PRA RENCANA PABRIK

SABUN PADAT DARI REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM STEARIN (RBDPS) DENGAN PROSES NETRALISASI ASAM LEMAK KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR HYDROLYZER

SKRIPSI

Disusun Oleh :

AHMAD KHUZAINI 1014933

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2015

Disusun Oleh :
AHMAD KHUZAINI 1014033

SKRIPSI

REAKTOR HYDROGENER PERANCANGAN ALAT UTAMA

UNTUK KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN STEARIN (RBDPS) DENGAN PROSES NETRALISASI ASAM SABUN PADAT DARI REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM

PRA RENCANA PABRIK

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

SABUN PADAT DARI REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM STEARIN (RBDPS) DENGAN PROSES NETRALISASI ASAM LEMAK KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR HYDROLYZER

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Menempuh Wisuda
Sarjana Pada Jenjang Strata Satu (S-1)
Di Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

AHMAD KHUZAINI 1014933

Malang, 23 Februari 2012

Menyetujui,
Dosen Pembimbing/I

Ir. Hj. Harimbi Setyawati, MT
NIP. 19630307 199203 2 002

Menyetujui,
Dosen Pembimbing II

Elvianto Dwi Daryono, ST, MT
NIP. Y 1030000351

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Jimmy, ST, MT
NIP. Y. 1039900330

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama	:	AHMAD KHUZAINI
NIM	:	1014933
Jurusan/Program Studi	:	TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi	:	PRA RENCANA PABRIK SABUN PADAT DARI REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM STEARIN (RBDPS) DENGAN PROSES NETRALISASI ASAM LEMAK

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

Hari	:	Sabtu
Tanggal	:	18 Februari 2012
Nilai	:	B +

Ketua,

Jimmy, ST, MT
NIP. Y. 1039900330

Sekretaris,

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

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,

Prof. Dr. Ir. Tri Poespowati, MT
NIP. 195808021991032001

Penguji Kedua,

Faidliyah Nilna Minah, ST, MT
NIP. P. 1030400392

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: AHMAD KHUZAINI
NIM	: 1014933
Jurusan/Program Studi	: Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

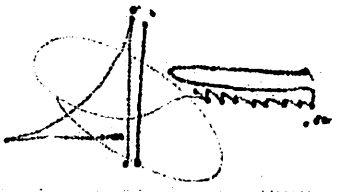
PRA RENCANA PABRIK
SABUN PADAT DARI REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM STEARIN (RBDPS) DENGAN PROSES NETRALISASI ASAM LEMAK
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN
PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR HYDROLYZER

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

Malang, Februari 2012

Yang membuat pernyataan,

AHMAD KHUZAINI



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah S.W.T., yang telah memberikan rahmat dan hidayah kepada kami sehingga kami dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "Prarencana Pabrik Sabun Padat dari Refined Bleached Deodorized Palm Stearin (RBDPS) dengan Proses Netralisasi Asam Lemak Kapasitas 50.000 ton/tahun" tepat pada waktunya.

Juga kami ucapkan rasa terimakasih kepada para Dosen yang telah membimbing dan mengampuh kami dalam kuliah serta semua pihak yang telah berjasa baik langsung maupun tidak langsung.

1. Bapak Jimmy, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang
2. Ibu Ir. Hj. Harimbi Setyawati, MT selaku Dosen Pembimbing kami
3. Bapak Elvianto Dwi Daryono, ST, MT selaku Dosen Pembimbing kami
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Tri Poespowati, MT selaku Dosen Penguji kami
5. Ibu Faidliyah Nilna M, ST, MT selaku Dosen Penguji kami.
6. Bapak Mohammad Istnaeny Hudha, ST, MT selaku Sekretaris Jurusan
7. Rekan-rekan Teknik Kimia ITN Malang yang telah membantu dalam penyusunan skripsi kami.

Akhirnya penyusun berharap semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Malang, Februari 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

ABSTRAKSI

Sabun adalah garam alkali dari asam lemak dan dihasilkan menurut reaksi asam basa. Jumlah sabun yang dihasilkan belum mencukupi kebutuhan dalam negeri sehingga untuk memenuhinya Indonesia harus mengimpor dari luar negeri. Berdasarkan kenyataan tersebut, maka pendirian pabrik sabun ini diharapkan mampu memenuhi akan kebutuhan sabun di Indonesia sehingga akan mengurangi jumlah impor sabun.

Proses yang digunakan dalam pembuatan sabun ini yaitu hidrolisis RBDPS diikuti netralisasi asam lemak yang terbentuk menggunakan sodium hidroksida. Hidrolisis RBDPS dilakukan pada suhu 252°C dan tekanan 41 atm di dalam *Continuous flow column.* Netralisasi dilakukan pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm di dalam tangki berpengaduk. Sabun terbentuk dikeringkan dengan *vacuum spray chamber*, selanjutnya ditambahkan aditif di dalam *amalgamator* dan dicetak dengan mesin pencetak.

Pabrik ini direncanakan didirikan di kalimantan Timur dengan kapasitas 50.000 ton/tahun. Utilitas yang digunakan meliputi air, steam, nitrogen cair, listrik dan bahan bakar. Bentuk perusahaan ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi berbentuk garis dan staff. Berdasarkan perhitungan analisa ekonomi didapatkan TCI = $ 33.242.851; TPC=$ 99.443.765; ROI = 19%; POT = 4,2Tahun; BEP = 51,6; IRR=22,19 % > 15 % bunga bank. Menurut analisa ekonomi tersebut dapat disimpukan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

Katakunci : sabun, RBDPS, netralisasi, asam lemak

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sabun adalah garam alkali dari asam lemak dan dihasilkan menurut reaksi asam basa. Basa alkali yang umum digunakan untuk membuat sabun adalah natrium (NaOH), dan ammonium (NH_4OH) sehingga rumus molekul sabun selalu dinyatakan sebagai RCOONa atau RCOOK atau $RCOONH_4$. Sabun natrium (RCOONa) disebut sabun keras dan umumnya digunakan sebagai sabun cuci dalam indusrti logam. Sedangkan sabun kalium (RCOOK) disebut sebagai sabun lunak dan umumnya digunakan untuk sabun mandi [Wikipedia Indonesia, 2011].

Saat ini, telah ditemukan berbagai macam jenis bahan baku sabun antara lain dari daun – daun, akar, kacang-kacangan atau biji – bijian yang bisa digunakan untuk membentuk sabun yang mudah larut dan membawa kotoran dari pakaian. Yaitu dengan memakai dasar material yang disebut sebagi saponin yang mengandung pentasiklis triterpena asam karboksilat, seperti asam olenoat atau asam ursolat, zat kimia berkombinasi. Saponin lebih dikenal sebagai sabun.

Kebutuhan akan sabun di Indonesia terus meningkat, walaupun banyak pabrik yang memproduksinya, di antaranya PT. Unilever Indonesia Tbk, PT. Total Chemindo Loka, PT. Wings Indonesia, PT. Naga Corigo Kencana, tetapi jumlah sabun yang dihasilkan oleh pabrik – pabrik tersebut belum bisa mencukupi kebutuhan di dalam negeri, sehingga untuk memenuhinya Indonesia harus mengimpor dari Singapura, India, Korea, Jepang, Amerika, Jerman, dan Bulgaria.

Berdasarkan kenyataan tersebut, maka pendirian pabrik sabun ini diharapkan mampu memenuhi akan kebutuhan sabun di Indonesia sehingga akan mengurangi jumlah impor sabun.

1.2. Sejarah Sabun di Indonesia

Sabun adalah salah satu senyawa kimia paling tua yang pernah ditemukan. Pada tahun 2500 sebelum Masehi, masyarakat Sumeria telah menemukan sabun kalium yang digunakan untuk mencuci wol. Sabun ini dibuat dari minyak dan abu tumbuhan yang kaya akan kalium karbonat. Informasi tentang sabun juga ditulis dalam literatur–literatur bangsa Mesir yang berhubungan dengan kedokteran [Unilever, 2009].

Nama Sapo atau soap atau sabun menurut legenda Romawi kuno (2800 SM) berasal dari Gunung Sapo, dimana binatang dikorbankan untuk acara keagamaan. Lemak yang berasal dari binatang tersebut (kambing) dicampur dengan abu kayu untuk menghasilkan sabun atau sapo, pada masa itu. Ketika hujan, sisa lemak dan abu kayu tersebut mengalir ke sungai Tiber yang berada di bawah gunung Sapo. Ketika masyarakat mencuci pakaian di sungai Tiber, mereka mendapati air tersebut berbusa dan pakaian mereka lebih bersih. Sejak saat itulah asal-usul sabun dimulai. Cara pembuatan sabun memakai abu kayu dapat dijelaskan sebagai berikut, masyarakat memanaskan batu kapur untuk menghasilkan kapur. Kapur yang dibasahkan ditaburkan ke atas abu kayu yang masih panas kemudian diaduk sampai rata. Selanjutnya, dengan sebuah sekop, masyarakat menyedok bubur kelabu yang dihasilkan ke dalam sebuah bejana berisi air panas dan mendidihkannya dengan tambahan beberapa potong lemak domba selama beberapa jam. Ketika lapisan buih berwarna cokelat kotor yang tebal terbentuk di permukaannya, dan menjadi keras setelah dingin, mereka memotong-motong lapisan keras tadi, dan potongan tersebut dinamakan sabun. Sabun atau yang disebut '*soap*' dalam bahasa Inggris berasal dari bahasa latin *sapo* yang pertama kali digunakan oleh Plinny pada tahun 77 Masehi. Plinny membuat sabun dari campuran *tallow* (lemak binatang) dengan abu dari kayu *beech* yang dapat digunakan sebagai pewarna rambut. Pada awalnya, sabun tidak digunakan sebagai pembersih tubuh tetapi digunakan sebagai pembersih pakaian karena perkembangan budaya saat itu [Unilever, 2009].

Sabun adalah surfaktan yang digunakan dengan air, untuk banyak sabun merupakan campuran garam natrium atau kalium dari asam lemak yang dapat diturunkan dari minyak atau lemak dengan direaksikan dengan alkali (seperti natrium atau kalium hidroksida) pada suhu 80–100 °C melalui suatu proses yang dikenal dengan saponifikasi. Lemak akan terhidrolisis oleh basa, menghasilkan gliserol dan sabun mentah. Secara tradisional, alkali yang digunakan adalah kalium yang dihasilkan dari pembakaran tumbuhan, atau dari arang kayu. Sabun dapat dibuat pula dari minyak tumbuhan, seperti minyak zaitun [Sabun-Wikipedia.com, 2009].

Seni pembuatan sabun mulai berkembang dengan pesat selama abad pertengahan di Perancis, Italia dan Inggris. Sabun transparan dengan nama "*Pears transparant soap*" dikenal di Inggris pada tahun 1789. Sabun mengalami kemajuan yang sangat pesat

khususnya di Marseilles pada abad ke-18. Sabun pertama kali dipatenkan pada tahun 1791 (abad ke-17) oleh seorang kimiawan dari Prancis yang bernama Nicholas Leblanc. Dimana pada saat itu Leblanc membuat sabun dari soda abu (natrium karbonat) dari garam. Sabun menjadi barang yang murah sejak berkembangnya proses Le Blanc pada abad ke-17 untuk pembuatan alkali yang merupakan bahan baku pembuatan sabun.

1.3. Kegunaan Sabun

Kegunaan sabun antara lain :

1. Sabun alkali digunakan sebagai sabun mandi dan untuk mencuci pakaian.
2. Industri tekstil menggunakan sejumlah sabun dalam pembuatan kain katun, kain wol, dan kain sutera untuk menghilangkan kotoran – kotoran dan membuat tekstur kain tersebut lebih halus.
3. Sabun memegang peranan penting dalam proses emulsi - polimerisasi yang digunakan dalam industri karet dan industri plastik.
4. Sabun berperan sebagai emulsi antara monomer terdispersi dan fasa larutan selama polimerisasi dalam produksi SBR (*Stirena-butadinea rubber*).
5. Sabun secara luas digunakan dalam industri kosmetik untuk mengemulsi sejumlah pembersih dan kondisioner. Sabun ini terbuat dari minyak nabati, asam–asam lemak, lilin, dan minyak mineral. Produk sabun ini berbentuk cairan, pasta, atau gel.
6. Sabun natrium dan sabun litium digunakan untuk mengentalkan minyak mineral.
7. Sabun merupakan salah satu komponen insektisida dan fungisida dalam pertanian.

1.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

A. Bahan Baku

1. *Refined Bleached Deodorized Palm Stearin* (RBDPS)

♦ Sifat-sifat fisika, [Perry, 1997].

Berat Molekul	: 312 gr/mol
Titik leleh	: 67 °C
Titik didih	: 291 °C
Bentuk	: padatan
Warna	: putih kekuningan

- Sifat kimia, [Othmer, 1993].

  Dengan alkohol membentuk asam lemak menurut reaksi esterifikasi biasa,

  $RCOOH + C_nH_{2n+1}OH \rightarrow 3RCO_2H$

2. Sodium Hidroksida

- Sifat-sifat fisika, [Perry, 1997].

Berat molekul	: 40 gr/mol
Titik leleh	: 318 °C
Titik didih	: 1390 °C
Densitas	: 2,130 gr/cm^3

- Sifat kimia, [Othmer, 1993].

  Bereaksi dengan trigliserida membentuk sabun dan gliserol.

  $RCOOH + 3NaOH \rightarrow 3RCOONa + gliserin$

B. Bahan Pembantu

1. Air

- Sifat-sifat fisika, [Perry, 1997].

Rumus molekul	: H – O – H
Berat molekul	: 18,0153 gr/mol
Titik beku	: 0 °C
Titik didih	: 100 °C
Densitas	: 998,68 kg/m^3
Temperatur Kritis	: 374,15 °C
Panas Jenis	: 4184 J/(kg.K) (cairan pada 20 °C)

  Tidak berbau, berasa dan tidak berwarna

- Sifat kimia, [Othmer, 1993].

  Bereaksi dengan trigliserida menghasilkan asam lemak dan gliserol.

  $C_3H_5(O_2CR)_3 + 3H_2O \rightarrow 3RCO_2H + C_3H_5(OH)_3$

2. Gliserin

- Sifat-sifat fisika, [Perry, 1997].

Berat molekul	: 92 gr/mol
Titik lebur	: 17,9 °C
Titik didih	: 290 °C
Densitas	: 1,26 gr/cm^3

- Sifat-sifat kimia, [Othmer, 1993].

  Bersifat higroskopis sehingga digunakan sebagai pelembab.

3. **Surfaktan**

   Surfaktan yang digunakan adalah *Etilen Diamin Tetra Asetat* (EDTA).

- Sifat-sifat fisika EDTA, [Perry, 1997].

  Berat molekul : 118 gr/mol

  Titik lebur : 11 °C

  Titik didih : 117 °C

  Densitas : 0,919 gr/cm^3

  Zat cair bening pada suhu kamar

- Sifat-sifat kimia EDTA, [Othmer, 1993].

  Larut dalam air.

  Berbasis sebagai antioksidan, mencegah oksidasi berkataliskan ion logam.

4. **Pewangi**

   Pewangi yang ditambahkan pada produk dengan tujuan untuk menutupi bau yang tidak enak dari bahan lain dan untuk memberikan aroma wangi. Jumlah yang ditambahkan sesuai dengan kebutuhan, namun biasanya pemberian aroma wangi berkisar antara 0,5-5% dari bahan keseluruhan. Pewangi yang direncanakan adalah *Essential Oils.*

C. **Produk**

- Sifat-sifat fisika

Penampilan	: Padat
Pelarutnya	: NaOH
Warna larutan terhadap pelarut	: Putih
Titik leleh	: 65,55 – 82,22 °C
Rumus molekul	: $RCOO^- Na^+$
Rumus Kimia	: $CH_3(CH_2)_{16}COONa$
Panas Jenis	: 0,56 Kal/g
Densitas	: 0,96 g/ml – 0,99 g/ml

- Sifat – sifat kimia, [http://yissaprayogo.wordpress.com/2010/05/07/ bahan-bahan dalam pembuatan sabun].

a. Hidrolisis

Sabun bersifat basa. Reaksi hidrolisis antara sabun dan air akan menghasilkan air yang bersifat basa, menurut reaksi:

$CH_3(CH_2)_{16}COONa + H_2O \rightarrow CH_3(CH_2)_{16}COOH + NaOH$

b. Buih

Jika larutan sabun dalam air diaduk maka akan menghasilkan buih. Dalam hal ini, sabun dapat menghasilkan buih setelah garam-garam Mg atau Ca dalam air mengendap.

$CH_3(CH_2)_{16}COONa + CaSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + Ca(CH_3(CH_2)_{16}COO)_2$

c. Sabun mempunyai sifat membersihkan.

Sifat ini disebabkan proses kimia koloid, sabun (garam natrium dari asam lemak) digunakan untuk mencuci kotoran yang bersifat polar maupun non polar, karena sabun mempunyai gugus polar dan non polar. Molekul sabun mempunyai rantai hydrogen $CH_3(CH_2)_{16}$ yang bertindak sebagai ekor yang bersifat hidrofobik (tidak suka air) dan larut dalam zat organik sedangkan $COONa^+$ sebagai kepala yang bersifat hidrofilik (suka air) dan larut dalam air.

1.5. Perkiraan Kapasitas Produksi

Dalam pendirian suatu pabrik, diperlukan perkiraan kapasitas produksi yang bertujuan agar produk yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan. Untuk memenuhi kebutuhan akan sabun dan untuk meningkatkan devisa negara, maka ditentukan perhitungan kapasitas produksi.

Tabel 1.5.1 Data kebutuhan sabun dalam negeri dan ekspor tahun 2006 – 2010

Tahun	Import (kg)	Pertumbuhan (%)
2006	1423	-
2007	1390	-2,319
2008	2084	49,928
2009	2910	39,635
2010	1872	-35,670
Jumlah	**9679**	**51,574**
Rata-rata	**1935,8**	**10,3148**

Sumber: Manajemen dan Usahawan, (2010)

Kebutuhan sabun pada tahun 2014 dapat diperkirakaan dengan menggunakan persamaan :

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

Dimana:

M = Jumlah kebutuhan tahun 2014 (kg/tahun)

P = Jumlah kebutuhan 2010 (kg/tahun)

i = Persentase kenaikan rata – rata per tahun (10,3148%)

n = Selisih waktu perkiraan (2014 – 2010 = 4 tahun)

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

$$M = P\,(1 + i)^n$$
$$= 1872\,(1 + 10{,}3148)^4$$
$$= 30.682.685{,}71 \text{ kg/tahun}$$

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

Kapasitas pabrik baru = import + eksport

= 30.682.685,71 + (0,4 x 30.682.685,71)

= 42.955,75999 ton/tahun

Dari hasil perhitungan tersebut, maka rencana pendirian Pabrik Sabun pada tahun 2014 sebesar 50.000 ton /tahun.

BAB II

SELEKSI PROSES DAN URAIAN PROSES

2.1. Seleksi Proses

Berdasarkan bahan baku yang digunakan untuk pembuatan sabun maka sampai saat ini telah dikenal tiga macam proses pembuatan sabun, yaitu :

1. proses saponifikasi
2. trigeliserida netralisasi asam lemak
3. proses saponifikasi metil ester asam lemak.

