

Divisi Jaminan Mutu bertanggung jawab kepada Departemen Quality Control yang bertugas untuk melakukan penganalisaan, pengujian dan pengawasan terhadap bahan mentah yang dipasok dan produk yang sudah jadi agar sesuai standar yang telah ditentukan.

b. Divisi Pengendalian proses

Divisi Pengendalian Proses bertanggung jawab kepada Departemen Quality Control untuk mengendalikan kualitas bahan selama proses produksi yang

sedang berlangsung, yaitu mengatur komponen bahan baku (raw mix design) sehingga didapat produk dengan kualitas yang diinginkan.

7. Departemen Produksi

Kepala Departemen Produksi bertanggung jawab atas jalannya proses produksi sesuai yang direncanakan, termasuk merencanakan kebutuhan bahan baku agar target produksi terpenuhi.

a. Divisi Produksi

Divisi Produksi bertanggung jawab kepada Kepala Departemen Produksi atas kelancaran proses. Divisi ini juga mengatur pembagian shift dan kelompok kerja sesuai spesialisasinya pada masing-masing tahapan proses dan mengendalikan kondisi operasi sesuai prosedurnya.

b. Divisi Bahan baku

Bertanggung jawab kepada Kepala Departemen Produksi atas ketersediaan bahan baku yang dibutuhkan sesuai banyaknya produksi yang diinginkan sehingga tidak terjadi kekurangan atau kelebihan, mengatur aliran distribusi bahan baku dari storage ke dalam proses.

8. Departemen Teknik

Kepala Departemen Teknik bertanggung jawab atas kelancaran alat-alat proses selama produksi berlangsung, termasuk pemeliharaan alat proses dan instrumentasinya. Apabila ada keluhan pada alat penunjang produksi maka departemen teknik langsung mengatasi masalahnya.

a. Divisi Utilitas

Bertanggung jawab kepada Kepala Departemen Teknik mengenai kelancaran alat-alat utilitas.

b. Divisi Bengkel & Perawatan

Bertugas memperbaiki alat-alat atau instrumen yang rusak baik alat produksi maupun peralatan utilitas. Divisi ini juga diharapkan menciptakan alat-alat yang inovatif untuk menunjang kelancaran produksi.

9. Departemen Pemasaran

Kepala Departemen Pemasaran bertanggung jawab dalam mengatur masalah pemasaran produk, termasuk juga melakukan research marketing agar penentuan harga dapat bersaing di pasaran, menganalisis strategi pemasaran perusahaan

maupun kompetitor, mengatur masalah distribusi penjualan produk ke daerah-daerah, melakukan promosi pada berbagai media massa baik cetak maupun elektronik agar produk dapat terserap konsumen.

a. Divisi Pembelian

Bertanggung jawab kepada Kepala Departemen Pemasaran mengenai pembelian bahan baku dan alat-alat yang menunjang proses.

b. Divisi Penjualan

Bertanggung jawab kepada Kepala Departemen Pemasaran mengenai penjualan produk pada berbagai daerah distribusi sekaligus mensurvei kebutuhannya agar dapat dipasok setiap saat.

c. Divisi Promosi dan Research Marketing

Melakukan promosi ke berbagai sumber tentang kelebihan produk perusahaan minimal masyarakat konsumen mengetahui produk yang diproduksi perusahaan. Melakukan analisis pasar untuk memenangkan persaingan dengan kompetitor dan selalu membuat strategi pemasaran setiap saat sesuai perkembangan di lapangan.