Perbedaan antara kategori proses ini terutama disebabkan oleh senyawa impurities yang ikut dihasilkan pada proses pembuatan sabun. Senyawa impuritis ini harus dihilangkan untuk memperoleh sabun yang sesuai dengan standar mutu yang diinginkan. Karena perbedaan sifat dari masing-masing proses, maka unit operasi yang terlibat dalam pemurnian ini pun berbeda pula.

2.1.1. Proses saponifikasi trigliserida

Proses ini merupakan proses yang paling tua diantara proses-proses yang ada, karena bahan baku untuk proses ini sangat mudah diperoleh. Dahulu digunakan minyak hewani dan sekarang telah digunakan pula minyak nabati. Pada saat ini telah digunakan proses trigliserida sistim kontinyu sebagai pengganti proses trigliserida sistim *batch*. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah:

$$\begin{array}{l} RCO-OCH_2 \\ RCO-OCH \\ RCO-OCH_2 \end{array} + 3NaOH \rightarrow 3RCOONa + \begin{array}{l} CH_2-OH \\ CH-OH \\ CH_2-OH \end{array}$$

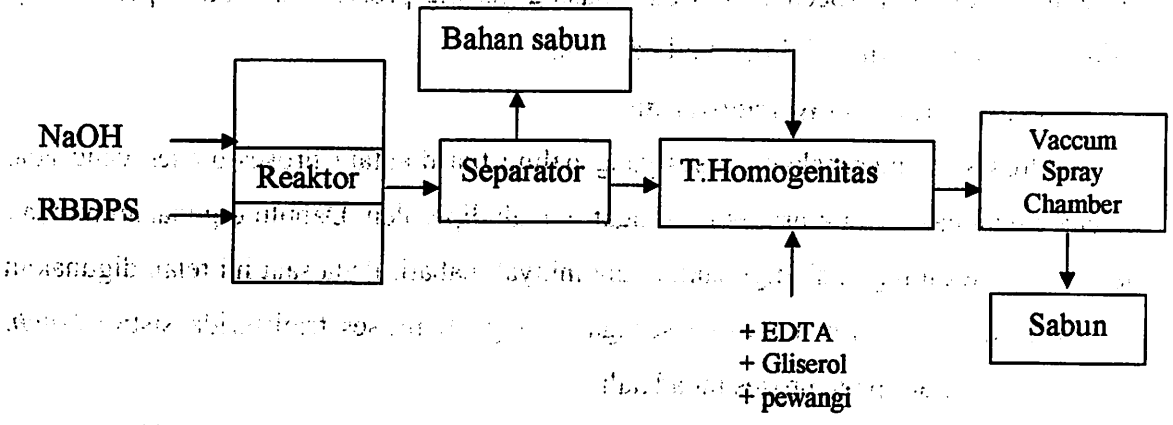
Trigliserida *Sodium Hodroksida* *Sabun* *Gliserol*

Tahap pertama dari proses saponifikasi trigliserida ini adalah mereaksikan trigliserida dengan basa alkali (NaOH, KOH atau NH_4OH) untuk membentuk sabun dan gliserol, serta impuritas. Lebih dari 99,5% lemak/minyak berhasil disaponifikasikan pada proses ini. Kemudian hasil reaksi dipompakan ke unit pemisah statis (*separator*) yang bekerja dengan prinsip perbedaan densitas. Pada unit ini akan dibentuk dua lapisan, yaitu lapisan sabun pada bagian atas dan lapisan *recycle* pada bagian bawah. *Recycle* terdiri dari gliserin, sisa alkali, sodium klorida, *impuritas* dan air yang secara

keseluruhan membentuk lapisan yang lebih berat dari sabun sehingga berada pada lapisan bagian bawah di dalam pemisah statis.

Proses selanjutnya adalah penambahan aditif dan pengeringan sabun dalam unit pengering (*dryer*). Zat aditif yang ditambahkan adalah gliserol yang berfungsi sebagai pelembut dan pelembab pada kulit. EDTA yang berfungsi sebagai surfaktan yang dapat mengangkat kotoran pada kulit. Dan gliserin (*Additive*) yang berfungsi sebagai pelembab (*Moisturizer*) pada sabun. Zat tambahan ini dicampurkan pada tangki pencampur yang dilengkapi oleh jaket pemanas untuk menjaga sabun tetap cair (suhu tetap). Jumlah aditif yang ditambahkan sesuai dengan spesifikasi mutu yang diinginkan.

Tahap berikutnya adalah proses pengeringan sabun, kandungan air dalam sabun biasanya diturunkan dari 30 – 35 % ke 8 – 18 %, [Riegel, 1985]. Unit pengeringan sabun ini biasanya berupa unit *vaccum spray chamber*.



Gambar: 2.1.1.1 Diagram alir proses pembuatan sabun dari RBDPS dengan proses saponifikasi

2.1.2. Proses netralisasi asam lemak

Proses netralisasi asam lemak dimulai dari memecah *palm stearin* dengan proses hidrolisis di *Hydrolyzer*. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut [Simmons, 2007]:

$$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3 + 3\,H_2O \longrightarrow 3C_{16}H_{31}O_2H + C_3H_5(OH)_3$$

Tripalmitin Air Asam palmitat Gliserol

$$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3 + 3\,H_2O \longrightarrow 3C_{18}H_{33}O_2H + C_3H_5(OH)_3$$

Triolein Air Asam oleat Gliserol

Suhu reaksi pada proses ini berkisar antara 80 – 95 °C [Othmer, 1993], dan tekanan operasi 1 atm. Reaksi netralisasi berlangsung dalam Reaktor-*Neutralizer*.

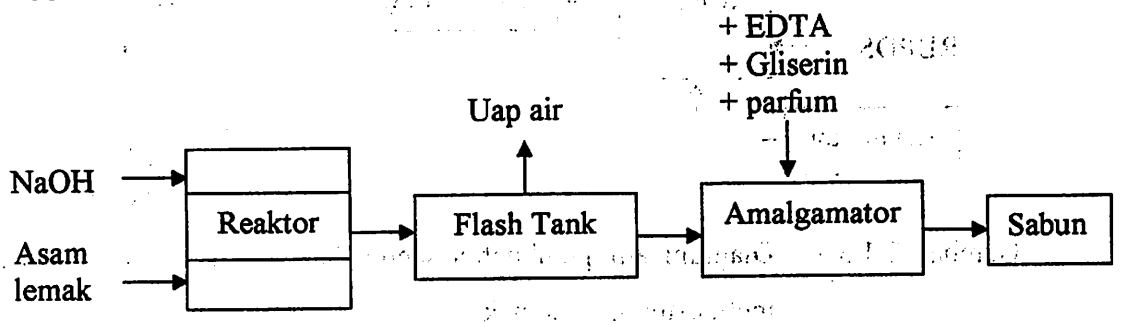
Konversi *palm stearin* menjadi asam lemak diperoleh dengan cara ini mencapai 99 % [Kent, 2007].

Setelah reaksi hidrolisis tuntas, selanjutnya dilakukan proses netralisasi. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut [Kent, 2007] :

$3C_{16}H_{31}O_2H$	+	NaOH	→	$NaOOC_{16}H_{31}$	+	H_2O
Asam Palmitat		Na hidroksida		Na palmitat		Air
$3C_{18}H_{33}O_2H$	+	NaOH	→	$NaOOC_{18}H_{33}$	+	H_2O
Asam Oleat		Na hidroksida		Na oleat		Air

Reaksi berlangsung sangat cepat, dengan konversi reaksi asam lemak diperoleh dengan cara ini dapat mencapai lebih dari 99,9 % [Shahidi, 2005]. Sabun keluar Reaktor-*Neutralizer* mengandung 30-35% air selanjutnya diumpankan ke dalam *Spray Vacuum Chamber* [Kent, 2007].

Proses netralisasi ini pertama kali dikembangkan oleh Mazzoni. Proses ini telah dikembangkan dengan menggunakan Na_2CO_3 bersama-sama dengan NaOH dan prosesnya disebut dengan nama Mazzoni CC. sedangkan proses yang hanya menggunakan NaOH dikenal dengan nama Mazzoni LB.



Gambar 2.1.2.1. Diagram alir proses pembuatan Sabun dari RBDPS dengan proses netralisasi asam lemak

2.1.3. Proses saponifikasi metil ester asam lemak

Metil ester asam lemak dihasilkan dari reaksi inter-esterifikasi trigliserida dengan methanol melalui bantuan katalis tertentu. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$\begin{array}{l} RCO-OCH_2 \\ RCO-OCH \\ RCO-OCH_2 \end{array} + 3CH_3OH \longrightarrow 3RCOOCH_3 + \begin{array}{l} CH_2-OH \\ CH-OH \\ CH_2-OH \end{array}$$

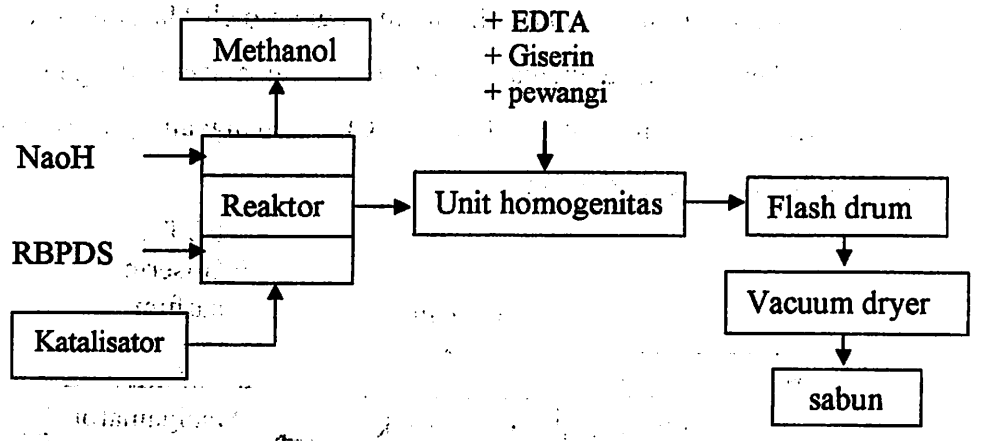
Trigliserida *Metil ester* *Gliserol*

Reaksi saponifikasi metil ester asam lemak dengan basa NaOH menghasilkan sabun dan methanol. Reaksi ini berlangsung dalam reaktor air tubular pada suhu 120 °C tekanan 1 atm dengan konversi reaksi yang cukup tinggi. Methanol yang terdapat dalam campuran reaksi dipisahkan menggunakan *Flash Drum*, dan kemudian campuran sabun ini dimasukkan kembali ke reaktor alir tubular kedua untuk menyempurnakan reaksi penyabunan. Sabun yang dihasilkan kemudian dikeringkan dengan pengering vakum.

Proses ini hampir sama dengan proses saponifikasi asam lemak, perbedaanya terletak pada produk samping yang dihasilkan, yaitu air pada proses netralisasi asam lemak dan methanol pada proses metil ester asam lemak. Reaksi penyabunan metil ester asam lemak adalah sebagai berikut:

$$RCOOCH_3 + NaOH \longrightarrow RCOONa + CH_3OH$$

Metil ester *Sabun* *Metanol*



Gambar: 2.1.3.1. Diagram alir pembuatan sabun dari RBDPS dengan proses metil ester asam lemak

2.2. Pemilihan Proses

Untuk memilih proses yang tepat dalam mendirikan suatu pabrik dapat dilakukan dengan membandingkan suatu proses yang lain. Untuk itu perbandingannya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2.1 Perbandingan proses antara saponifikasi, netralisasi asam lemak dan metil ester asam lemak

Parameter	Saponifikasi	Netralisasi asam lemak	Metil ester lemak
a. Aspek bahan baku	RBDPS	RBDPS	RBDPS
b. Aspek teknis:			

1. Kondisi proses			
- konversi	>99,5 %	>99,9 %	>98 %
- katalis	NaCl	NaCl	Ada
- proses	Ada proses pendahuluan fat splitting	Ada proses pendahuluan fat splitting	Membutuhkan lebih dari 1 reaktor
2. Kondisi operasi:			
- waktu tinggal	1,8 jam	15 menit	-
- tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
- temperatur	80-95 °C	90 °C	120 °C
c. Aspek ekonomis	Mahal	Murah	Mahal
d. Aspek produk:			
- hasil utama	Sabun	Sabun	Sabun
- hasil samping	Gliserol	Gliserol	Methanol

Pada semua proses pembuatan sabun umumnya variabel-variabel proses utama yang cukup menentukan pemilihan proses yang akan digunakan. Pemilihan proses didasarkan pada pertimbangan kerumitan proses dan keuntungan. Dalam rencana ini dipilih proses netralisasi asam lemak dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Adanya proses pendahuluan yaitu fat splitting seperti pada proses saponifikasi, sehingga cara ini sudah umum dilakukan.
2. Produk samping berupa gliserol. Hal ini memungkinkan untuk mendapatkan nilai tambah apabila gliserol yang dihasilkan dapat dijual.
3. Proses lebih mudah dibanding dengan proses saponifikasi dan metil ester yang cenderung lebih rumit.

2.3. Uraian Proses

Proses diuraikan menjadi tiga tahap yaitu:

1. Tahap reaksi hidrolisis (fat splitting)
2. Tahap reaksi netralisasi asam lemak
3. Tahap pengeringan dan *finishing* sabun.

2.3.1. Tahap reaksi hidrolisis

Umpan *Refined Bleached Deodorized Palm Stearin* (RBDPS) berupa padatan putih [www.alibaba.com] dengan komposisi $C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$ 70% dan $C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$ 30% dari gudang (F-111) [Gunstone, 2002] dikirim menggunakan *screw conveyor* (J-112) untuk dilelehkan di dalam *Melter* (M-113) pada suhu 67 °C. Lalu hasil lelehan RBDPS dipompa (L-114 A) sampai tekanan 41 atm dan dipanaskan dalam *Heater* (E-115 A) sampai suhu 210 °C. Umpan H_2O dipompa (L-114 B) sampai tekanan 41 atm dan dipanaskan dalam Heater (E-115 B) sampai 210 °C. RBDPS cair diumpankan ke bagian bawah *Hydrolyzer* (R-110) sedangkan H_2O diumpankan ke bagian atas *Hydrolyzer* (R-110) [Ali, 2005]. Di dalam *Hydrolyzer* (R-110) terjadi proses hidrolisis *palm stearin* secara *counter current*. Reaksi yang terjadi [Simmons, 2007] :

$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	+ $3\ H_2O$	$\longrightarrow$	$3C_{16}H_{31}O_2H$	+	$C_3H_5(OH)_3$
Tripalmitin	Air		Asam palmitat		Gliserol
$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	+ $3\ H_2O$	$\longrightarrow$	$3C_{18}H_{33}O_2H$	+	$C_3H_5(OH)_3$
Triolein	Air		Asam oleat		Gliserol

Konversi *palm stearin* menjadi asam lemak sebesar 99% [Kent, 2007]. Larutan gliserol dalam H_2O keluar sebagai hasil bawah *Hydrolyzer* (R-110), selanjutnya diturunkan tekanannya menjadi 1 atm menggunakan *ekspansion valve* (K-126 C) dan dipekatkan kadar gliserolnya menjadi 80% [Shahidi, 2005] menggunakan Evaporator (V-132) [Ali, 2005]. Asam lemak terbentuk, sisa minyak, dan sedikit H_2O keluar sebagai hasil atas *Hydrolyzer* (R-110), selanjutnya diturunkan tekanannya menjadi 7 atm menggunakan *ekpansion valve* (K-126 A). Uap air yang terbentuk karena penurunan tekanan dipisahkan di dalam *Flash Tank* (D-127) [Ali, 2005].

2.3.2. Tahapan reaksi netralisasi asam lemak

Asam lemak dari *Flash Tank* (D-127) dialirkan ke Reaktor-*Neutralizer* (R-120) bersama-sama dengan NaCl (F-121) dan NaOH (F-125) 50% [Ali, 2005]. Reaksi netralisasi dijalankan pada suhu 90°C. Sebanyak 1 % sodium klorida ditambahkan dalam larutan guna mengurangi viskositas hasil reaksi sehingga memudahkan transportasi hasil reaksi melalui pompa (L-124 A) [Shahidi, 2005]. Reaksi yang terjadi [Kent, 2007] :

$3C_{16}H_{31}O_2H$	+	NaOH	$\longrightarrow$	$NaOOC_{16}H_{31}$	+	H_2O
Asam Palmitat		Na hidroksida		Na palmitat		Air
$3C_{18}H_{33}O_2H$	+	NaOH	$\longrightarrow$	$NaOOC_{18}H_{33}$	+	H_2O
Asam Oleat		Na hidroksida		Na oleat		Air

Reaksi berlangsung sangat cepat, dengan konversi reaksi asam lemak diperoleh dengan cara ini mencapai lebih dari 99,9 % [Shahidi, 2005]. Sabun keluar Reaktor-*Netralizer* (R-120) mengandung 30-35% H_2O selanjutnya diumpankan ke dalam *Spray Vacuum Chamber* (D-130) [Kent, 2007].

2.3.3. Tahap pengeringan dan *finishing* sabun

Pengeringan sabun dilakukan dalam *Spray Vacuum Chamber* (D-130). Sabun keluar Reaktor-netralizer (R-120) dipanaskan menjadi 155 °C menggunakan Heater (E-134) lalu disemprotkan ke dalam ruangan silinder (D-130). Lapisan tipis sabun kering yang terbentuk dipindahkan dengan *rotating scraper*. Sabun keluar *Spray Vacuum Chamber* dalam bentuk pellet mempunyai kandungan air 10 % [Kent, 2007].

Dari unit pengeringan ini sabun dengan bantuan *Screw Conveyor* (J-136 A) dikirim ke unit *finishing* yang terdiri *Amalgamator* (P-137 A), *Plodder* (P-137 B), dan *Cutter* (P-137 C). Unit pertama yaitu *Amalgamator* (P-137 A) berfungsi mencampur sabun dengan bahan-bahan aditif. Gliserol sebanyak 10% ditambahkan untuk memberi kelembutan pada kulit. Pewangi (F-135 B) sejumlah 0,7 % ditambahkan untuk menutupi aroma lemak dan memberikan daya tarik bagi konsumen. Anti oksidan Ethylendiaminetetraacetic acid (EDTA) (F-135 A) sebanyak 0,1% menambah stabilitas sabun selama penyimpanan [Shahidi, 2005].

Selanjutnya sabun yang telah diberi aditif dimasukkan ke dalam *Plodder* (P-137 B) yang berfungsi membentuk sabun berbentuk batangan panjang. Sabun keluar *Plodder* (P-137 B) dipotong sesuai ukuran yang diinginkan dengan menggunakan *Cutter* (P-137 C) [Kent, 2007]. Sabun keluar *Cutter* (P-137 C) dikemas lalu *ditransfer* ke unit penyimpanan untuk disimpan dalam gudang (F-135 C).

BAB III

NERACA MASSA

Hasil perhitungan neraca massa pada Prarencana Pembuatan Sabun dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun adalah sebagai berikut :

Pabrik : Sabun Padat

Kapasitas Produksi : 50.000 ton/tahun

$$\left(50.000\,\frac{\text{ton}}{\text{tahun}}\right) \times \left(1000\,\frac{\text{kg}}{\text{ton}}\right) \times \left(\frac{1\text{ tahun}}{330\text{ hari}}\right) \times \left(\frac{1\text{ hari}}{24\text{ jam}}\right)$$

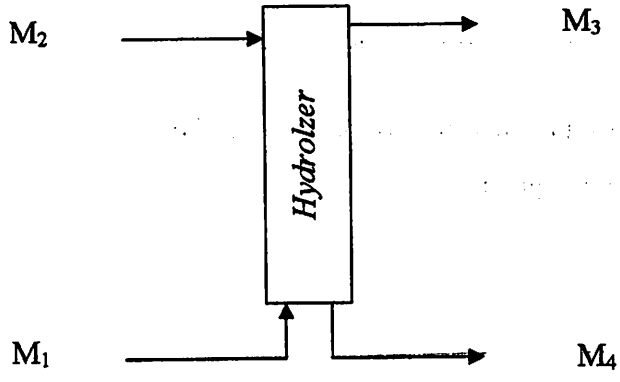
: 6.313,13 kg/jam

Basis perhitungan : 5.088,51 kg/jam

Waktu operasi : 330 hari/th

: 24 jam/hari

3.1. Neraca Massa *Hydrolyzer* (R-110)



Fungsi : untuk memecah tripalmitin dan triolein dengan mereaksikannya dengan H_2O.

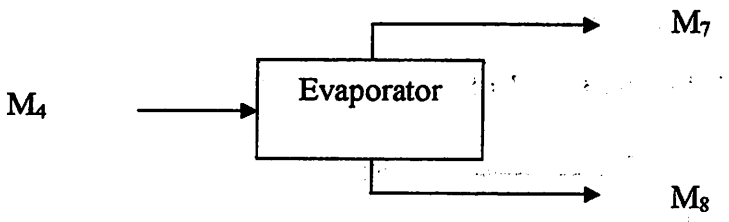
Kondisi operasi :

- Temperatur 252 °C
- Tekanan 41 atm.

Neraca massa *Hydrolyzer* (R-110)

MASUK			KELUAR		
Arus	Senyawa	kg/j	Arus	Senyawa	kg/j
1	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	3.561,96	3	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	35,62
	$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	1.526,55		$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	15,27
				$C_{16}H_{31}O_2H$	3.360,09
				$C_{18}H_{33}O_2H$	1.446,32
				H_2O	817,09
2	H_2O	2.544,26	4	H_2O	1.398,59
				$C_3H_5(OH)_3$	559,79
Jumlah		7.632,77	Jumlah		7.632,77

3.2. Neraca Massa Evaporator (V-132)



Fungsi : untuk memekatkan larutan yang terdiri dari zat terlarut yang tak mudah menguap dan pelarut yang mudah menguap.

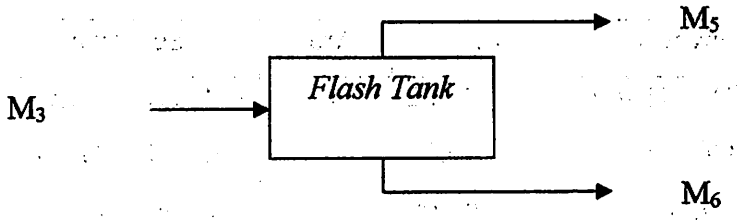
Kondisi operasi :

- Temperatur 110 °C
- Tekanan 1 atm.

Neraca massa pada Evaporator (V-132)

MASUK			KELUAR		
Arus	Senyawa	kg/j	Arus	Senyawa	kg/j
4	H_2O	1.398,59	7	H_2O	1.322,26
	$C_3H_5(OH)_3$	559,79	8	H_2O	76,34
				$C_3H_5(OH)_3$	559,79
Jumlah		1.958,39	Jumlah		1.958,39

3.3. Neraca Massa *Flash Tank* (D-127)



Fungsi : untuk memisahkan asam lemak dengan uap air

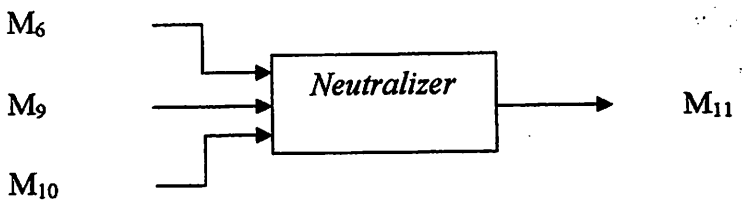
Kondisi operasi :

- Temperatur 158,81 °C
- Tekanan 7 atm.

Neraca massa pada *Flash Tank* (D-127)

MASUK			KELUAR		
Arus	Senyawa	kg/j	Arus	Senyawa	kg/j
3	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	35,62	6	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	35,62
	$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	15,27		$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	15,27
	$C_{16}H_{31}O_2H$	3.360,09		$C_{16}H_{31}O_2H$	3.360,09
	$C_{18}H_{33}O_2H$	1.446,32		$C_{18}H_{33}O_2H$	1.446,32
	H_2O	817,09		H_2O	81,71
			5	H_2O	735,38
Jumlah		5.674,39	Jumlah		5.674,39

3.4. Neraca Massa Reaktor– *Neutralizer* (R-120)



Fungsi : untuk menetralkan asam-asam dengan menambahkan natrium hidroksida dan pembentukan sabun.

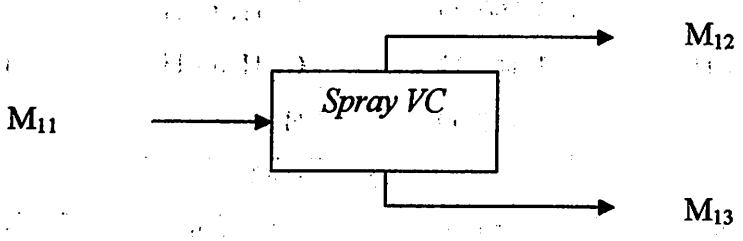
Kondisi operasi :

- Temperatur 90 °C
- Tekanan 1 atm.

Neraca massa pada Reaktor – *Neutralizer* (R-120)

MASUK			KELUAR		
Arus	Senyawa	kg/j	Arus	Senyawa	kg/j
6	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	35,62	11	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	35,62
	$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	15,27		$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	15,27
	$C_{16}H_{31}O_2H$	3.360,09		$NaOOC_{16}H_{31}$	3.612,36
	$C_{18}H_{33}O_2H$	1.446,32		$NaOOC_{18}H_{33}$	1.543,57
	H_2O	81,71		H_2O	1.574,37
9	NaCl	49,39		NaCl	49,39
	H_2O	444,51		$C_{16}H_{31}O_2H$	33,60
10	NaOH	722,86		$C_{18}H_{33}O_2H$	14,46
	H_2O	722,86			
Jumlah		6.878,63	Jumlah		6.878,63

3.5. Neraca Massa *Spray Vacuum Chamber* (D-130)



Fungsi : untuk mengurangi kadar air di dalam sabun

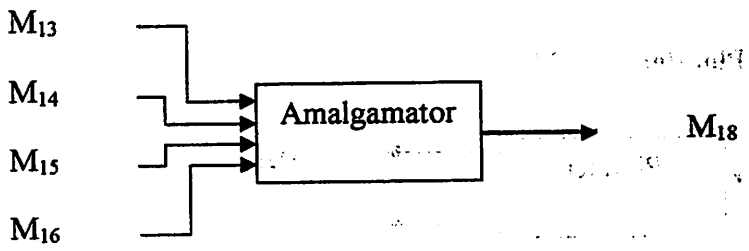
Kondisi operasi :

- Temperatur 37,409 °C
- Tekanan *vacuum*.

Neraca massa pada *Spray Vacuum Chamber* (D-130)

MASUK			KELUAR		
Arus	Senyawa	Kg/j	Arus	Senyawa	Kg/j
11	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	35,62	13	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	35,62
	$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	15,27		$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	15,27
	$NaOOC_{16}H_{31}$	3.612,36		$NaOOC_{16}H_{31}$	3.612,36
	$NaOOC_{18}H_{33}$	1.543,57		$NaOOC_{18}H_{33}$	1.543,57
	H_2O	1.574,37		H_2O	589,36
	NaCl	49,39		NaCl	49,39
	$C_{16}H_{31}O_2H$	33,60		$C_{16}H_{31}O_2H$	33,60
	$C_{18}H_{33}O_2H$	14,46		$C_{18}H_{33}O_2H$	14,46
			12	H_2O	985,01
	Jumlah	6.878,63		Jumlah	6.878,63

3.6. Neraca Massa Amalgamator (P-137 A)



Fungsi : untuk mencampurkan sabun dengan zat-zat additif

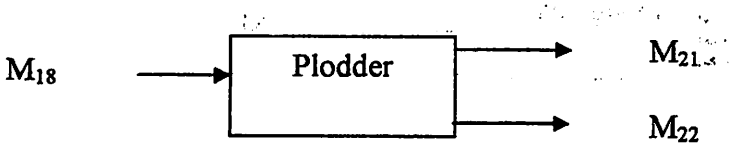
Kondisi operasi :

- Temperatur 38,459 °C
- Tekanan 1 atm.

Neraca massa pada Amalgamator (P-137 A)

MASUK			KELUAR		
Arus	Senyawa	Kg/j	Arus	Senyawa	Kg/j
13	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	35,62	18	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	35,62
	$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	15,27		$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	15,27
	$NaOOC_{16}H_{31}$	3.612,36		$NaOOC_{16}H_{31}$	3.612,36
	$NaOOC_{18}H_{33}$	1.543,57		$NaOOC_{18}H_{33}$	1.543,57
	H_2O	589,36		H_2O	638,87
	NaCl	49,39		NaCl	49,39
	$C_{16}H_{31}O_2H$	33,60		$C_{16}H_{31}O_2H$	33,60
	$C_{18}H_{33}O_2H$	14,46		$C_{18}H_{33}O_2H$	14,46
14	$C_3H_5(OH)_3$	363,05		$C_3H_5(OH)_3$	363,05
15	Pewangi	64,83		Pewangi	64,83
16	EDTA	5,89		EDTA	5,89
	Jumlah	6.376,90		Jumlah	6.376,90

3.7. Neraca Massa Plodder (P-137 B)



Fungsi : untuk memadatkan sabun sebagai persiapan pencetakan.

Kondisi operasi :

- Temperatur 38,459 °C
- Tekanan 1 atm.

Neraca massa pada Plodder (P-137 B)

MASUK			KELUAR		
Arus	Senyawa	Kg/j	Arus	Senyawa	Kg/j
18	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	35,62	21	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	35,26
	$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	15,27		$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	15,11
	$NaOOC_{16}H_{31}$	3.612,36		$NaOOC_{16}H_{31}$	3.576,23
	$NaOOC_{18}H_{33}$	1.543,57		$NaOOC_{18}H_{33}$	1.528,13
	H_2O	638,87		H_2O	632,48
	NaCl	49,39		NaCl	48,90
	$C_{16}H_{31}O_2H$	33,60		$C_{16}H_{31}O_2H$	33,26
	$C_{18}H_{33}O_2H$	14,46		$C_{18}H_{33}O_2H$	14,32
	$C_3H_5(OH)_3$	363,05		$C_3H_5(OH)_3$	359,42
	Pewangi	64,83		Pewangi	64,18
	EDTA	5,89		EDTA	5,83
			22	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	0,36
				$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	0,15
				$NaOOC_{16}H_{31}$	36,12
				$NaOOC_{18}H_{33}$	15,44
				H_2O	6,39
				NaCl	0,49
				$C_{16}H_{31}O_2H$	0,34
				$C_{18}H_{33}O_2H$	0,14
				$C_3H_5(OH)_3$	3,63
				Pewangi	0,65
				EDTA	0,06
	Jumlah	6.376,90		Jumlah	6.376,90

NERACA MASSA TOTAL

MASUK			KELUAR		
Arus	Senyawa	Kg/j	Arus	Senyawa	Kg/j
1	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	3.561,96	5	H_2O	735,38
	$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	1.526,55	7	H_2O	1.322,26
10	NaOH	722,86	12	H_2O	985,01
	H_2O	722,86	17	$C_3H_5(OH)_3$	196,75
15	Pewangi	64,83		H_2O	26,83
16	EDTA	5,89	21	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	35,26
19	NaCl	49,39		$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	15,11
23	H_2O	2.988,77		$NaOOC_{16}H_{31}$	3.576,23
				$NaOOC_{18}H_{33}$	1.528,13
				H_2O	632,48
				NaCl	48,90
				$C_{16}H_{31}O_2H$	33,26
				$C_{18}H_{33}O_2H$	14,32
				$C_3H_5(OH)_3$	359,42
				Pewangi	64,18
				EDTA	5,83
			22	$C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$	0,36
				$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$	0,15
				$NaOOC_{16}H_{31}$	36,12
				$NaOOC_{18}H_{33}$	15,44
				H_2O	6,39
				NaCl	0,49
				$C_{16}H_{31}O_2H$	0,34
				$C_{18}H_{33}O_2H$	0,14
				$C_3H_5(OH)_3$	3,63
				Pewangi	0,65
				EDTA	0,06
	Jumlah	9.643,12		Jumlah	9.643,12

BAB IV

NERACA PANAS

Pabrik : Sabun

Waktu Operasi : 330 Hari/Tahun

: 24 Jam/Hari

Kapasitas Produksi : 50.000 Ton/Tahun

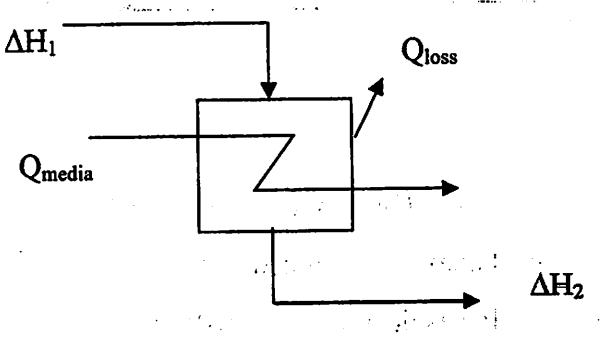
$$: \frac{50.000\ \text{Ton}}{\text{Tahun}} \times \frac{1.000\ \text{Kg}}{\text{Ton}} \times \frac{1\ \text{Tahun}}{330\ \text{Hari}} \times \frac{1\ \text{Hari}}{24\ \text{Jam}}$$

: 6.313.13 kg/Jam

Suhu Referensi : 25 °C = 298,15 K

4.1 Melter (E-113)

Fungsi : Melelehkan RBDPS dari 30°C sampai dengan 67°C.



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + Q_{media} = \Delta H_2 + Q_{loss}$$

Dimana : ΔH_1 = Panas dalam *feed*

ΔH_2 = Panas dalam produk

Q_{media} = Panas dari media pemanas

Q_{loss} = Panas hilang

$$\Delta H_1 = \sum m_i \int_{T_R}^{T_1} Cp\, dT$$

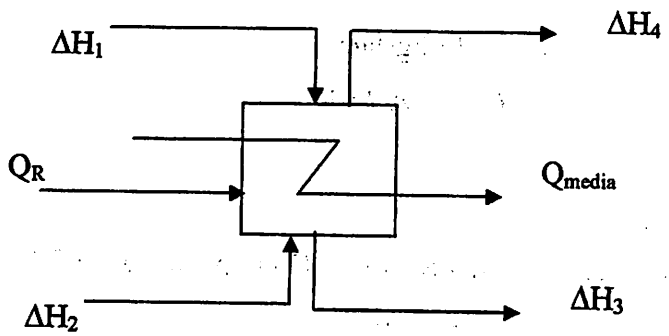
$$\Delta H_1 + Q_{media} = \Delta H_2 + Q_{loss}$$

Neraca Panas Melter

MASUK (kJ/j)		KELUAR (kJ/j)	
ΔH_1	70.140,53	ΔH_2	1.714.833,65
Q_{media}	1.687.563,95	Q_{loss}	42.870,84
Jumlah	1.757.704,49	Jumlah	1.757.704,49

4.2 Hydrolyzer (R-110)

Fungsi : Mereaksikan RBDPS dengan air membentuk asam lemak dan gliserol



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + QR + \Delta H_2 = Q_{media} + \Delta H_3 + \Delta H_4$$

Dimana : ΔH_1 = Panas dalam umpan air

ΔH_2 = Panas dalam umpan RBDPS

ΔH_3 = Panas dalam produk gliserol

ΔH_4 = Panas dalam produk asam lemak

Q_R = panas timbul karena reaksi

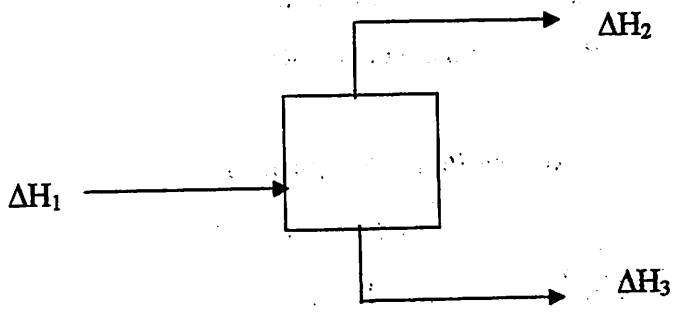
Q_{media} = Panas dibuang ke pendingin

Neraca Panas Hydrolizer

MASUK (kJ/j)		KELUAR (kJ/j)	
ΔH_1	2.023.391,35	ΔH_3	1.722.967,67
ΔH_2	2.716.592,23	ΔH_4	3.650.815,89
Q_R	951.774,58	Q_{media}	317.974,59
Jumlah	5.691.758,16	Jumlah	5.691.758,16

4.3 Flash Tank (D-112)

Fungsi : Memisahkan uap air dari asam lemak.