10. Departemen Keuangan dan Akuntansi

Kepala Departemen Keuangan dan Akuntansi bertanggung jawab mengatur neraca perusahaan dengan melakukan pembukuan sebaik-baiknya baik pemasukan ataupun pembelanjaan untuk kebutuhan perusahaan, selain itu juga membayarkan gaji ke rekening bank tiap karyawan pada setiap akhir bulan. Dan juga membayarkan jaminan sosial atas pemutusan hak kerja (PHK) karyawan. Departemen Keuangan dan Akuntansi membawahi 2 divisi yaitu :

a. Divisi Pembukuan

b. Divisi Keuangan

11. Departemen Umum.

Kepala Departemen Umum bertugas untuk merencanakan dan mengelola hal-hal yang bersifat umum. Departemen ini mengatur masalah administrasi, keamanan dan keselamatan, lingkungan serta hubungan antara perusahaan dengan pihak lain, baik dengan masyarakat, pemerintah maupun dengan perusahaan lain.

Departemen ini membawahi 4 divisi :

a. Divisi Humas

Divisi Humas bertugas menjalin hubungan kemasyarakatan baik di dalam perusahaan, antar instansi ataupun dengan masyarakat setempat ataupun dengan pihak pemerintah, sehingga diharapkan dengan kerjasama yang baik kelangsungan dan kelancaran perusahaan dapat berjalan dengan baik.

b. Divisi Personalia

Divisi Personalia bertugas untuk menyaring dan menyeleksi calon pegawai/pekerja baru serta mendistribusikan pekerja sesuai dengan keahlian dan kemampuan yang dimilikinya.

c. Divisi Administrasi

Divisi ini bertugas untuk menjalankan kegiatan administrasi perusahaan, mulai dari surat menyurat, absensi karyawan, pendataan sampai pendistribusian gaji.

d. Divisi Keamanan dan Keselamatan

Divisi keamanan bertugas untuk menjaga keamanan perusahaan meliputi pengontrolan setiap kendaraan yang masuk perusahaan baik kendaraan bahan baku, produk, sampai kendaraan tamu. Dan juga menjaga keamanan dan ketertiban di lingkungan kerja di seluruh area pabrik.

e. Divisi Kebersihan

Divisi Kebersihan bertugas menjaga kenyamanan dan keindahan perusahaan mulai dari keindahan taman, toilet sampai kebersihan gudang dan produksi.

f. Divisi Transportasi.

Divisi ini mengatur penggunaan transportasi mulai dari penyediaan bahan baku sampai ke transportasi untuk pemasaran produk-produk yang dihasilkan.

12. Departemen Sumber Daya Manusia (SDM)

Kepala Departemen SDM bertugas merencanakan, mengelola, dan mendayagunakan SDM, baik yang telah bekerja ataupun yang akan dipekerjakan. Selain itu Departemen SDM mengatur masalah jenjang karier dan masalah penempatan karyawan, atau pemindahan karyawan antar departemen atau antar divisi sesuai dengan tingkat prestasinya.