Neraca Panas Total :

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

Dimana : ΔH_1 = Panas dalam *feed*

ΔH_2 = Panas produk uap air

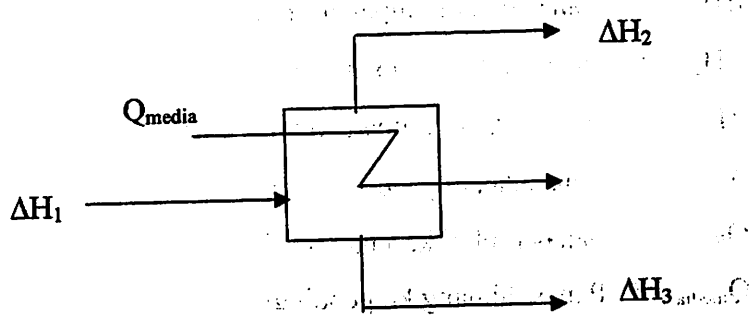
ΔH_3 = Panas produk asam lemak

Neraca Panas Flash Tank

MASUK (kJ/j)		KELUAR (kJ/j)	
ΔH_1	3.650.815,89	ΔH_2	1.913.475,82
		ΔH_3	1.737.340,07
Jumlah	3.650.815,89	Jumlah	3.650.815,89

4.4 Evaporator (V-125)

Fungsi : Menguapkan air dari produk gliserol keluar hydrolyzer



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + Q_{media} = \Delta H_2 + \Delta H_3$$

Dimana : ΔH_1 = Panas dalam *feed*

ΔH_2 = Panas produk uap air

ΔH_3 = Panas produk asam lemak

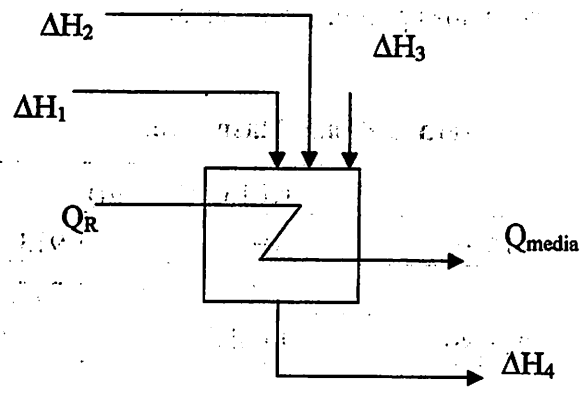
Q_{media} = Panas dari media pemanas

Neraca Panas Evaporator

MASUK (kJ/j)		KELUAR (kJ/j)	
ΔH_1	1.722.967,67	ΔH_2	3.335.860,52
Q_{media}	1.756.816,16	ΔH_3	143.923,31
Jumlah	3.479.783,83	Jumlah	3.479.783,83

4.5 Reaktor- Neutralizer (N-120)

Fungsi : mereaksikan asam lemak dengan sodium hidroksida membentuk sabun



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + QR = Q_{media} + \Delta H_4$$

Dimana : ΔH_1 = Panas dalam umpan asam lemak

ΔH_2 = Panas dalam umpan sodium hidroksida

ΔH_3 = Panas dalam umpan sodium klorida

ΔH_4 = Panas dalam produk sabun

Q_R = panas timbul karena reaksi

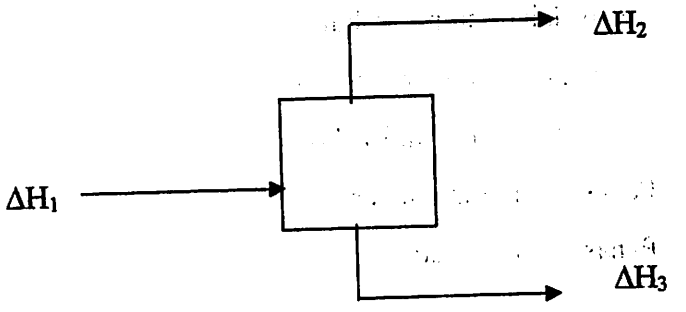
Q_{media} = Panas dibuang ke pendingin

Neraca Panas Mixer-Neutralizer

MASUK (kJ/j)		KELUAR (kJ/j)	
ΔH_1	479.827,08	ΔH_4	1.263.551,68
ΔH_2	23.744,15	Q_{media}	821.031,51
ΔH_3	10.353,07		
Q_R	1.570.658,88		
Jumlah	2.084.583,19	Jumlah	2.084.583,19

4.6 Spray Vacuum Chamber (P-128 A)

Fungsi : Mengeringkan sabun keluar dari Reaktor-Neutralizer.



Neraca Panas Total :

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

Dimana : ΔH_1 = Panas dalam *feed*

ΔH_2 = Panas produk uap air

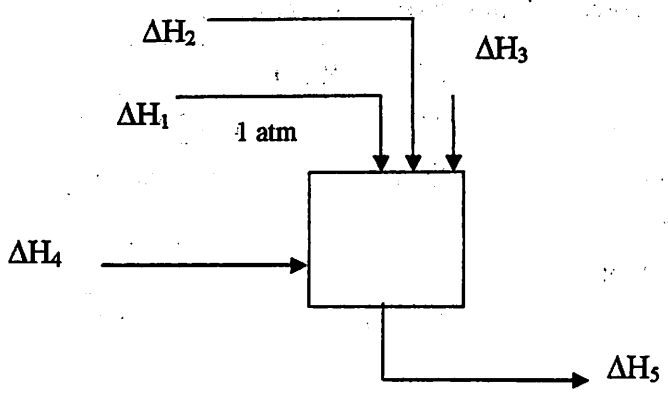
ΔH_3 = Panas produk sabun

Neraca Panas Spray Vacuum Chamber

MASUK (kJ/j)		KELUAR (kJ/j)	
ΔH_1	2.566.472,16	ΔH_2	2.361.628,79
		ΔH_3	203.297,24
Jumlah	2.566.472,16	Jumlah	2.564.926,03

4.7 Amalgamator (P-128 C)

Fungsi : Mencampur sabun dengan aditif gliserol, EDTA, dan parfum.



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 = \Delta H_5$$

Dimana : ΔH_1 = Panas dalam umpan sabun

ΔH_2 = Panas dalam umpan gliserol

ΔH_3 = Panas dalam umpan EDTA

ΔH_4 = Panas dalam umpan parfum

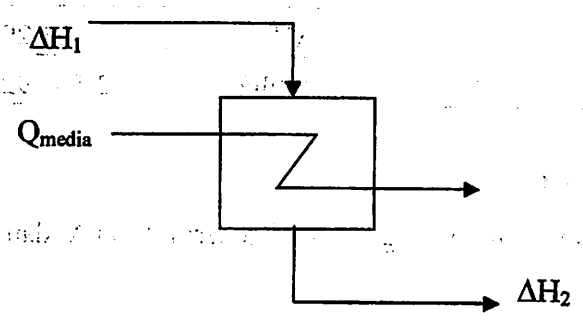
ΔH_5 = Panas dalam produk

Neraca Panas Amalgamator

MASUK (kJ/j)		KELUAR (kJ/j)	
ΔH_1	204.843,37	ΔH_4	222.119,02
ΔH_2	16.300,79		-
ΔH_3	81,24		
ΔH_4	893,62		
Jumlah	222.119,02	Jumlah	222.119,02

4.8 Heater (E-115 B)

Fungsi : memanaskan air umpan Hydrolyzer dari 30°C menjadi 210°C



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + Q_{media} = \Delta H_2$$

Dimana ΔH_1 = Panas dalam umpan

ΔH_2 = Panas dalam produk

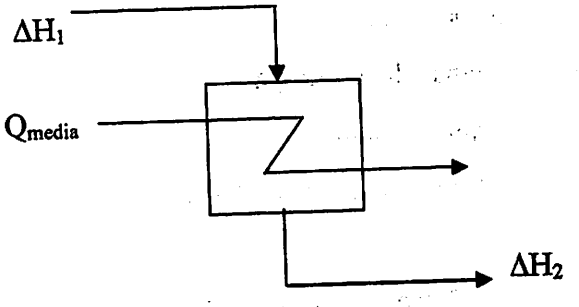
Q_{media} = Panas dimasukkan dari pemanas

Neraca Panas Heater

MASUK (kJ/j)		KELUAR (kJ/j)	
ΔH_1	54.968,55	ΔH_2	2.023.391,35
Q_{media}	1.968.422,80		
Jumlah	2.023.391,35	Jumlah	2.023.391,35

4.9 Heater (E-115 A)

Fungsi : memanaskan RBDPS umpan Hydrolyzer dari 67°C menjadi 210°C



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + Q_{media} = \Delta H_2$$

Dimana : ΔH_1 = Panas dalam umpan

ΔH_2 = Panas dalam produk

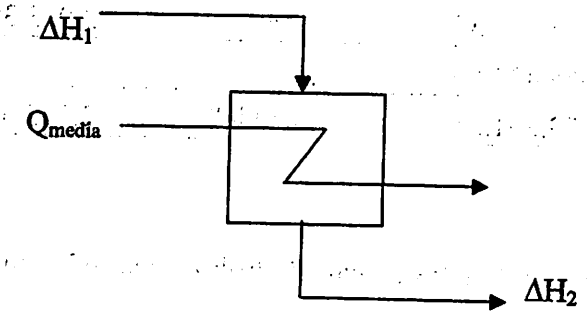
Q_{media} = Panas dimasukkan dari pemanas

Neraca Panas Heater

MASUK (kJ/j)		KELUAR (kJ/j)	
ΔH_1	1.714.833,65	ΔH_2	2.716.592,23
Q_{media}	1.001.758,59		
Jumlah	2.716.592,23	Jumlah	2.716.592,23

4.10 Heater (E-115 C)

Fungsi : memanaskan sabun umpan Vacuum Spray chamber dari 90°C menjadi 155°C



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + Q_{media} = \Delta H_2$$

Dimana : ΔH_1 = Panas dalam umpan

ΔH_2 = Panas dalam produk

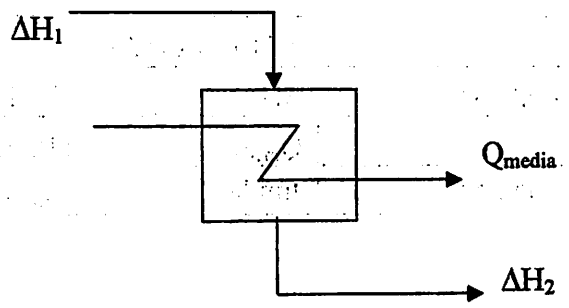
Q_{media} = Panas dimasukkan dari pemanas

Neraca Panas Heater

MASUK (kJ/j)		KELUAR (kJ/j)	
ΔH_1	1.263.551,68	ΔH_2	2.566.472,16
Q_{media}	1.302.920,48		
Jumlah	2.566.472,16	Jumlah	2.566.472,16

4.11Cooler (E-124 A)

Fungsi : Mendinginkan produk keluar flash tank dari 165,2°C menjadi 65°C.



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + Q_{media} = \Delta H_2$$

Dimana : ΔH_1 = Panas dalam umpan

ΔH_2 = Panas dalam produk

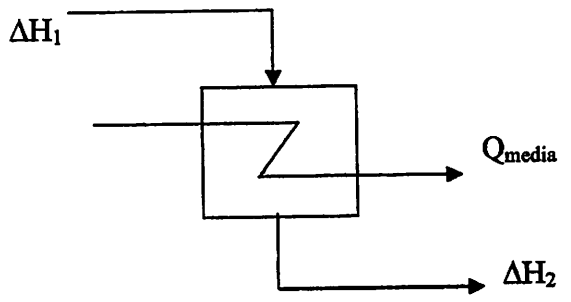
Q_{media} = Panas dibuang ke pendingin

Neraca Panas Cooler

MASUK (kJ/j)		KELUAR (kJ/j)	
ΔH_1	1.737.340,07	ΔH_2	479.827,08
		Q_{media}	1.257.512,99
Jumlah	1.737.340,07	Jumlah	1.737.340,07

4.12 Cooler (E-124 B)

Fungsi : Mendinginkan produk keluar evaporator dari 110°C menjadi 40°C



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + Q_{media} = \Delta H_2$$

Dimana : ΔH_1 = Panas dalam umpan

ΔH_2 = Panas dalam produk

Q_{media} = Panas dibuang ke pendingin

Neraca Panas Cooler

MASUK (kJ/j)		KELUAR (kJ/j)	
ΔH_1	143.923,31	ΔH_2	25.134,70
		Q_{media}	118.788,61
Jumlah	143.923,31	Jumlah	143.923,31

BAB V

SPESIFIKASI PERALATAN

5.1 Gudang RBDPS (F-111)

- Kapasitas : 12.551,9 m^3
- Dimensi

  Panjang : 63 m

  Lebar : 30 m

  Tinggi tumpukan : 5 m
- Jumlah : 1 buah

5.2 Screw Conveyor (J-112)

- Fungsi : Memindahkan RBDPS dari gudang (F-111) ke Melter (M-113)
- Dimensi

  Panjang screw : 10 ft

  Diameter screw : 0,333 ft
- Kecepatan maks : 220 rpm
- Power motor : 0,5 hp
- Bahan: carbon steel
- Jumlah : 2 buah

5.3 Melter (M-113)

- Fungsi : Untuk melehkan RBDPS
- Type : silinder tegak, tutup atas = tutup bawah berbentuk dished head
- Kapasitas : 62,08 ft^3
- Dimensi

  Diameter dalam (di) : 53,6250 in

  Tebal tutup atas (tha) : 3/16 in

  Tebal tutup bawah (thb) : 3/16 in

  Tebal Silinder (ts) : 3/16 in

  Tinggi tutup atas, bawah : 9,704 in

  Tinggi (H) : 62,5983 in
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA 240 Grade M Type 316

- Jumlah : 1 buah
- Power motor : 2 hp

5.4 Pompa (L-114 A)

- Fungsi : mengalirkan RBDPS dari Melter (M-113) ke Hydrolyzer (R-110)
- Type : Multistage centrifugal pump
- Kondisi operasi

  Suhu : 67 °C

  Tekanan masuk : 1 atm

  Tekanan keluar : 41 atm

  Kapasitas : 6,71 m^3/jam

  Head : 456 m

  Daya motor : 50 hp
- Jumlah : 2 buah

5.5 Heater (E-115 A)

- Fungsi : memanaskan umpan RBDPS sebelum masuk hydrolyzer
- Type : *double pipe heat exchanger*
- Luas transfer panas : 58,688 ft^2
- Panjang : 8 ft
- Jumlah pipa : 8
- Bahan Konstruksi : Carbon steel
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 5593,13 lb/jam
- Steam digunakan : 1248,4419 lb/jam
- Ukuran DPHE : 3/4 in x 1/4 in

<u>Bagian annulus :</u>

Luasan aliran di annulus (a_{an}) : 2,73E-03 ft^2

Diameter perpindahan panas (de) : 0,167 ft

Diameter penurunan tekanan (de') : 0,0417 ft

<u>Bagian pipa :</u>

Luasan aliran di pipa (a_p) : 0,051 ft^2

Diameter dalam (di) : 0,256 ft

Luas permukaan luar per panjang (a") : 0,917 ft^2/ft

5.6 Gudang NaCl (F-121)

- Fungsi : menyimpan NaCl selama 4 minggu
- Kapasitas : 204,361 m^3
- Dimensi

  Panjang : 14 m

  Lebar : 5 m

  Jumlah : 1 buah

5.7 Belt Conveyor (J-122)

- Fungsi : Memindahkan NaCl dari gudang (F-121) ke Melter (M-123)
- Tipe : belt conveyor continuous closed
- Dimensi

  Panjang belt : 47,23 ft

  Lebar belt : 1,167 ft
- Kecepatan : 0,21 rpm
- Power motor : 0,5 hp
- Jumlah : 2 buah

5.8 Tangki Pengencer NaCl (M-123)

- Type: Silinder tegak dengan tutup bawah = tutup atas berbentuk standard dished dan dilengkapi pengaduk
- Dimensi vessel

  Diameter luar (do) : 24 in

  Diameter dalam (di) : 23,6264 in

  Tinggi tangki (H) : 27,17 in
- Bahan : carbon steel SA 240 Grade M Type 316
- Jumlah : 1 buah
- Jenis pengaduk : 6 blades turbine
- Dimensi pengaduk :

  Diameter impeller (Di) : 6,022 in

  Tinggi Impeller dari dasar tangki (Zi) : 6,022 in

  Panjang Impeler (L) : 1,5039 in

  Lebar Impeler (W) : 1,8071 in

  Bahan Carbon steel, SA 240 grade M type 316

- Jumlah : 2 buah

5.9 Pompa NaCl (L-124 A)

- Type : Single stage centrifugal pump
- Daya pompa : 0,5 hp
- Kondisi operasi

  Suhu : 30 °C

  Tekanan masuk : 1 atm

  Tekanan keluar : 1 atm
- Kapasitas : 0,59 m^3/jam
- Head : 3,22 m
- Jumlah : 2 buah

5.10 Pompa Air (L-114 B)

- Fungsi : mengalirkan H_2O menuju Heater (E-115 B)
- Type : Multistage centrifugal pump
- Kondisi operasi

  Suhu : 30 °C

  Tekanan masuk : 1 atm

  Tekanan keluar : 41 atm

  Kapasitas : 6,71 m^3/jam

  Head : 456 m

  Daya motor : 50 hp
- Jumlah : 2 buah

5.11 Heater (E-115 B)

- Fungsi : memanaskan umpan H_2O sebelum masuk hydrolyzer
- Type : *double pipe heat exchanger*
- Luas transfer panas : 58,688 ft^2
- Panjang : 8 ft
- Jumlah pipa : 8
- Bahan Konstruksi : Carbon steel
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 5593,13 lb/jam
- Steam yang digunakan : 2453,147435 lb/jam

- Ukuran DPHE : 3/4 in x 1/4 in

Bagian annulus :

Luasan aliran di annulus (a_{an}) : 2,04E-02 ft^2

Diameter perpindahan panas (de) : 0,625 ft

Diameter penurunan tekanan (de') : 0,1250 ft

Bagian pipa :

Luasan aliran di pipa (a_p) : 0,051 ft^2

Diameter dalam (di) : 0,256 ft

Luas permukaan luar per panjang (a") : 0,917 ft^2/ft

5.12 Reaktor *Hydrolyzer* (R-110)

Lihat Bab VI Perancangan Alat Utama yang disusun oleh AHMAD KHUZAINI

5.13 *Flash Tank* (D-127)

- Fungsi : memisahkan uap air dari asam lemak
- Tipe : silinder tegak dengan tutup atas dan bawah standard dished head
- Kondisi operasi

Suhu : 158,81 °C

Tekanan : 7 atm

- Dimensi

Diameter : 24 in

Tinggi : 114,96 in

Tinggi lubang feed : 91 in

Tebal shell : $^1/_4$ in

5.14 Kondensor (E – 128 A)

- Fungsi : Untuk mengembunkan uap air dari flash tank (D-127) dengan menggunakan air injeksi secara kontak langsung dengan tutup atas berbentuk standard dish head dan tutup bawah conical dengan alpha 60 °.
- Bahan : Carbon stell SA-240 grade M type 316
- Dimensi

Diameter dalam (di) : 19,4694 in

Tebal Tutup Atas (tha) : $^3/_{16}$ in

Tebal Tutup Bawah (thb) : $^3/_{16}$ in

Tebal Silinder (ts) : $^3/_{16}$ in

- Jumlah kondensor 1 buah

5.15 Cooler (E-129)

- Fungsi : mendinginkan asam lemak yang keluar dari *flash tank* (D-127) sebelum masuk ke Reaktor *Neutralizer* (R-120).
- Type : *double pipe heat exchanger*
- Luas transfer panas : 58,688 ft^2
- Panjang : 16 ft
- Jumlah pipa : 4
- Bahan Konstruksi : Carbon steel
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 4935,2680 kg/jam
- Air digunakan : 20051,4 kg/jam
- Ukuran DPHE : $^3/_4$ in x $^1/_4$ in

Bagian annulus :

Luasan aliran di annulus (a_{an}) : 0,008 ft^2

Diameter perpindahan panas (de) : 0,077 ft

Diameter penurunan tekanan (de') : 0,0342 ft

Bagian pipa :

Luasan aliran di pipa (a_p) : 0,010 ft^2

Diameter dalam (di) : 0,115 ft

Luas permukaan luar per panjang (a") : 0,917 ft^2/ft

5.16 Evaporator (V – 132)

- Tipe : Single Effect Evaporator
- Fungsi : Menguapkan air pada larutan gliserol
- Bahan : Stainless stell SA-240 grade M type 316
- Dimensi