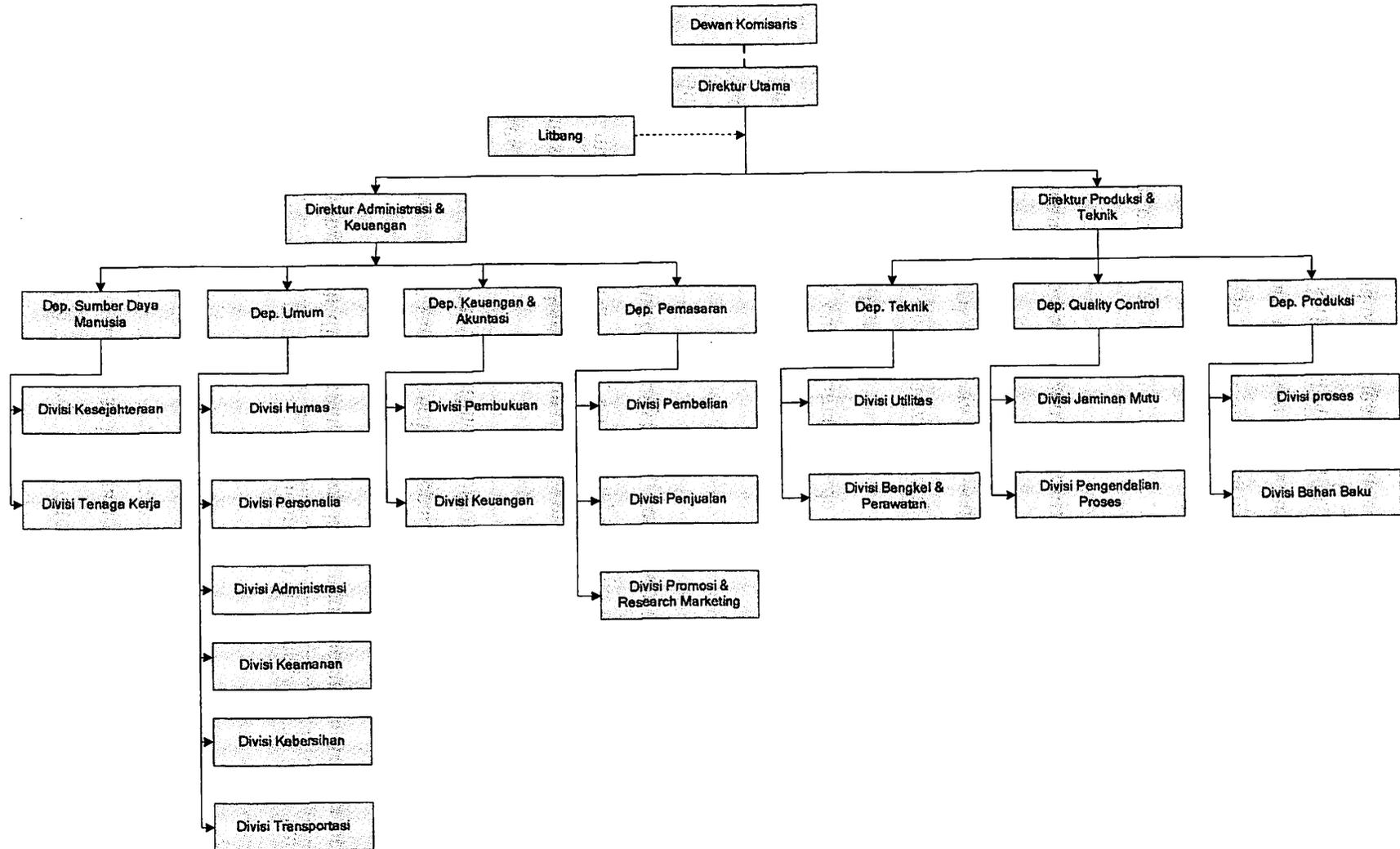
a. Divisi Kesehatan

Bertugas memperhatikan kesehatan karyawan. Apabila poliklinik yang tersedia tidak dapat mengatasi masalah kesehatan karyawan maka dapat diintensifkan di rumah sakit langganan perusahaan sesuai kebutuhan pengobatan.

b. Divisi Ketenagakerjaan

Mengatur kesejahteraan karyawan seperti pemberian fasilitas atau bonus perusahaan untuk karyawan yang berprestasi. Divisi ketenagakerjaan juga perlu memperhatikan prestasi-prestasi yang dibuat oleh karyawan guna meningkatkan jenjang karier dan kebijakan lainnya.

Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar 10.1.



Gambar 10.1 Struktur Organisasi Pabrik Gelatin

c. Jaminan Sosial

Jaminan sosial adalah jaminan yang diterima oleh pihak karyawan jika terjadi sesuatu hal yang bukan karena kesalahannya menyebabkan dia tidak dapat melakukan pekerjaan.

Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah :

a. Tunjangan

- Tunjangan di luar gaji pokok, diberikan kepada tenaga kerja tetap berdasarkan prestasi yang telah dilakukannya dan lama pengabdianya kepada perusahaan tersebut.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada tenaga kerja yang bekerja di luar jam kerja yang telah ditetapkan (khusus untuk tenaga kerja shift)

b. Fasilitas

Fasilitas yang diberikan berupa seragam kerja untuk karyawan, perlengkapan keselamatan kerja (misal helm, sarung tangan, sepatu boot, kaca mata pelindung dan lain-lain), antar jemput bagi karyawan, kendaraan dinas, tempat tinggal dan lain-lain.

c. Pengobatan

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

- Untuk pengobatan dan perawatan yang dilakukan pada rumah sakit yang telah ditunjuk akan diberikan secara cuma-cuma
- Karyawan yang mengalami kecelakaan atau terganggu kesehatannya dalam menjalankan tugas perusahaan, akan mendapat penggantian ongkos pengobatan penuh.

d. Insentive atau bonus

Insentive diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan merangsang gairah kerja karyawan. Besarnya insentive ini dibagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian insentive untuk golongan operatif (golongan kepala seksi ke bawah) diberikan setiap bulan sedangkan untuk golongan di atasnya diberikan pada akhir tahun produksi dengan melihat besarnya keuntungan dan target yang dicapai.

e. Cuti

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

10.6 Jadwal dan Jam Kerja

Pabrik Gelatin direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam sehari. Sisa hari yang bukan libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan.

Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan yaitu:

1. Karyawan non shift

Karyawan non shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan harian adalah Direktur, Staff Ahli, Kepala Bagian, Kepala Seksi serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan non shift dalam satu minggu akan bekerja selama 6 hari dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

Jam Kerja :

- Hari Senin – Jumat : Jam 07.00 – 16.00
- Hari Sabtu : Jam 08.00 – 12.00

Jam Istirahat :

- Hari Senin – Kamis : Jam 12.00 – 13.00
- Hari Jumat : Jam 11.00 – 13.00

Hari Libur / Off day : Minggu dan Hari Besar sesuai ketetapan pemerintah.

2. Karyawan shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik dan bagian gudang

Para karyawan shift akan bekerja secara bergantian sehari semalam.

Karyawan shift dibagi dalam tiga shift dengan pengaturan sebagai berikut:

- Shift Pagi : Jam 08.00 – 15.00
- Shift Siang : Jam 15.00 – 23.00
- Shift Malam : Jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan shift ini, dibagi menjadi 4 regu dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya.

Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Shift

Shift / Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
2	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
3	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
4	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

Keterangan : P = Shift pagi M = Shift Malam

S = Shift siang L = Libur

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

10.7. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dalam struktur organisasi Pra Rencana Pabrik Gelatin (gambar 10.1) yaitu :

1. Direktur Utama : Sarjana Teknik Kimia atau min. Strata 2
2. Manager
 - a. Manager Produksi : Sarjana Teknik Kimia.
 - b. Manager Administrasi dan Keuangan : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA).
3. Penelitian & Pengembangan : Sarjana Kimia (MIPA)
4. Kepala Departemen
 - a. Departemen QC : Sarjana Kimia (MIPA)
 - b. Departemen Produksi : Sarjana Teknik Kimia
 - c. Departemen Teknik : Sarjana Teknik Mesin
 - d. Departemen Pemasaran : Sarjana Ekonomi
 - e. Departemen Keuangan dan Akuntansi : Sarjana Ekonomi
 - f. Departemen Sumber Daya Manusia : Sarjana Psikologi Industri
 - g. Departemen Umum : Sarjana Teknik Industri
5. Kepala Divisi
 - a. Divisi Produksi : Sarjana Teknik Kimia
 - b. Divisi Bahan Baku : Sarjana Teknik Kimia
 - c. Divisi Utilitas : Sarjana Teknik Mesin
 - d. Divisi Bengkel dan Perawatan : Sarjana Teknik Mesin
 - e. Divisi Jaminan Mutu : Sarjana Kimia (MIPA)
 - f. Divisi Pengendalian Proses : Sarjana Teknik Kimia
 - g. Divisi Kesehatan : Sarjana Kedokteran
 - h. Divisi Ketenagakerjaan : Sarjana Teknik Industri
 - i. Divisi Pembelian : Sarjana Ekonomi
 - j. Divisi Penjualan : Sarjana Ekonomi
 - k. Divisi Promosi dan Research Marketing : Diploma Public Relation
 - l. Divisi Keuangan : Sarjana Ekonomi
 - m. Divisi Akuntansi : Sarjana Ekonomi
 - n. Divisi Humas : Diploma Public Relation & Promotion
 - o. Divisi Personalialia : Sarjana Hukum dan Psikologi