Diameter Luar (Do) : 38 in

Diamaeter Dalam (Di) : 37,5 in

Tebal Tutup Atas (tha) : $^3/_{16}$ in

Tebal Tutup Bawah (thb) : $^3/_{16}$ in

Tebal Silinder (ts) : $^3/_{16}$ in

Tinggi evaporator (H) : 76,1094 in

Susunan tube : segitiga

- Jumlah evaporator : 1 buah

5.17 Kondensor (E – 128 B)

- Fungsi : Untuk mengembunkan uap air dari evaporator (V-132) dengan menggunakan air injeksi secara kontak langsung dengan tutup atas berbentuk standard dish head dan tutup bawah conical dengan alpha 60 °.
- Bahan : Carbon stell SA-240 grade M type 316
- Dimensi

Diameter Dalam (Di) : 23,6286 in

Tebal Tutup Atas (tha) : $^{3}/_{16}$ in

Tebal Tutup Bawah (thb) : $^{3}/_{16}$ in

Tebal Silinder (ts) : $^{3}/_{16}$ in

- Jumlah kondensor : 1 buah

5.18 Pompa (L-131 A)

- Fungsi : Untuk memompa gliserol dari evaporator (V-132) menuju amalgamator (P-137 A) dan tangki gliserol (F-135 D).
- Type : single stage centrifugal pump
- Daya pompa : 0,5 Hp
- Kapasitas : 0,76 m^3/jam
- Bahan : Carbon steel
- Jumlah : 2 buah

5.19 Cooler (E-133)

- Fungsi : mendinginkan gliserol yang keluar dari *evaporator* (V-132).
- Type : *double pipe heat exchanger*
- Luas transfer panas : 14,672 ft^2
- Panjang : 16 ft
- Jumlah pipa : 1
- Bahan Konstruksi : Carbon steel
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 635,6481 kg/jam
- Air yang digunakan : 1894,1 kg/jam

- Ukuran DPHE : 3/4 in x 1/4 in

  Bagian annulus :

  Luasan aliran di annulus (a_{an}) : 0,008 ft^2

  Diameter perpindahan panas (de) : 0,077 ft

  Diameter penurunan tekanan (de') : 0,0342 ft

  Bagian pipa :

  Luasan aliran di pipa (a_p) : 0,010 ft^2

  Diameter dalam (di) : 0,115 ft

  Luas permukaan luar per panjang (a") : 0,917 ft^2/ft

5.20 Tangki NaOH (F-125)

- Fungsi : menyimpan bahan baku NaOH selama 4 minggu
- Tipe : silinder tegak dengan atap kerucut
- Kondisi operasi

  Suhu : 30 °C

  Tekanan : 1 atm
- Bahan konstruksi : stainless stell
- Dimensi

  Diameter : 50 ft

  Tinggi silinder : 18 ft

  Tebal silinder : $^{3}/_{16}$ in

5.21 Pompa (L-124 B)

- Fungsi : Untuk memompa NaOH menuju *Neutralizer* (R-120)
- Type : single stage centrifugal pump
- Daya pompa : 0,5 Hp
- Kapasitas : 1,17 m^3/jam
- Head : 1,87 m
- Jumlah : 2 buah

5.22 Reaktor *Neutralyzer* (R-120)

Lihat Bab VI Perancangan Alat Utama yang disusun oleh SOLEKAH

5.23 Pompa (L-131B)

- Fungsi : memompa sabun dari *Neutralizer* (R-120) menuju *heater* (E-134)
- Type : single stage centrifugal pump

- Daya pompa : 0,5 hp
- Kapasitas : 8,06 m^3/jam
- Head : 1,81 m
- Jumlah : 2 buah

5.24 Heater (E-134)

- Fungsi : memanaskan sabun yang keluar dari *neutralizer* (R-120) sebelum masuk *spray vacuum chamber* (D-130).
- Type : *double pipe heat exchanger*
- Luas transfer panas : 36,68 ft^2
- Panjang : 8 ft
- Jumlah pipa : 5
- Bahan Konstruksi : Carbon steel
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 15153,65 lb/jam
- Steam digunakan : 1628,228796 lb/jam
- Ukuran DPHE : 3/4 in x 1/4 in

Bagian annulus :

Luasan aliran di annulus (a_{an}) : 2,04E-02 ft^2

Diameter perpindahan panas (de) : 0,625 ft

Diameter penurunan tekanan (de') : 0,1250 ft

Bagian pipa :

Luasan aliran di pipa (a_p) : 0,051 ft^2

Diameter dalam (di) : 0,256 ft

Luas permukaan luar per panjang (a") : 0,917 ft^2/ft

5.25 Spray Vacuum Chamber (D – 130)

- Fungsi : Menguapkan air yang masih terkandung di dalam sabun
- Tipe : silinder tegak, tutup atas standard dished head dan tutup bawah conical
- Bahan : Stainless stell AISI 304 (Soaptech, 2012)
- Dimensi

Diameter Luar (Do) : 78 in

Diamaeter Dalam (Di) : 77 in

Tebal Tutup Atas (tha) : $^1/_4$ in

Tebal Tutup Bawah (thb) : $^1/_4$ in

Tebal Silinder (ts) : $^1/_2$ in

Tinggi (H) : 291,9222 in

5.26 Kondensor (E – 138)

- Fungsi : Untuk mengembunkan uap air dari spray vacuum chamber dengan menggunakan air injeksi secara kontak langsung
- Bahan : Carbon stell SA-240 grade M type 316
- Dimensi

  Diameter Luar (Do) : 21,8881 in

  Diameter Dalam (Di) : 21,5133 in

  Tebal Tutup Atas (tha) : $^3/_{16}$ in

  Tebal Tutup Bawah (thb) : $^3/_{16}$ in

  Tebal Silinder (ts) : $^3/_{16}$ in
- Jumlah kondensor : 1 buah

5.27 Jet Ejector (G-139)

- Fungsi : Untuk membuat vakum *spray vacuum chamber* (D-130)
- Bahan : Carbon stell SA-240 grade M type 316
- Pa/Pob : 2,6153
- Pob/Poa : 0,0813
- Po/Pob : 5
- A_2/A_1 : 17
- W_b/W_a : 0,18
- Steam yang dipakai : 6,3960 lb/jam
- Jumlah Jet Ejector : 1 buah

5.28 Tanki EDTA (F-135 A)

- Fungsi : menyimpan bahan pembantu EDTA selama 4 minggu
- Tipe : silinder tegak dengan tutup kerucut
- Kondisi operasi

  Suhu : 30 °C

  Tekanan : 1 atm
- Bahan konstruksi : stainless stell
- Dimensi

Diameter : 4,9035 ft

Tinggi silinder : 4,9035 ft

Tebal silinder : $^{3}/_{16}$ in

5.29 Tangki Parfum (F-135 B)

- Fungsi : menyimpan bahan pembantu parfum selama 4 minggu
- Tipe : silinder tegak dengan tutup kerucut
- Kondisi operasi :

  Suhu : 30 °C

  Tekanan : 1 atm
- Bahan konstruksi : stainless stell
- Dimensi

  Diameter : 10 ft

  Tinggi silinder : 12 ft

  Tebal silinder : $^{3}/_{16}$ in

5.30 Pompa (L-131 D)

- Fungsi : Untuk memompa EDTA ke amalgamator (P-137 A)
- Type : single stage centrifugal pump
- Daya pompa : 0,5 hp
- Kapasitas : 0,01 m^3/jam
- Head : 1 m
- Jumlah : 2 buah

5.31 Pompa (L-131 E)

- Fungsi : Untuk memompa parfum ke amalgamator (P-137 A)
- Type : single stage centrifugal pump
- Daya pompa : 0,5 hp
- Kapasitas : 0,08 m^3/jam
- Head : 1,17 m
- Jumlah : 2 buah

5.32 *Screw Conveyor* (J-136 A)

- Fungsi : Memindahkan sabun yang berupa pellet dari *spray vacuum chamber* (D-130) ke amalgamator (P-137 A)
- Dimensi

Panjang screw : 10 ft

Diameter screw : 0,333 ft

- Kecepatan maks : 220 rpm
- Power motor : 0,5 hp
- Bahan : carbon steel
- Jumlah : 1 buah

5.33 Amalgamator (P-137 A)

- Tipe : NHJ 750 dan NHJ 1200
- Produktifitas : 750 dan 1200 kg/siklus
- Tenaga : 37 x 2 dan 55 x 2 kW

5.34 Screw Conveyor (J-136 A)

- Fungsi : Memindahkan sabun yang berupa pellet dari amalgamator (P-137 A) menuju plodder (P-137 B)
- Dimensi

  Panjang screw : 10 ft

  Diameter screw : 0,333 ft
- Kecepatan maks : 220 rpm
- Power motor : 0,5 hp
- Bahan : carbon steel
- Jumlah : 1 buah

5.35 Plodder (P-137 B)

- Tipe : Sela Z 400
- Worm : twin worm
- Diameter screw : 400 mm
- Daya motor : 90 kW
- Kapasitas : 7000 kg / jam

5.36 Cutter (P-137 C)

- Tipe : Rico HV
- Dimensi sabun

  Lebar : 5 cm

  Panjang : 8 cm

  Tebal : 2 cm

- Kapasitas produksi : 6313,8385 kg/jam

5.37 Gudang (F-135 C)

- Fungsi : Untuk menyimpan produk sabun padat
- Bahan : Beton
- Dimensi

  Panjang : 70 m

  Lebar : 40 m

  Tinggi : 275,59 in
- Jumlah : 1 buah

5.38 Tangki Gliserol (F-135 C)

- Perancangan sama dengan tangki NaOH

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Perancang : **Ahmad Khuzaini**

NIM : **1014933**

Nama Alat : **Hydrolyzer**

Kode Alat : R-110

Type : *Continuous Flow Column*

Fungsi : Mereaksikan RBDPS dengan air membentuk gliserol dan asam lemak.

Bentuk : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk *standard dished head*.

Prinsip Kerja : RBDPS dimasukkan dari bawah column sedangkan air dimasukkan dari atas column. Di dalam column terjadi aliran counter current.

Karena pengaruh tekanan dan suhu tinggi maka RBDPS terhidrolisis membentuk asam lemak dan gliserol. Produk asam lemak keluar sebagai hasil atas sedangkan gliserol keluar sebagai hasil bawah.

Reaksi Hidrolisis

1 $C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3 + 3\ H_2O \longrightarrow 3\ C_{16}H_{31}O_2H + C_3H_5(OH)_3$

2 $C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3 + 3\ H_2O \longrightarrow 3\ C_{18}H_{33}O_2H + C_3H_5(OH)_3$

Kondisi Operasi Reaktor :

a. Suhu Operasi : 252 °C = 485,6 °F = 945,27 °R

b. Tekanan Operasi : 41 atm = 602,54 psia

c. Waktu Operasi : 10.800 detil = 3 jam

d. Densitas Campuran : 43,71615133 lb/ft^3

e. Fase : Cair

Dasar Perancangan :

Bahan Konstruksi	:	*High Alloy Steel SA 240 Grade M Type 316*	
Allowable Sterss (f)	:	17.128	(Brownell & Young. App D.
Jenis Pengelasan	:	*Double Welded Butt Joint*	
Maximum Joint Efficiency (E)	:	0,8	(Brownell & Young. tabel 13.2.
Corrosion Factor	:	1/16 in	
Tinggi Silinder L/d	:	20	(Gael D. Ulrich.
Faktor Keamanan	:	5%	(faktor keamanan *over design* o
Jumlah Reaktor	:	3 Buah	

Tahapan Perancangan Reaktor Hidrolisis

6.1. Perancangan Dimensi Reaktor

a. Menentukan Volume Reaktor

b. Menentukan Dimensi Reaktor

- Menentukan diameter reaktor
- Menentukan tekanan *design*
- Menentukan tebal silinder reaktor
- Menetukan tebal tutup atas (tha) dan tebal tutup bawah (thb)
- Menentukan tinggi tutup atas (ha) dan tinggi tutup bawah (hb)
- Menentukan tinggi reaktor total

6.2. Perancangan *Nozzle*

a. *Nozzle* Pada Tutup Bawah

- *Nozzle* untuk pengeluaran gliserol

b. *Nozzle* Pada Silinder

- *Nozzle* untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin
- *Nozzle* untuk pemasukan feed
- *Nozzle* untuk pengeluaran produk *asam lemak*
- *Manhole*

c. Sparger

6.3. Perancangan Penguat (*Reinforcement*)

6.4. Perancangan Dimensi *Gasket, Bolting* dan *Flange* pada tangki reaktor

a. Perancangan *Gasket*

b. Perancangan *Bolting*

c. Perancangan *Flange*

6.5. Perancangan Sistem Penyangga Reaktor

a. Menentukan Berat Reaktor Total

b. Menentukan Kolom Penyangga

6.6. Perancangan *Base plate*

a. Menentukan Luas *Base Plate*

b. Menentukan Panjang dan Lebar *Base Plate*

c. Peninjauan Terhadap *Bearing Capacity*

d. Peninjauan terhadap m dan n

e. Menentukan Tebal *Base Plate*

f. Menentukan Ukuran Baut

6.7. Perancangan Pondasi

Perhitungan Perancangan Reaktor Hidrolisis

6.1. Perancangan Dimensi Reaktor

a. Menentukan Volume Reaktor

Komposisi Bahan Masuk Reaktor

Komposisi	Massa (Kg/Jam)	Massa (lb/Jam)
H_2O	2.544,2574	5.609,0699
Tripalmitin	3.561,9603	7.852,6977
Triolein	1.526,5544	3.365,4418
Total	**7.632,7721**	**16.827,2094**

Massa liq = 50.481,6281 lb

Volume liq = 1.154,7592 ft^3

Vrk = 20% . V tot

V tot = Vl + Vrk

= 1.154,7592 + 0,2 V tot

= 1.443,4490 ft^3

dipakai d = 48 in (Shahid

A = 3,14/4 x d^2

= 1.808,6400 in^2 = 150,7200 ft^2

Ls = 9,5770 ft (memenuhi, karena > 5)

c. Menentukan Dimensi Reaktor

- Menentukan diameter reaktor

$$\text{Luas total} = \frac{\pi}{4} \times di^2$$

$$di^2 = \frac{\text{Luas total}}{\frac{\pi}{4}}$$

$$= \frac{1.808,6400}{\frac{\pi}{4}}$$

di = 48,00 in = 4,00 ft

Ls = 20 . di (Gael D. Ulrich. ha

= 20 × 4,00 ft

= 80 ft

h_g = Ls = 80,00 ft

- Menentukan tekanan *design*

Diketahui : ρ campuran = 43,716 lb/ft^3

Berdasarakan rumus :

$P_{desain} = P_{operasi} + P_{hidrostatik}$

$$P_{hidrostatik} = \frac{\rho \text{ campuran } (hg - 1)}{144}$$ (Brownell & Young. pers. 3.17. h

$$= \frac{43,716 \ lb/ft^3 \times (80,00 \ ft - 1)}{144 \ in^2/ft^2}$$

= 23,983 psia

P_{desain} = 602,5360 + 23,983

= 626,5192 psia = 611,8232 psig

Untuk faktor keamanan maka P_{desain} ditambah 5%

P_{desain} = (100% + 5%) × ($P_{operasi} + P_{hidrostatik}$)

$= 105\% \times (602,5360 + 23,9832)$

$= 657,8451$ psia $= 643,1491$ psig

- Menentukan tebal silinder reaktor

$$t_s = \frac{Pi \times di}{2\,(f \times E - 0,6 \times Pi)} + C$$ (Brownell & Young. pers. 13.1. hal.

$$= \frac{643,1491 \text{ psig} \times 48,00 \text{ in}}{2 \times (17.128 \times 0,8 - 0,6 \times 643,1491 \text{ psig}} + -$$

$= 0,0716$ in

$$= 0,0716 \times \frac{16}{16}$$

$$= \frac{1,14609}{16} \approx \frac{40}{16} = 2\frac{1}{2} \text{ in}$$

Standardisasi di :

$do = di + 2 . t_s$

$$= 48,00 + 2 \times 2\frac{1}{2}$$

$= 53,00$ in

$= 4,4167$ ft

Berdasarkan tabel 5.7. Brownell & Young hal. 90, didapatkan :

$do'_{standard} = 54$ in $= 4,5000$ ft

$di_{baru} = do' - 2 .ts$

$$= 54 - 2 \times 2\frac{1}{2}$$

$= 49,000$ in

$= 4,0833$ ft

Tebal silinder reaktor setelah di standardisari :

$$t_s = \frac{Pi \times di}{2\,(f \times E - 0,6 \times Pi)} + C$$ (Brownell & Young. pers. 13.1. hal. 2

$$t_s = \frac{643,1491 \text{ psig} \times 49,000 \text{ in}}{2 \times (17.128 \times 0,8 - 0,6 \times 643,1491 \text{ psig}} + -$$

$= 0{,}0958$ in

$= 0{,}0958 \times \frac{16}{16}$

$= \frac{1{,}53247}{16} \approx \frac{40}{16} = 2\frac{1}{2}$ in (Memenuhi)

- Menentukan tinggi silinder reaktor

$Ls_{standard} = 20 \cdot di_{baru}$ (Gael D. Ulrich. hal. 2

$= 20 \times 49{,}00$ in

$= 980{,}00$ in

$= 81{,}67$ ft

- Menentukan dimensi tutup

1. Menentukan tebal tutup atas dan tebal tutup bawah

Berdasarkan tabel 5.7. Brownell & Young hal. 90, didapatkan data :

r = 54 in

icr = $7\frac{1}{2}$ in

Direncanakan tutup atas dan tutup bawah berbentuk *standard dished head* sehingga tebal tutup atas = tebal tutup bawah.

$$tha = thb = \frac{0{,}885 \times Pi \times r}{(f \times E - 0{,}1 \times Pi)} + C$$ (Brownell & Young. pers. 13.12. hal. 2

$$tha = thb = \frac{0{,}885 \times 643{,}1491 \times 54}{\left[17.128 \times 0{,}8 - 0{,}1 \times 643{,}1491\right]} + \frac{1}{16}$$

$= 2{,}3162$ in

$= 2{,}3162 \times \frac{16}{16}$

$= \frac{37{,}059}{16} \approx \frac{40}{16} = 2\frac{1}{2}$ in

2. Menentukan tinggi tutup atas dan tinggi tutup bawah

Berdasarkan tabel 5.8. Brownell & Young hal. 93, didapatkan data :

sf = 4,5 in

$icr = 7\frac{1}{2}$ in

Direncanakan tutup atas dan tutup bawah berbentuk *standard dished head,* sehingga tinggi tutup atas = tinggi tutup bawah.

$a = \frac{di}{2}$

$b = r - \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2}$

$AB = \frac{di}{2} - icr = a - icr$

$BC = r - icr$

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

$ha = ts + b + sf$ (Brownell & Young. Fig. 5.8. hal. 87)

Dimana :

di = diameter dalam = 49,0 in

ts = tebal silinder = $2\frac{1}{2}$ in

th = tebal tutup = $2\frac{1}{2}$ in

r = 54 in

$icr = 7\frac{1}{2}$ in

Sehingga :

$a = \frac{di}{2} = \frac{49,0000}{2}$

$= 24,5000$ in

$AB = a - icr = 24,500 - 7\frac{1}{2}$

$= 17,000$ in

$BC = r - icr = 54,000 - 7\frac{1}{2}$

$= 46,500$ in

$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = \sqrt{46,500^2 - 17,000^2}$

$= 43,281$ in

$b = r - AC$

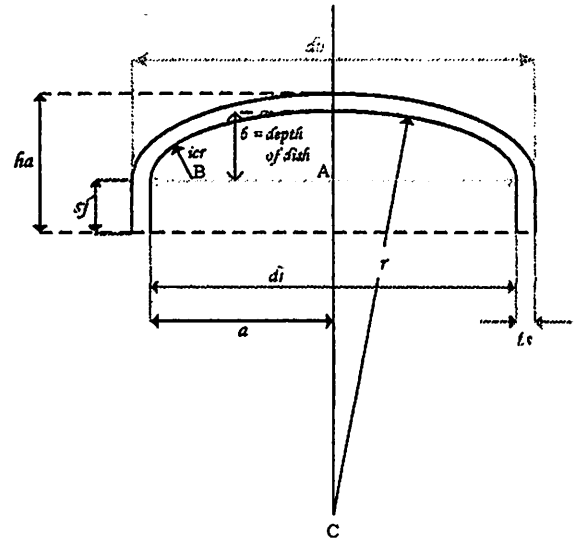
$= 54,000 - 43,2811$

$= 10,719$ in

$ha = hb = th + b + sf$

$= \frac{40}{16} + 10,719 + 4,5$

$= 17,7189$ in



Gambar 6.1.1. Dimensi tutup atas dan tutup bawah reaktor

- Menentukan tinggi reaktor total

Rumus :

$H = ha + Ls + hb$

Dimana :

H = Tinggi reaktor

ha = Tinggi tutup atas

Ls = Tinggi silinder

hb = Tinggi tutup bawah

Maka :

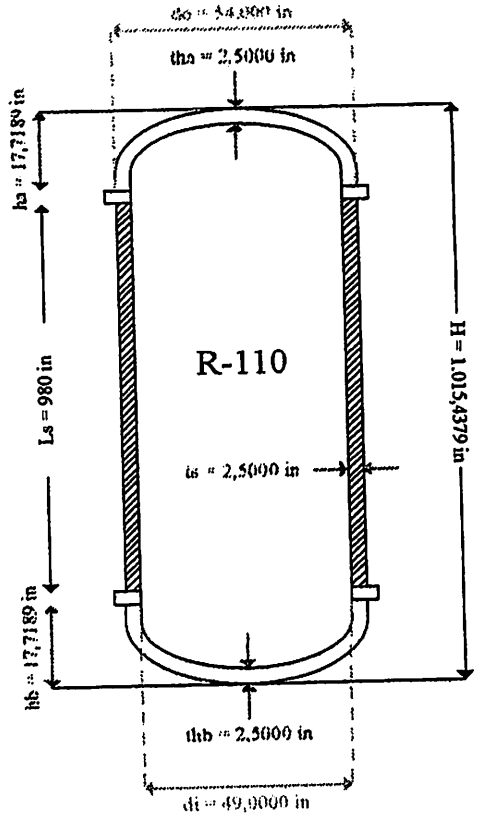
$H = ha + Ls + hb$

$= 17,719 + 980,0000 + 17,719$

$= 1.015,4379$ in

Kesimpulan sementara hasil perancangan reaktor :

ha	=	17,7189	in	ts	=	2,5000	in	hb	=	17,7189	in
tha	=	2,500	in	di	=	49,000	in	thb	=	2,500	in
Ls	=	980	in	do	=	54,000	in	H	=	1.015,4379	in



Gambar 6.1.2. Dimensi tangki reaktor

- Menentukan kebutuhan air pendingin

Dalam reaktor *Hydrolyzer*, reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis, sehingga reaktor dilengkapi dengan pendingin, dimana air digunakan sebagai media pendingin, dan dipilih model jaket.

1. Menentukan kebutuhan air pendingin

Beban panas reaktor berdasarkan perhitungan pada neraca panas, didapatkan :

Q	=	183.630,0055	KJ/Jam
	=	174.047,6409	Btu/Jam
panas jenis pendingin (cpc)	=	1,2695	Btu/lb/ °F

suhu pendingin masuk (t1) = 30 °C = 86 °F

suhu pendingin keluar (t2) = 45 °C = 113 °F

massa pendingin (mc) = Q/cpc/(t2-t1)

= 5077,754174 lb/jam

di = 49,00 in

do = 54,00 in

Jarak dinding jaket dengan

dinding reaktor (Y) = 0,0833 ft = 1,00 in

Sekat antar sepiral jaket (Z) = 0,1667 ft = 2,00 in

diameter ekuivalen jaket (de) = de = $\frac{4\ Y\ Z}{2\ (\ Y\ +\ Z\ )}$

= 0,11 ft

luas penampang saluran dalam (AJ) = Y x Z

= 0,0139 ft^2

Menghitung koefisien transfer panas di dalam jaket (ho) :

Sifat fisis pendingin :

densitas (ρc)	=	63,4250	lb/ft^3
konduktifitas (kc)	=	35,9659	Btu/j/ft/F
panas jenis (cpc)	=	1,2695	Btu/lb/F
viskositas (μc)	=	1,6978	lb/ft/j

Kecepatan melalui saluran (v) = mc/ ρc/ Aj = 5764,2636 ft/j

= 1,6 ft/s

Bilangan Reynolds (Re) = ρc v de/ μc = 23926,8532

Bilangan Prandtl (Pr) = cpc μc/kc = 0,05992683

Koefisien transfer panas (Pers 12.11 Coulson v.6)

$$ho = \frac{k}{de}\ 0{,}023\ \ Re^{0{,}8}\ \ Pr^{1/3} = 9287{,}89553 \quad Btu/j/ft^2/F$$

Koreksi ho :

hoi = OD/ID x ho = 10235,63997 Btu/j/ft^2/F

Menghitung koefisien transfer panas di dalam reaktor (hi) :

Sifat fisis fluida proses :

densitas (ρh)	=	43,7161501	lb/ft^3
konduktifitas (kh)	=	0,33178609	Btu/j/ft/F
panas jenis (cph)	=	0,8456056	Btu/lb/F
viskositas (μh)	=	0,52131072	lb/ft/j
Diameter reaktor	=	4,083	ft

Bilangan Reynolds (Re) = ρh v ID/ μh = 23926,8532

Bilangan Prandtl (Pr) = cph μh/kh = 1,32863697

Koefisien transfer panas (Pers 12.86c Coulson v.6)

$$hi = \frac{k}{de}\, 0{,}023 \;\; Re^{0{,}8} \;\; Pr^{1/3} = 6{,}54357505 \text{ Btu/j/ft^2/F}$$

Menghitung koefisien transfer panas overall (Ud) :

Koefisien transfer panas overall saat masih bersih (Uc) :

$$Uc = \frac{hoi\ hi}{hoi + hi} = 6{,}54 \text{ Btu/j/ft^2/F}$$

Dirt factor (Rd) :

Fluida proses	=	0,001 j ft^2 F/Btu
Pendingin	=	0,001 j ft^2 F/Btu
Rd	=	0,002 j ft^2 F/Btu

1/Ud = 1/Uc + Rd = 0,15491936 j ft^2 F/Btu

Ud = 6,4550 Btu/j/ft^2/F

Menghitung kebutuhan luas transfer panas (A) :

Suhu reaktor (TR) = 252 oC = 485,6 oF

Log mean temperatur difference (LMTD) :

$$LMTD = \frac{(T_R - t_2) - (T_R - t_1)}{\ln\left[\frac{T_R - t_2}{T_R - t_1}\right]} = 385{,}9426 \text{ oF}$$

A = Q/ Ud / LMTD = 70 ft^2

A yang diperoleh dari persamaan di atas tidak boleh lebih besar dari luas shell yang tercelup cairan proses + luas bottom.

Luas shell tercelup cairan (Ashell) :

A shell = ID* 3,14* L

ID = diameter dalam reaktor = 4,00

L = tinggi cairan di reaktor = 99,5

A shell = 1249,532426 ft^2

Luas bottom (Abot)

Luas bottom didekati dengan luas lingkaran :

Abot=3,14/4 x ID^2 = 12,56 ft^2

Luas total (Aj) :

Aj = Ashell+Abot = 1262,09243 f^2

Maka jaket mencukupi kebutuhan transfer panas.

Nozzle pendingin

ρ	=	999	kg/m^3
G	=	3,103	kg/s
V=		3,1,E-03	m^3/s
dipakai v=		3	m/s
Apipa=		0,001035393	m^2
D =		0,04 m =	1,43 in

Dipilih pipa standard :

IPS	=	1 1/2	in	
Sch.	=	40		
ID	=	1,61 in =		0,0409 m
OD	=	1,90 in =		0,04826 m

3. Mencari faktor kekotoran pipa terpakai (Rd)

Rumus :

$$Rd = \frac{U_C - U_D}{U_C \times U_D}$$

$$Rd = \frac{6,5394 - 6,4550}{6,5394 \times 6,4550}$$

$$= 0,0200 \geq 0,0020$$

Rd perhitungan > Rd ketetapan (memenuhi persyaratan)

4. *Cheking Preasure drop*

Diketahui :

N_{Ret} = 2,3927E+04

Berdasarkan Donal Q. Kern. fig. 26. hal. 836, didapatkan harga f :

f = 0,00015 ft^2/in^2

ρ = 43,7162 ft^3/lb

$$S = \frac{\rho}{62,5} = \frac{43,7162}{62,5} = 0,6995$$

G_t = 16.827,2094 $lb/ft^2.Jam$

$$\Delta P_t = \frac{f \cdot G_t^2 \cdot \rho \cdot n}{5,22.10^{10} \cdot ID \cdot S \cdot \Phi_t}$$ (Donald Q, Kern. pers. 7.45. hal. 148)

$$= \frac{0,00015 \times 16.827,2094^2 \times 43,716 \times 1}{5,22E+10 \times 4,0000 \times 0,6995 \times 1,0000}$$

= 1,2713E-05

$$\Delta P_r = \frac{4.n}{s} \times \frac{V^2}{2.g}$$ (Donald Q, Kern. pers. 7.46. hal. 148)

Berdasarkan Donal Q. Kern. fig. 27. hal. 837, didapatkan nilai $V^2/2.g$ = 0,0010 psi, sehingga :

$$\Delta P_r = \frac{4 \times 1 \times 0,0010 \times 62,5}{0,699458421 \times 144}$$

= 2,4821E-03 psi

maka *total preasure drop* pada *tube* reaktor adalah :

$\Delta P_{total} = \Delta P_t + \Delta P_r$ (Donald Q, Kern. pers. 7.47. hal. 148)

= 1,2713E-05 + 2,4821E-03

= 0,0025 psi

Maximum preasure drop yang diizinkan dalam reaktor adalah 2 psi maka perencanaam telah terpenuhi.

6.2. Perancangan *Nozzle*

Pada reaktor terdapat beberapa *nozzle* yang terbagi dalam 2 tempat, yaitu :

a. *Nozzle* pada tutup bawah

- *Nozzle* untuk pengeluaran produk larutan gliserol

b. *Nozzle* pada silinder

- *Nozzle* untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin
- *Nozzle* untuk pemasukan bahan baku RBDPS
- *Nozzle* untuk pemasukan bahan baku air
- *Nozzle* untuk pengeluaran produk asam lemak
- *Nozzle* untuk pemasangan *preasure control*
- *Nozzle* untuk manhole

Adapun perhitungan untuk *nozzle* adalah sebagai berikut :

a. *Nozzle* Pada Tutup Bawah

- *Nozzle* untuk pengeluaran produk larutan gliserol

Diketahui :

Rate bahan keluar	=	1.958	Kg/Jam	=	4.317,4595	lb/Jam
ρ campuran	=	43,7162	lb/ft^3			
μ campuran	=	0,21	cp	=	0,00014	lb/ft.detik

Maka :

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

$$= \frac{4.317,4595 \text{ lb/Jam}}{43,7162 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 98,7612 \text{ ft}^3\text{/Jam} = 0,0274 \text{ ft}^3\text{/detik}$$

Pemilihan diameter *nozzel* berdasarkan diameter pipa :

Asumsi aliran fluida adalah turbulen $N_{RE} > 2100$, maka :

$ID_{optimum} = 3,9\,(Q)^{0,45} \cdot (\rho)^{0,13}$ (Klaus D. Timmerhaus, pers. 15. hal. 496)

$= 3,9 \times (\ 0,0274\ )^{0,45} \times (\ 43,716\ )^{0,13}$

$= 1,2635$ in $\approx$ 1 1/4 in

Dipilih pipa standard berdasarkan App. K. Brownell & Young. hal. 390, yaitu :

$D_{nominal}$	=	1 1/4	in	Sch	40
OD	=	1,66	in		
ID	=	1,38	in	=	0,1150 ft

$$\text{Laju alir fluida (v)} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi/4 \times di^2}$$ (Christie J. Geankoplis, hal. 49)

$$= \frac{0{,}0274 \text{ ft}^3/\text{detik}}{\frac{3{,}14}{4} \times (0{,}1150 \text{ ft})^2}$$

$$= 2{,}6425 \text{ ft/detik}$$

$$N_{Re} = \frac{ID \times v \times \rho}{\mu}$$ (Christie J. Geankoplis. pers. 2.5-1. hal. 49)

$$= \frac{0{,}1150 \text{ ft} \times 2{,}6425 \text{ ft/detik} \times 43{,}716 \text{ lb/ft}^3}{0{,}000141114 \text{ lb/ft.detik}}$$

$$= 94.143 > 2100$$ (memiliki aliran turbulen)

b. *Nozzle* Pada Silinder

- *Nozzle* untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin

Diketahui :

Rate air pendingin masu	=	2.308	Kg/Jam
	=	5.077,7542	lb/Jam
ρ pendingin	=	0,9965	g/cm^3
	=	62,2095	lb/ft^3
μ pendingin	=	0,8549	cp
	=	5,7443E-04	lb/ft.detik

Rate volumetrik (Q) $= \frac{m}{\rho}$

$$= \frac{5.077{,}7542 \text{ lb/Jam}}{62{,}2095 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 81{,}6234 \text{ ft}^3/\text{Jam}$$

$$= 0{,}0227 \text{ ft}^3/\text{detik}$$

Pemilihan diameter *nozzel* berdasarkan diameter pipa :

Asumsi aliran fluida adalah turbulen $N_{RE} > 2100$, maka :

$$ID_{optimum} = 3{,}9\,(Q)^{0{,}45} \cdot (\rho)^{0{,}13}$$ (Klaus D. Timmerhaus, pers. 15. hal. 496)

$$= 3{,}9 \times (0{,}0227)^{0{,}45} \times (62{,}210)^{0{,}13}$$

$$= 1{,}2141 \text{ in} \approx 1\ 1/4 \text{ in}$$

Dipilih pipa standard berdasarkan App. K. Brownell & Young. hal. 390, ya

$D_{nominal}$ = 1 1/4 in Sch 40

OD = 1,6600 in

ID = 1,3800 in = 0,1150 ft

Laju alir fluida (v) $= \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi/4 \times di^2}$ (Christie J. Geankoplis

$$= \frac{0{,}0227\ ft^3/detik}{\frac{3{,}14}{4} \times (0{,}1150\ ft)^2}$$

= 2,1840 ft/detik

$N_{Re} = \frac{ID \times v \times \rho}{\mu}$ (Christie J. Geankoplis. pers. 2.5-1.

$$= \frac{0{,}1150\ ft \times 2{,}18397221\ ft/detik \times 62{,}210\ lb/ft^3}{5{,}7443E\text{-}04\ lb/ft.detik}$$

= 27.199,5597 > 2100 (memiliki aliran turbulen)

- *Nozzle* untuk pemasukan RBDPS

Diketahui :

Rate RBDPS masuk	=	5.089	Kg/Jam
	=	11.194,7324	lb/Jam
ρ RBDPS	=	0,6	g/cm^3
	=	37,4568	lb/ft^3
μ RBDPS	=	6,0	cp
	=	4,0318E-03	lb/ft.detik

Rate volumetrik (Q) $= \frac{m}{\rho}$

$$= \frac{11.194{,}7324\ lb/Jam}{37{,}4568\ lb/ft^3}$$

= 298,8705 ft^3/Jam

= 0,0830 ft^3/detik

Pemilihan diameter *nozzel* berdasarkan diameter pipa :

Asumsi aliran fluida adalah turbulen N_{RE} > 2100, maka :

$ID_{optimum} = 3,9\ (Q)^{0,45} .\ (\rho)^{0,13}$ (Klaus D. Timmerhaus, pers. 15. hal. 496)

$= 3,9 \times (\ 0,0830\ )^{0,45} \times (\ 37,457\ )^{0,13}$

$= 2,0382$ in ≈ 2 in

Dipilih pipa standard berdasarkan App. K. Brownell & Young. hal. 390, yaitu :

$D_{nominal}$ = 2 in Sch 40

OD = 2,3800 in

ID = 2,0700 in = 0,1725 ft

Laju alir fluida (v) $= \dfrac{Q}{A} = \dfrac{Q}{\pi/4 \times di^2}$ (Christie J. Geankoplis, hal. 49)

$= \dfrac{0,0830\ ft^3/detik}{\dfrac{3,14}{4} \times (\ 0,1725\ ft)^2}$

$= 3,5541$ ft/detik

$N_{Re} = \dfrac{ID \times v \times \rho}{\mu}$ (Christie J. Geankoplis. pers. 2.5-1. hal. 49)

$= \dfrac{0,1725\ ft \times 3,55412492\ ft/detik \times 37,457\ lb/ft^3}{4,0318E\text{-}03\ lb/ft.detik}$

$= 5.695,7553 > 2100$ (memiliki aliran turbulen)

- *Nozzle* untuk pemasukan air proses

Diketahui :

Rate air masuk	=	2.544	Kg/Jam
	=	5.597,3662	lb/Jam
ρ air	=	0,7800	g/cm^3
	=	48,6938	lb/ft^3
μ air	=	0,1100	cp
	=	7,3917E-05	lb/ft.detik

Rate volumetrik (Q) $= \dfrac{m}{\rho}$

$= \dfrac{5.597,3662\ lb/Jam}{48,6938\ lb/ft^3}$

$= 114,9502\ ft^3/Jam$

$= 0{,}0319 \quad ft^3/detik$

Pemilihan diameter *nozzel* berdasarkan diameter pipa :

Asumsi aliran fluida adalah turbulen $N_{RE} > 2100$, maka :

$ID_{optimum} = 3{,}9\,(Q)^{0,45} \cdot (\rho)^{0,13}$ (Klaus D. Timmerhaus, pers. 15. hal. 496)

$= 3{,}9 \times (\ 0{,}0319\ )^{0,45} \times (\ 48{,}694\ )^{0,13}$

$= 1{,}3719$ in $\approx$ 1 1/4 in

Dipilih pipa standard berdasarkan App. K. Brownell & Young. hal. 390, yaitu :

$D_{nominal}$ = 1 1/4 in Sch 40

OD = 1,6600 in

ID = 1,3800 in = 0,1150 ft

Laju alir fluida (v) $= \dfrac{Q}{A} = \dfrac{Q}{\pi/4 \times di^2}$ (Christie J. Geankoplis, hal. 49)

$= \dfrac{0{,}0319\ ft^3/detik}{\dfrac{3{,}14}{4} \times (\ 0{,}1150\ ft)^2}$

$= 3{,}0757$ ft/detik

$N_{Re} = \dfrac{ID \times v \times \rho}{\mu}$ (Christie J. Geankoplis. pers. 2.5-1. hal. 49)