- p. Divisi Administrasi : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
- q. Divisi Keamanan dan Keselamatan : Diploma / SMU / SMK
- r. Divisi Kebersihan : Diploma / SMU / SMK
- s. Divisi Transportasi : Sarjana / Diploma Teknik Mesin
- 6. Karyawan : Diploma / SMU / SMK

10.8 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Perhitungan jumlah tenaga kerja operasional dilakukan berdasarkan pada pembagian proses yang dilakukan. Pada Pra Rencana Pabrik Gelatin ini proses yang dilakukan terbagi ke dalam beberapa tahap, yaitu :

- a. Proses Utama
 - Penyimpanan bahan baku :
 - Gudang
 - Transportasi
 - Tahap Reaksi
 - Tahap Pemisahan dan pemurnian
 - Tahap Penanganan Produk :
 - Tahap Penyimpanan
- b. Proses Tambahan/Pembantu
 - Laboratorium
 - Utilitas :
 - Pengolahan air
 - Boiler
 - Pengolahan limbah
 - Bengkel
 - Pemeliharaan

Dilihat dari proses keseluruhan maka proses keseluruhan yang membutuhkan tenaga kerja operasional 4 tahapan proses. Dari Vilbrant & Dryen, Gambar 6.35 hal. 235,

diperoleh jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk kapasitas produksi 10.000 ton/tahun dan beroperasi 330 hari/tahun yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Karyawan Proses} &= 36 \text{ orang jam/hari.tahapan proses} \times \text{Tahapan proses} \\ &= 36 \text{ orang jam/hari.tahapan proses} \times 4 \text{ Tahapan proses} \\ &= 144 \text{ orang/hari} \end{aligned}$$

Karena setiap hari ada 3 shift dan 4 regu dimana karyawan shift bekerja selama 8 jam/hari, maka :

$$\begin{aligned} \text{Karyawan Proses} &= \frac{144}{8 \text{ jam} \times 3 \text{ shift}} = 6 \text{ orang/shift} \\ &= 6 \text{ orang/shift} \times 4 \text{ regu} \\ &= 24 \text{ orang} \end{aligned}$$

Jumlah karyawan staf = 96 orang

Jadi Jumlah karyawan total yang diperlukan pada pabrik Biodiesel ini adalah 120 orang.

10.9 Status Karyawan dan Sistem Pengupahan (Gaji)

Pabrik Gelatin ini mempunyai sistem pembagian gaji yang berbeda-beda kepada karyawan.

Hal ini berdasarkan pada kriteria sebagai berikut :

- Tingkat pendidikan
- Pengalaman kerja
- Tanggung jawab dan kedudukan.
- Keahlian
- Pengabdian pada perusahaan (lamanya bekerja).

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

1. Karyawan reguler

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 membawahinya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