$= \dfrac{0{,}1150\ ft \times 3{,}07568503\ ft/detik \times 48{,}694\ lb/ft^3}{7{,}3917E\text{-}05\ lb/ft.detik}$

$= 233.008{,}1725 > 2100$ (memiliki aliran turbulen)

- *Nozzle* untuk pengeluaran produk *asam lemak*

Diketahui :

Rate bahan keluar	=	5.674	Kg/Jam	=	12.509,7499	lb/Jam
ρ campuran	=	37,4	lb/ft^3			
μ campuran	=	5	cp	=	0,00335985	lb/ft.detik

Maka :

Rate volumetrik (Q) $= \dfrac{m}{\rho}$

$= \dfrac{12.509{,}7499\ lb/Jam}{37{,}4400\ lb/ft^3}$

$= 334,1279 \quad ft^3/Jam$

$= 0,0928 \quad ft^3/detik$

Pemilihan diameter *nozzel* berdasarkan diameter pipa :

Asumsi aliran fluida adalah turbulen $N_{RE} > 2100$, maka :

$ID_{optimum} = 3,9\,(Q)^{0,45} \cdot (\rho)^{0,13}$ (Klaus D. Timmerhaus, pers. 15. hal. 496)

$= 3,9 \times (\ 0,0928\ )^{0,45} \times (\ 37,440\ )^{0,13}$

$= 2,143$ in $\approx$ 2 1/2 in

Dipilih pipa standard berdasarkan App. K. Brownell & Young. hal. 390, yaitu :

$D_{nominal}$ = 2 1/2 in Sch 40

OD = 2,8800 in

ID = 2,4700 in = 0,2058 ft

Laju alir fluida (v) $= \dfrac{Q}{A} = \dfrac{Q}{\pi/4 \times di^2}$ (Christie J. Geankoplis, hal. 49)

$= \dfrac{0,0928\ ft^3/detik}{\dfrac{3,14}{4} \times (\ 0,2058\ ft)^2}$

$= 2,7907$ ft/detik

$N_{Re} = \dfrac{ID \times v \times \rho}{\mu}$ (Christie J. Geankoplis. pers. 2.5-1. hal. 49)

$= \dfrac{0,2058\ ft \times 2,7907\ ft/detik \times 37,440\ lb/ft^3}{0,00335985\ lb/ft.detik}$

$= 6.400,8975 > 2100$ (memiliki aliran turbulen)

- *Nozzle* untuk pemasangan *preasure control*

Pengukuran serta pengontrolan suhu dan tekanan dilakukan dengan menggunakan alat kontrol yang akan dipasang pada tutup atas. Pada pemasangan alat kontrol ini digunakan lubang dengan ukuran sebagai berikut :

Berdasarkan App. K. Brownell & Young. hal. 387, dipilih pipa dengan ukuran :

$D_{nominal}$ = 1 in Sch 40 ST 40S

OD = 1,3440 in

ID = 1,0490 in = 0,0874 ft

- *Nozzle* untuk manhole

Manhole dibuat berdasarkan standart yang ada yaitu 20 in (Brownell & Young, fig. 315 hal 51), dipilih pia pipa dengan ukuran :

$D_{nominal}$	=	20	in	Sch	40	
OD	=	27,500	in			
ID	=	20,313	in	=	1,6928	ft

Kesimpulan perancangan *nozzle* :

a. *Nozzle* Pada Tutup Bawah

- *Nozzle* untuk pengeluaran produk larutan gliserol

Ukuran	:	1 1/4	in	Sch	40
OD	:	1,6600	in		
ID	:	1,3800	in		

b. *Nozzle* Pada Silinder

- *Nozzle* untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin

Ukuran	:	1 1/4	in	Sch	40
OD	:	1,6600	in		
ID	:	1,3800	in		

- *Nozzle* untuk pemasukan RBDPS

Ukuran	:	2	in	Sch	40
OD	:	2,3800	in		
ID	:	2,0700	in		

- *Nozzle* untuk pemasukan air proses

Ukuran	:	1 1/4	in	Sch	40
OD	:	1,6600	in		
ID	:	1,3800	in		

- *Nozzle* untuk pengeluaran produk *asam lemak*

Ukuran	:	2 1/2	in	Sch	40
OD	:	2,8800	in		
ID	:	2,4700	in		

- *Nozzle* untuk pemasangan *preasure control*

  $D_{nominal}$ = 1 in Sch 40 ST 40S

  OD = 1,3440 in

  ID = 1,0490 in = 0,0874 ft

- *Nozzle* untuk manhole

  $D_{nominal}$ = 20 in Sch 40

  OD = 27,500 in

  ID = 20,313 in = 1,6928 ft

Penentuan *Flange* pada *nozzle* :

Flange digunakan pada *nozzle* adalah *flange standard type Welding Neck*.

Berdasarkan tabel 12.2. hal. 221. Brownell & Young, diperoleh dimensi *flange* untuk semua *nozzle*, adapun dimensi *flange* tersebut adalah sebagai berikut :

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	1 1/4	4 5/8	5/8	2 1/2	2 5/16	1,66	2 1/4	1,05
B	1 1/4	4 5/8	5/8	2 1/2	2 5/16	2	2 1/4	1,05
C	2	6	3/4	3 5/8	3 1/16	2,38	2 1/2	2,07
D	1 1/4	4 5/8	5/8	2 1/2	2 5/16	2	2 1/4	1,05
E	2 1/2	7	7/8	4 1/8	3 9/16	2,88	2 3/4	2,47
F	1	4 1/4	9/16	2	1 15/16	1	2 3/16	1,05
G	20	27 1/2	1 11/16	23	22	20	5 11/16	19,25

Keterangan :

- *Nozzle* A = *Nozzle* untuk pengeluaran produk larutan gliserol
- *Nozzle* B = *Nozzle* untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin
- *Nozzle* C = *Nozzle* untuk pemasukan RBDPS
- *Nozzle* D = *Nozzle* untuk pemasukan air proses
- *Nozzle* E = *Nozzle* untuk pengeluaran asam lemak
- *Nozzle* F = *Nozzle* untuk pemasangan *preasure control*
- *Nozzle* G = *Nozzle* untuk manhole
- NPS = Ukuran pipa nominal, in

- A = Diameter luar *flange*, in
- T = Ketebalan *flange* minimum, in
- R = Diameter luar bagian yang menonjol, in
- E = Diameter *hub* dasar, in
- K = Diameter *hub* pada titik pengelasan, in
- L = Panjang melewati *hub*, in
- B = Diameter dalam dari dinding pipa standard, in

c. Sparger

Sparger air:

Massa air masuk	=	2542,3	kg/j
Densitas air	=	775,57	kg/m^3
Volume air masuk	=	3,3	m^3/j
Dipakai diameter lubang	=	0,50	cm =
	=	0,0050	m
Luas 1 lubang	=	0,000019625	m^2
Kecepatan cairan melewati lubang	=	0,2	m/det
		720	m/j

luas penampang total lubang yang diperlukan = 0,0046 m^2

Jumlah lubang yang diperlukan = 231,9893

= 232 lubang

Sparger RBDPS

Massa RBDPS masuk	=	5084,7	kg/j
Densitas RBDPS	=	600,00	kg/m^3
Volume RBDPS masuk	=	8,5	m^3/j
Dipakai diameter lubang	=	0,5	cm =
	=	0,005	m
Luas 1 lubang	=	1,9625E-05	m^2
Kecepatan cairan melewati lubang	=	0,20	m/det
	=	720	m/j

luas penampang total lubang yang diperlukan = 0,0118 m^2

Jumlah lubang yang diperlukan = 599,75

= 600 lubang

6.3. Perancangan Penguat (*Reinforcement*)

- Menentukan lubang maksimum tanpa penguat

$$K = \frac{P \cdot Do}{2 \cdot ts \cdot f}$$ (Herman C. Hense. pers 10.29. hal. 280)

Dimana :

P	=	Tekanan desain	=	643,1491	psig
Do	=	Diameter luar *shell*	=	54	in
ts	=	Tebal *shell*	=	$2\frac{1}{2}$	in
f	=	Stress yang diizinkan	=	17.128	

Sehingga :

$$K = \frac{P \cdot Do}{2 \cdot ts \cdot f}$$

$$= \frac{643{,}1491 \times 54}{2 \times 2\frac{1}{2} \times 17.128}$$

$$= 0{,}4055$$

$$Do \times ts = 54 \times 2\frac{1}{2}$$

$$= 135 \text{ in}^2$$

Dari Hesse, fig. 10.27, diperoleh bahwa lubang (diameter maks) = 2,1 in

Dikarenakan lubang maksimum yang diizinkan adalah 2,1 in, maka setiap lubang yang memiliki ukuran lebih besar dari 2,1 in memerlukan penguat. Nozzle yang perlu penguat adalah nozzle E dan G

- Untuk nozzle E

ID nozzle	=	2,4700 in
Tekanan operasi	=	643,1491 psig
Stress yang diijinkan	=	17.128 psig

Persamaan dari Hesse dan Rouston :

$$t = \frac{P.Di}{1,8.f} = 0,05 \text{ in}$$

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

Luas penguat :

$$A = (2\,ID - 2)\,t$$ (Pers. 10.31 Hesse)

$$= 0,1838 \text{ in}^2$$

Digunakan penguat berbentuk cincin :

$$A = \frac{(DO^2 - Dh^2)}{4}$$

DO = 2,6146 in

jadi diameter luar penguat = 2,6146 in

- Untuk nozzle G

ID nozzle	=	20,3130 in
Tekanan operasi	=	643,1491 psig
Stress yang diijinkan	=	17.128 psig

Persamaan dari Hesse dan Rouston :

$$t = \frac{P.Di}{1,8.f} = 0,42 \text{ in}$$

$$= 7/16 \text{ in}$$

Luas penguat :

$$A = (2\,ID - 2)\,t$$ (Pers. 10.31 Hesse)

$$= 16,899 \text{ in}^2$$

Digunakan penguat berbentuk cincin :

$$A = \frac{(DO^2 - Dh^2)}{4}$$

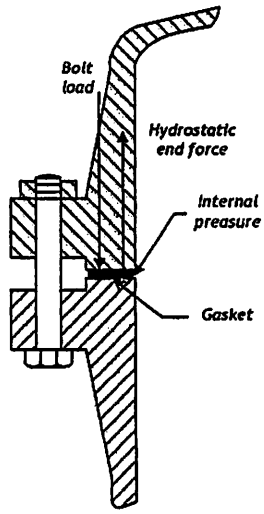
DO = 21,914 in

jadi diameter luar penguat = 21,914 in

6.4. Perancangan Dimensi *Gasket, Bolting* dan *Flange* pada tangki reaktor

Perancangan sambungan bagian tutup (*head*) dengan dinding (*shell*) reaktor ditujukan untuk mempermudah perawatan dan perbaikan dari reaktor itu sendiri. Adapun bagian tutup reaktor (*head*) dan bagian dinding (*shell*) dari reaktor

dihubungkan dengan meggunakan sistem *flange* dan *bolting.*



(Brownell & Young. Fig. 12.10. hal. 227)

Gambar 6.4.1. Dimensi *Gasket* dan *Bolting*

a. Perancangan *Gasket*

Bahan	:	*Solid Flate metal, stailess stell*
Gasket factor (m)	:	6,5
Minimum design seating stress (y)	:	26.000 psi

(Brownell & Young. fig. 12.11. hal. 228)

b. Perancangan *Bolting*

Bahan	:	*Low Alloy Steel* SA - 193 *grade* B7a
Tensile stress minimal	:	55.000 psi
Allowable stress (f_b)	:	20.000

(Brownell & Young. tabel. 13.1. hal. 252)

c. Perancangan *Flange*

Bahan	:	*High Alloy Steel* SA *240 Grade M Type 316*
Tensile stress minimal	:	75.000 psi
Allowable stress	:	17.128
Flange type	:	*Ring Flange Loose Type*

(Brownell & Young. App D. hal. 342)

Adapun perhitungan perancangan *gasket, bolting* dan *flange* adalah sebagai berikut :

Adapun perhitungan perancangan *gasket, bolting* dan *flange* adalah sebagai berikut :

a. Perancangan *Gasket*

1. Penentuan lebar *gasket*

$$\frac{do}{di} = \sqrt{\frac{y - p \cdot m}{y - p(m + 1)}}$$ (Brownell & Young. Pers. 12.2. hal. 226)

Dimana :

do = diameter luar *gasket*

di = diameter dalam *gasket* = do shell = 54 in

y = *yield stress* = 26.000 psia

p = *internal preasure* = 643,15 psia

m = *gasket factor* = 6,5

t_{gaske} = tebal *gasket* = 2,5000 in

$$\frac{do}{di} = \sqrt{\frac{y - p \cdot m}{y - p(m + 1)}}$$

$$\frac{do}{di} = \sqrt{\frac{26.000 - 643,15 \times 6,5}{26.000 - 643,15 \times 6,5 + 1}}$$

= 1,0151

di = do shell = 54 in

Sehingga :

do = 1,0151 × 54

= 54,8139 in

Lebar *gasket* minimum (n) $= \frac{do - di}{2}$

$= \frac{54,814 - 54}{2}$

= 0,4069 in

$= 0,4069 \times \frac{16}{16}$

$= \frac{6,5111}{16} \approx \frac{22}{16}$

Diambil nilai *gasket* (n) $= \frac{22}{16} = 1,3750$

Diameter rata-rata *gasket* (G) = di + lebar *gasket*

= 54 + 1,3750

= 55,375 in

2. Menghitung beban *gasket* (W_{m2})

$W_{m2} = H_y = \pi \cdot b \cdot G \cdot y$ (Brownell & Young. pers. 12.88. hal. 240)

Dimana :

b = lebar efektif *gasket* (in)

y = *yield stress* (lb/in^2)

G = Diameter rata-rata *gasket* (in)

Berdasarkan Brownell & Young. Fig. 12.12. hal. 229 :

Lebar *setting gasket* bawah

$b = b_o$ untuk $b_o \leq 1/4$ in

$b = \frac{b_o}{2}$ untuk $b_o > 1/4$

maka $b_o = \frac{n}{2} = \frac{1,375}{2} = 0,6875$ in

$b = \frac{b_o}{2}$

$= \frac{0,6875}{2}$

= 0,41458 in

Sehingga didapatkan H_y :

$W_{m2} = H_y = \pi \cdot b \cdot G \cdot y$ (Brownell & Young. pers. 12.88. hal. 240)

= 3,14 × 0,4146 × 55,375 × 26.000

= 937.115,4439 lb

Beban untuk menjaga sambungan (H_p)

$H_p = 2 \cdot \pi \cdot b \cdot G \cdot m \cdot p$ (Brownell & Young. pers. 12.90. hal. 240)

= 2 × 3,14 × 0,4146 × 55,375 × 6,5 × 643,15

= 262.045,6424 lb

Beban karena tekanan dalam (H)

$H = \pi/4 \cdot G^2 \cdot p$ (Brownell & Young. pers. 12.89. hal. 240)

$= \frac{3,14}{4} \times 55,3750^2 \times 643,15$

$= 516.044,9868$ lb

Menghitung beban operasi total pada kondisi kerja (W_{m1})

$W_{m1} = H + H_p$ (Brownell & Young. pers. 12.91. hal. 240)

$= 516.044,9868 + 262.045,6424$

$= 778.090,6292$ lb

Dapat dilihat bahwa $W_{m1} < W_{m2}$, sehingga dapat disimpulkan bahwa beban kerja yang digunakan dalam proses adalah W_{m2}.

b. Perancangan *Bolting*

1. Perhitungan luas minimum *bolting*

$A_m = \frac{W_{m1}}{f_b}$ (Brownell & Young. pers. 12.92. hal. 240)

$= \frac{778.090,6292}{20.000}$

$= 38,9045$ in^2

2. Perhitungan luas optimum area

Untuk mandapatkan ukuran baut dapat dicoba ukuran baut standard berdasarkan Brownell and Young, tabel. 10.4. hal. 188, yaitu :

- Ukuran baut : 3 in
- *Root area* : 5,6210 in^2

Jumlah *bolting* minimum (N) $= \frac{Am}{\text{root area}}$

$= \frac{38,9045}{5,621}$

$= 6,9213 \approx 7$ buah

Berdasarkan tabel 10.4. hal. 188, Brownell & Young diperoleh data :

- *Bolt size* : 3 in
- *Root area* : 5,6210 in^2

- *Bolt spacing* (B_s) : 6 1/4 in
- *Min. radial distance (R)* : 3 5/8 in
- *Edge distance* (E) : 2 7/8 in

Evaluasi lebar *gasket*

$A_{b\ actual}$ = jumlah *bolt* × *root area*

= 7 × 5,6210

= 39,3470

Lebar *gasket* minimum

$$W = A_{b\ actual} \times \frac{f}{2 \times \pi \times y \times G}$$

$$= 39{,}3470 \times \frac{20.000}{2 \times \pi \times 26.000 \times 55{,}375}$$

= 0,08703519 in < 1,3750 in (memenuhi)

Berdasarkan perhitungan tsb, dapat dilihat bahwa nilai W < dari lebar *gasket* minimum yang telah ditentukan yaitu 1,3750 in, sehingga lebar *gasket* telah memenuhi.

b. Perancangan *Flange*

1. Menghitung diameter luar *flange* (A)

A = OD = *Bolt area diameter* + 2 . E

= C + 2 . E

Menentukan *bolt circle diameter* (C)

C = di shell + 2 (1,415 . g_o + R)

Dimana

di shell = 49,0000 in

g_o = tebal shell = 2,5000 in = $^{40}/_{16}$

Sehingga :

C = di shell + 2 (1,415 . g_o + R)

$$= 49{,}0000 + 2 \times 1{,}4150 \times \frac{40}{16} + 3\frac{5}{8}$$

= 63,325 in

= 5,2771 ft

$$A = OD = C + 2 . E$$

$$= 63,325 + 2 \times 2\frac{7}{8}$$

$$= 69,0750 \text{ in}$$

$$= 5,7563 \text{ ft}$$

2. Perhitungan *moment*

- Total *moment* pada kondisi operasi

$M_o = M_D + M_G + M_T$ (Brownell & Young. pers. 12.99. hal. 242)

Berdasarkan Brownell & Young. pers. 12.94. hal. 242, untuk keadaan *bolting up* (tanpa tekanan dalam) :

$$W = \frac{A_m + A_b}{2} \times f_b$$ (Brownell & Young. pers. 12.94. hal. 242)

$$= \frac{38,9045 + 39,3470}{2} \times 20.000$$

$$= 782.515,3146 \text{ lb}$$

Jarak radial dari beban *gasket* yang bereaksi terhadap *bolt circle*

$$h_G = \frac{C - G}{2}$$ (Brownell & Young. pers. 12.101. hal. 242)

$$= \frac{63,3250 - 55,3750}{2}$$

$$= 3,975 \text{ in}$$

- Moment *flange* (M_a) :

$M_a = W . h_G$ (Brownell & Young. hal. 243)

$$= 782.515,3146 \times 3,975$$

$$= 3.110.498,3755 \text{ lb . in}$$

Dalam kondisi operasi :

$$W = W_{m1} = 782.515,3146 \text{ lb}$$

Tekanan *hydrostatic* pada daerah dalam *flange* (H_D)