Perincian kebutuhan tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 10.2

Tabel 10.2. Daftar Gaji / Upah Karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji/orang/bulan (Rp.)	Gaji total (Rp.)
Direktur Utama	1	12.000.000	12.000.000
Direktur Keuangan dan Umum	1	10.000.000	10.000.000
Direktur Produksi dan Teknik	1	10.000.000	10.000.000
Staff Litbang (R & D)	2	8.000.000	16.000.000
Kepala Departemen	7	6.000.000	42.000.000
Kepala Divisi	19	4.000.000	76.000.000
Karyawan Proses	24	2.500.000	60.000.000
Karyawan Personalia	2	1.500.000	3.000.000
Karyawan Administrasi	2	1.500.000	3.000.000
Karyawan Humas	3	1.500.000	4.500.000
Karyawan Keamanan	8	1.500.000	12.000.000
Dokter	1	1.300.000	1.300.000
Perawat	1	1.000.000	1.000.000
Karyawan Akuntansi	2	1.300.000	2.600.000
Karyawan Keuangan	2	1.300.000	2.600.000
Karyawan Penjualan	2	1.300.000	2.600.000
Karyawan Pembelian	2	1.300.000	2.600.000
Karyawan Bahan Baku	3	1.000.000	3.000.000
Karyawan Utilitas	5	1.000.000	5.000.000
Karyawan Kebersihan	8	1.000.000	8.000.000
Sopir	4	1.300.000	5.200.000

Sekretaris	1	1.300.000	1.300.000
Pemadam Kebakaran	7	1.300.000	9.100.000
Karyawan Bengkel dan Perawatan	3	1.300.000	3.900.000
Karyawan Jaminan Mutu	2	1.300.000	2.600.000
Karyawan Pengendalian Proses	3	1.300.000	3.900.000
Karyawan Ketenagakerjaan	2	1.300.000	2.600.000
Karyawan Promosi dan Research Marketing	2	1.300.000	2.600.000
T o t a l	120		308.400.000

BAB XI

ANALISA EKONOMI

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

1. *Internal rate of return* (IRR)
2. *Pay out Time* (POT)
3. *Break Evevt 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.

A. FAKTOR-FAKTOR PENENTU

1. Total Capital Investmen (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 (Modal Tetap)

adalah modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik dan fasilitas.

FCI dibagi menjadi :

a. Direct cost,

adalah modal yang langsung digunakan dalam proses, meliputi :

- Pembelian peralatan
- Instalasi dan pemasangan peralatan
- Instrumentasi dan kontrol
- Perpipaan
- Peralatan listrik
- Bangunan dan tanah
- Fasilitas pelayanan
- Pengembangan lahan

b. Indirect cost

adalah modal yang dikeluarkan secara tidak langsung dikeluarkan untuk keperluan proses, meliputi :

- Engineering dan supervisi
- Konstruksi
- Biaya kontraktor
- Biaya tak terduga (contigency)

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.
- Utilitas.

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

adalah biaya yang dikeluarkan secara tetap dan tidak tergantung pada kapasitas pabrik.

Yang termasuk biaya tetap antara lain :

- Bunga Bank
- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak

b. Biaya semi variabel (SVC)

adalah biaya yang bervariasi tetapi tidak berbanding lurus dengan kapasitas pabrik, antara lain :

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

c. Biaya variabel (VC)

Adalah segala biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi atau biaya yang tergantung dengan kapasitas pabrik.

Biaya variabel terdiri dari:

- Biaya bahan baku
- Biaya utilitas
- Biaya pengepakan

B. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

Pabrik Gelatin didirikan dengan kapasitas 10.000 ton/tahun. Secara garis besar perhitungan analisa ekonomi adalah sebagai berikut:

1. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

- a. Biaya langsung (DC) = Rp. 42.222.502.121,-
- b. Biaya tak langsung (IC) = Rp. 5.066.700.255,-
- c. Fixed Capital Investment (FCI) = Rp. 47.289.202.376,-
- d. Modal Kerja (WC) = Rp. 4.728.920.238,-

Sehingga TCI = Rp. 52.018.122.613,-

2. Penentuan Total Production Cost (TPC)

- a. Biaya produksi langsung (DPC) = Rp. 162.305.485.849,-
- b. Biaya tetap (Fixed Cost) = Rp. 9.930.732.499,-
- c. Biaya Overhead = Rp. 2,251.292.024,-
- d. Biaya umum (General expenses) = Rp. 147.778.757,-

3. Laba Perusahaan

- a. Total penjualan = Rp. 200.000.005 920,-
- b. Pajak penghasilan = Rp. 5.662.862.817,-
- c. Laba kotor = Rp. 16.179.608.048,-
- d. Laba bersih = 10.516.745.231,-
- e. Cash Flow (CA) = Rp. 15.245.665.468,-

4. Analisa Profitabilitas

- a. Pay Out Time (POT) = 3,102 tahun
- b. Rate On Investmemnt (ROI)

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

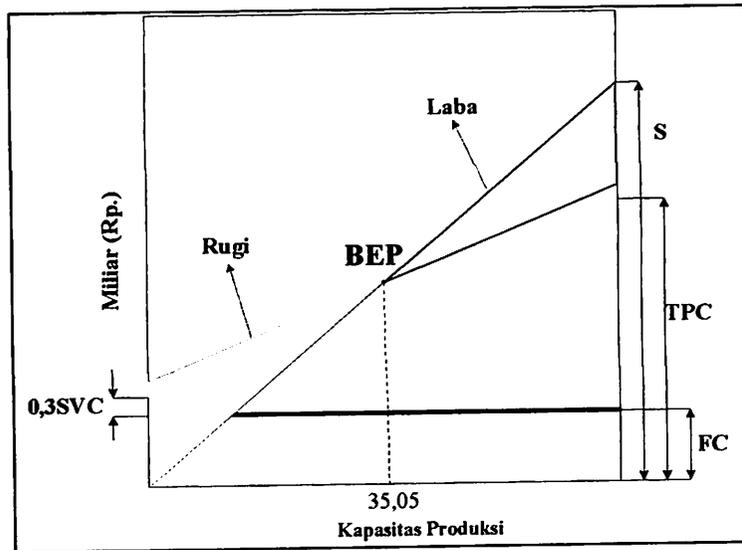
- ROI sebelum pajak = 34,21%
- ROI setelah pajak = 22,24%

- c. Break Event Point (BEP)

Adalah titik jika kapasitas pabrik berada pada titik tersebut maka pabrik dapat dinyatakan menguntungkan dan tidak merugikan.

Nilai BEP = 35,05%

Kurva BEP :



d. Internal Rate Of Return

$$IRR = 26,23\%$$

Karean IRR lebih besar dari bunga bank 15% maka pabrik Gelatin layak didirikan.

BAB XII

KESIMPULAN

12.1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan Pra Rencana Pabrik Gelatin dapat disimpulkan bahwa rencana pendirian pabrik ini cukup menguntungkan dengan memperhitungkan beberapa aspek antara lain :

a. Aspek Lokasi

Pabrik ini didirikan di Kecamatan Gempol-pasuruan, Propinsi Jawa Timur. Pabrik ini diperkirakan cukup menguntungkan mengingat :

- Daerah ini merupakan dekat dengan bahan baku.
- Tersedianya air kawasan yang cukup sehingga memudahkan pengadaan utilitas.
- Penyediaan sumber tenaga listrik yang cukup.

b. Aspek Sosial

Pendirian Pabrik Gelatin ini bila ditinjau dari aspek sosial dinilai menguntungkan karena :

- Dapat menciptakan lapangan kerja baru.
- Memberikan kesempatan kepada penduduk untuk mendapatkan penghasilan yang lebih baik dari sebelumnya.

c. Aspek Ekonomi

- Di Indonesia kebutuhan akan Gelatin semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan industri makanan, dan
- Dapat mengurangi kebutuhan impor Gelatin yang selama ini masih berasal dari luar negeri.

Ditinjau dari hal diatas maka pendirian Pabrik Gelatin di Indonesia sangat penting karena dapat membantu program pemerintah dalam rangka meningkatkan industrialisasi dan juga dapat menambah pendapatan/devisa Negara. Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Gelatin ini dan dinilai tidak menguntungkan dengan berdasarkan data-data analisa ekonomi.

d. **Aspek Pemasaran**

Produksi Gelatin dalam perencanaan pabrik ini diharapkan dapat memperoleh pemasaran yang baik, ini dikarenakan kebutuhan berada didaerah industri.