H_D = 0,785 . B^2 . P (Brownell & Young. pers. 12.96. hal. 242)

Dimana :

B = do shell = 54,0000 in

p = tekanan operasi = 643,1491 psig

Maka :

H_D = 0,785 . B^2 . P

= 0,785 × 54,0000 ^{2} × 643,1491

= 490.735,6451 lb

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

$$h_D = \frac{C - B}{2}$$ (Brownell & Young. pers. 12.100. hal. 242)

$$= \frac{63,3250 - 54,0000}{2}$$

= 4,6625 in

- Menghitung *moment* M_D

M_D = H_D . h_D (Brownell & Young. pers. 12.96. hal. 242)

= 490.735,6451 × 4,6625

= 2.288.054,9453 lb . in

- Menghitung komponen *moment* ke M_G

Perbedaan antara beban baut *flange* dengan gaya hidrostatis total :

H_G = W - H = W_{m1} - H (Brownell & Young. pers. 12.98. hal. 242)

= 782.515,3146 - 516.044,9868

= 266.470,3278 lb

- Menghitung *moment* M_G

M_G = H_G . h_G (Brownell & Young. pers. 12.98. hal. 242)

= 266.470,3278 × 3,975

= 1.059.219,5529 lb . in

- Menghitung komponen *moment* ke M_T

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

H_T = H - H_D (Brownell & Young. pers. 12.97. hal. 242)

$= 516.044,9868 - 490.735,6451$

$= 25.309,3417$ lb

$$h_T = \frac{h_D + h_G}{2}$$ (Brownell & Young. pers. 12.102. hal. 242)

$$= \frac{4,6625 + 3,9750}{2}$$

$= 4,3188$ in

Sehingga :

$M_T = H_T \times h_T$ (Brownell & Young. pers. 12.97. hal. 242)

$= 25.309,342$ lb $\times$ $4,3188$ in

$= 109.304,7194$ lb . in

Moment total pada keadaan operasi (M_o) didapatkan :

$M_o = M_D + M_G + M_T$ (Brownell & Young. pers. 12.99. hal. 242)

$= 2.288.054,9453 + 1.059.219,5529 + 109.304,7194$

$= 3.456.579,2177$ lb . in ($M_a < M_o$ sehingga $M_{max} = M_o$)

$M_{max} = 3.456.579,2177$ lb . in

3. Perhitungan tebal *flange*

$$t = \left(\frac{Y \times M_{max}}{f \times B} \right)^{1/2}$$ (Brownell & Young. pers. 12.85, hal. 242)

Serta nilai k = A/B

Dimana :

A = diameter luar *flange*

B = diameter luar silinder reaktor

Sehingga :

$$k = \frac{A}{B} = \frac{5,7563 \text{ ft}}{4,5000 \text{ ft}}$$

$= 1,2792$

Berdasarkan Brownell & Young fig. 12,22. hal. 238, didapatkan nilai :

$Y = 14,5$

$M_{max} = 3.456.579,2177$ lb

Maka tebal *flange* :

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M_{max}}{f \times B}}$$

$$= \sqrt{\frac{14,5 \times 3.456.579,2177}{17.128 \times 54}}$$

$$= 7,3613 \text{ in} \approx 7\ 1/2 \text{ in}$$

Kesimpulan Perancangan :

a. *Gasket*

Bahan	:	*Solid Flate metal, stailess stell*
Gasket factor (m)	:	6,5
Minimum design seating stress (y)	:	26.000 psi
Lebar *Gasket* (n)	:	1,3750 in

b. Perancangan *Bolting*

Bahan	:	Low Alloy Steel SA - 193 grade B7a
Tensile stress minimal	:	55.000 psi
Allowable stress (f_b)	:	20.000
Ukuran Baut	:	3 in
Jumlah Baut	:	7 buah
Bolt spacing (B_s)	:	6 1/4 in
Min radial distanc e (R)	:	3 5/8 in
Edge distance (E)	:	2 7/8 in

c. Perancangan *Flange*

Bahan	:	*High Alloy Steel SA 240 Grade M Type 316*
Tensile stress minimal	:	75.000 psi
Allowable stress	:	17.128
Tebal *flange*	:	12 in
OD	:	69 in
Flange type	:	*Ring Flange Loose Type*

6.5. Perancangan Sistem Penyangga Reaktor

Sistem penyangga dirancang agar mampu menyangga beban -reaktor dan

beban lain yang ditahan oleh penyangga reaktor, antara lain meliputi :

- Berat shell reaktor
- Berat tutup atas reaktor
- Berat tutup bawah reaktor
- Berat isi reaktor
- Berat *attachment* (berat pelengkap lain)

a. Menentukan berat reaktor total

Dasar penentuan berat reaktor didasarkan pada data dimensi reaktor, adapun data tersebut antara lain :

- Bahan konstruksi	:	*High Alloy Steel SA 240 Grade M Type 316*				
- Tebal silinder (ts)	:	2,5000	in	=	0,2083	ft
- Tinggi silinder (Ls)	:	980,000	in	=	81,667	ft
- Diameter dalam silinder (di)	:	49,0000	in	=	4,0833	ft
- Diameter luar silinder (do)	:	54,0000	in	=	4,5000	ft
- Tek. internal reaktor (Pi)	:	643,1491	psig			

1. Menentukan berat reaktor kosong

Bahan konstruksi yang digunakan dalam pembuatan reaktor termasuk bahan steel, berdasarkan tabel 2-118, Perry's Handbook 7th, edition didapat densitas *steel* :

ρ = Densitas bahan konstruksi = 489 lb/ft^3

$W_s = {}^{\pi}/_{4} \times (do^2 - di^2) \times H \times \rho$

$= (3,14/4) \times (4,5000^2 - 4,0833^2) \times 81,667 \times 489$

$= 112.115,9913$ lb

2. Menentukan berat tutup atas reaktor

Tutup atas berbentuk standard *dished head*

Tebal tutup = tha = 2,5000 in = 0,2083 ft

Sehingga :

$V_{tutup\ dalam\ atas} = 0,0847 \times di^3$

$= 0,0847 \times 4,0833^3$

$= 5,766700429\ ft^3$

$V_{tutup\ luar\ atas} = 0,0847 \times (di + tha)^3$

$= 0,0847 \times (4,0833 + 0,2083)^3$

$= 6{,}6952 \quad ft^3$

$V_{dinding\ tutup\ atas} = V_{tutup\ luar\ atas} - V_{tutup\ dalam\ atas}$

$= 6{,}6952 - 5{,}76670043$

$= 0{,}9285 \quad ft^3$

Berat tutup atas :

$W_{tutup\ atas} = V_{dinding\ tutup\ atas} \times \rho_{steel}$

$= 0{,}9285 \times 489$

$= 454{,}0158 \quad lb$

3. Menentukan berat tutup bawah reaktor

Karean tutub bawah sama dengan tutup atas yang berbentuk standard dished head, maka didapatkan berat tutup bawah yaitu :

$W_{tutup\ bawah} = 454{,}0158 \quad lb$

4. Menentukan berat cairan dalam reaktor

$W = m \times \tau$

Diketahu :

$m = 7.632{,}8$ Kg/Jam $= 16.792{,}0986$ lb/Jam

$\tau = 10.800$ detik $= 3{,}0000$ Jam

$W = m \times \tau$

$= 16.792{,}0986 \times 3{,}0000$

$= 50.376{,}2958 \quad lb$

5. Menentukan berat air pendingin dalam jaket

$W_{air} = m \times \tau$

Diketahu :

$m = 2.308$ kg/jam $= 5.078$ lb/jam

$\tau = 1{,}00$ detik $= 0{,}0003$ jam

$W_{air} = m \times \tau$

$= 5.078 \times 0{,}0003$

$= 1{,}4105 \quad lb$

6. Berat *attachment* (berat pelengkap lain)

Berat *attachment* merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti *nozzle*

dan lain sebagainya. Berdasarkan Brownell & Young. hal. 157. diperoleh :

Bahwa $W_a = 18\% \times W_s$

Dimana :

W_a = Berat *attachment*

W_s = Berat silinder reaktor = 112.116,0 lb

Sehingga:

$W_a = 18\% \times W_s$

$W_a = 18\% \times 112.115,99 = 20.180,878$ lb

7. Menghitung berat total reaktor

$W_T = W_s + W_{tutup\ atas} + W_{tutup\ bawah} + W_{cairan} + W_{air} + W_a$

$= 454,0158 + 454,0158 + 50.376,296 + 1,4105 + 20.180,8784$

$= 71.466,6164$ lb

Mempertimbangkan faktor keamanan, maka ditentukan faktor keamanan 10% , sehingga berat total reaktor adalah :

$W_T = (100\% + 10\%) \times W_T$

$= 110\% \times 71.466,6164$

$= 78.613,2780$ lb

8. Menentukan kolom penyangga

Skirt

Diameter dalam skirt = 53,6250 in

Diameter luar skirt = 54,0000 in

Tebal skirt = tebal shell = 1,5 in

tinggi skirt = 10 ft (Brownell & Young hal 182)

Berat skirt

Rumus

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

Dimana :

Wsk = berat skirt, lb

do = diameter luar shell = 54,000 in = 4,5 ft

di = diameter dlm shell = 49,0000 in = 4,0833 ft

H = Tinggi skirt = 120,0000 in = 10,000 ft

ρ = Densitas dari bahan konstruksi 489,00 lb/ft^3

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

Berat skirt reaktor

Ws: 0,785 x [(20,25 - 17) x 10,0000 x 489

= 13728,5052 lb

= 6224,3857 Kg

6.6. Perancangan *Base plate*

Direncanakan :

- Bahan *base plate* = *concrete* (beton), maka :

  fbp = 600 lb/in^2 (H.C. Hesse. tabel 7.7. hal. 162)

a. Menentukan Luas *Base Plate*

$$Abp = \frac{P}{fbp}$$

(Brownell & Young. pers. 4.21. hal. 194)

Dimana :

Ab_p = luas *base plate* (in^2)

P = beban tiap *base plate*

fbp = *stress* yang diterima oleh tiap pondasi (600 lb/in^2)

Sehingga :

$$Abp = \frac{P}{fbp}$$

$$= \frac{19.653,3195}{600}$$

$$= 32,7555 \quad in^2$$

b. Menentukan panjang dan lebar *base plate*

Abp = l × p

Dimana :

l = lebar *base plate* = 2 . n + 0,80 . b

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

Dengan I beam berukuran 10 in, 10 × 4 $^5/_8$ diperleh :

h = 10 in

b = 4,9440 in

Berdasarkan H.C. Hesse, hal 163. diasumsikan m = n, maka :

Abp = l × p

32,7555 = (2 . n + 0,80 . b) × (2 . m + 0,95 . h)

32,7555 = (2 . m + (0,8000 × 4,9440) × (2 . m + (1 × 10)

32,7555 = (2 . m + 3,9552) × (2 . m + 9,5)

32,7555 = 4 . m^2 + 26,9104 m + 37,574

0 = 4 . m^2 + 26,9104 m - -4,8189

Dengan menggunakan rumus ABC diperoleh :

$$m_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2 \times a}$$

$$= \frac{-\ 26{,}9104 \pm \sqrt{26{,}9104^{\ 2} - 4 \times 4 \times (-4{,}8189)}}{2 \times 4}$$

m_1 = 6,5435 in m_2 = -6,5435 in

Diambil harga m positif = 6,5435 in

Karena m = n, maka :

Lebar *base plate* (l) = 2 . n + 0,80 . b

= 2 × 6,5435 + 0,80 × 4,9440

= 17,0422 in ≈ 17 in

Panjang *base plate* (p) = 2 . m + 0,95 . h

= 2 × 6,5435 + 0,95 × 10

= 22,5870 in ≈ 23 in

Berdasarkan perhitungan, diperoleh panjang *base plate* sebesar 23 in dan lebar *base plate* sebesar 17 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah :

23 × 17 in dengan luas A

Karena A = p × l > A = $\frac{P}{fbp}$, maka nilai A memenuhi.

c. Peninjauan terhadap *bearing capacity*

Rumus :

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

Dimana :

f = *bearing capacity* (lb/in^2)

P = beban dari tiap *base plate* = 19.653,319 lb

A = luas beban *base plate* = 32,7555 in^2

Sehingga :

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

$$= \frac{19.653,3195}{32,7555325}$$

$$= 600,0000 \text{ lb/in}^2$$

Kesimpulan :

Base plate dengan ukuran 14 × 9 in, ini dapat digunakan dengan aman karena beban yang harus ditahan 600,0000 lb/in2 < 600 lb/in2 (harga *stress maximum* beton)

d. Peninjauan terhadap m dan n

- panjang *base plate* (p)

  p = 2 . m + 0,95 . h

  23 = 2 × m + 0,95 × 10

  m = 6,7500 in

- lebar *base plate* (l)

  l = 2 . n + 0,80 . b

  17 = 2 × n + 0,80 × 4,9440

  n = 6,5224 in

Berdasarkan peninjauan dari nilai m dan n di atas, maka dipilih nilai m sebagai nilai yang mengontrol pemilihan tebal base plate dikarenaka nilai n < m.

e. Menentukan tebal *base plate*

$$tbp = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-4} \times p \times m^2}$$ (H.C. Hesse.pers. 7.12. hal 163)

Dimana :

tbp = tebal *base plate*

p = *actual unit preasure* yang terjadi pada *base plate* = 600,0000 lb/in^2

m = 6,7500 in

$$tbp = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-4} \times p \times m^2}$$

$$= \sqrt{1,50E\text{-}04 \times 600,0000 \times 6,75^2}$$

$$= 2,0250 \text{ in} \approx \frac{3}{4} \text{ in}$$

f. Menentukan Ukuran Baut

Diketahui :

Beban baut (P) = 19.653,3195 lb

Jumlah baut (n) = 6 buah

Maka beban tiap baut (P_{baut}) adalah :

$$P_{bau} = \frac{P}{n}$$

$$= \frac{19.653,3195}{6}$$

$$= 3.275,5532 \text{ lb}$$

- Menentukan luas baut

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

Dimana :

A_{baut} = luas baut

P_{baut} = beban tiap baut = 3.275,5532 lb

Bahan baut = *Low Alloy Steel SA - 193 grade B7a*

Allowable stress baut (f_{baut}) = 20.000 lb/in^2

Sehingga :

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

$$= \frac{3.275,5532}{20.000}$$

$= 0{,}1638 \ in^2$

$A_{baut} = {}^{\pi}/_{4} \times d_{baut}^2$

$0{,}1638 = 0{,}7850 \times d_{baut}^2$

$d_{baut}^2 = 0{,}2086$

$d_{baut} = 0{,}4568 \ in \approx \frac{1}{2} \ in$

Berdasarkan tabel 10.4. hal. 188, Brownell & Young diperoleh data untuk ukuran baut 1/2 in, memiliki dimensi baut sebagai berikut :

- *Bolt size* : 1/2 in
- *Root area* : 0,4190 in^2
- *Min. bolt spacing* (B_s) : 2 1/16 in
- *Min. radial distance (R)* : 1 1/4 in
- *Edge distance* (E) : 15/16 in
- *Nut dimension* : 1 7/16 in
- *Max. Fillet radius* (r) : 3/8 in

6.7. Perancangan Pondasi

Beban yang haris ditahan pondasi :

- Berat reaktor total
- Berat kolom penyangga
- Berat *base plate*

Ditentukan :

- Masing-masing kolom penyangga diberi pondasi
- Spesifikasi pondasi didasarkan atas berat beban setiap kolom penyangga pada sistem pondasi
- Spesifikasi untuk semua penyangga sama

Diketahui :

- Beban harus ditahan oleh setiap kolom penyangga = 78.613,2780 lb

a. Menentukan beban *base plate*

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

Dimana :

W_{bp} = beban *base plate*

p = panjang *base lpate* = 23 in = 1,9167 ft

l = lebar *base plate* = 17 in = 1,4167 ft

t = tebal *base plate* = 2,0250 in = 0,1688 ft

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

Sehingga :

W_{bp} = p × l × t × ρ

= 1,9167 × 1,416667 × 0,1688 × 489

= 224,06 lb

b. Menentukan beban penyangga

Persamaan yang digunakan :

W_p = l × A × ρ × f

Dimana :

W_p = beban kolom (lb)

l = tinggi kolom = 567,7189 in = 47,31 ft

A = luas kolom I beam = 2,9486 in^2 = 0,0205 ft^2

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

f = faktor korosi = 3,4

Sehingga :

W_p = l × A × ρ × f

= 47,31 × 0,020477 × 489 × 3,4

= 1.610,6460 lb

c. Menentukan berat total

W = W_T + W_{bp} + W_p

= 78.613,2780 + 224,0613 + 1.610,6460

= 80.447,9853 lb

Gaya yang bekerja pada pondasi dianggap gaya vertikal berat total kolom, sedangkan bidang kerja dianggap bujur sangkar dengan perencanaan ukuran sebagai berikut :

- luas tanah untuk pondasi = luas pondasi atas

= 40 × 40 = 1600 in^2

- luas tanah untuk dasar pondasi = luas pondasi bawah

  = 60 × 60 = 3600 in^2

- Tinggi pondasi = 40 in
- Maka luas permukaan rata-rata (A) :

$$A = \frac{40 + 60}{2} \times \frac{40 + 60}{2}$$

$$= 2500 \ in^2 = 17{,}3611 \ ft^2$$

- Volume pondasi

$V_{pondasi}$ = A × t

= 2500 × 40

= 100.000 in^3 = 57,8704 ft^3

- Berat pondasi didapatkan ($W_{pondasi}$) :

$W_{pondasi}$ = V × ρ

Dimana :

$W_{pondasi}$ = berat pondasi (lb)

V = volume pondasi (ft^3)

ρ = densitas pondasi *gravel* = 126 lb/ft^3

Sehingga :

$W_{pondasi}$ = V × ρ

= 57,870 × 126

= 7.291,6704 lb

- Tekanan tanah

Asumsi :

Tanah atas pondasi berupa *cement sand & gravel* dengan minimum *safe bea ring power* = 5 ton/ft^3 dan maksimum *safe bearing power* = 10 ton/ft^3.

H.C. Hesse.tabels. 12.2. hal. 327)

Kemampuan tekanan menahan tekanan :

$$P = \frac{10 \ ton}{ft^2} \times \frac{2240 \ lb}{ton} \times \frac{1 \ ft^2}{144 \ in^2}$$

$$= 155{,}5556 \ lb/in^2$$

Tekanan dari sistem pondasi terhadap luas tanah (P) :

$$P = \frac{W_{pondasi} + W_{total}}{A}$$

$$= \frac{7.291,6704 + 80.447,9853}{2.500}$$

$$= 35,0959 \ lb/in^2 < 155,5556 \ lb/in^2 \quad \text{(memenuhi)}$$

Kesimpulan Spesifikasi reaktor

Nama Alat	:	**Hydrolyzer**
Kode Alat	:	R-110
Type	:	*Continuous Flow Column*
Fungsi	:	Mereaksikan RBDPS dengan air membentuk gliserol dan asam lemak.
Bentuk	:	Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk *standard dished head*.
Prinsip Kerja	:	RBDPS dimasukkan dari bawah column sedangkan air dimasukkan dari atas column. Di dalam column terjadi aliran counter current. Karena pengaruh tekanan dan suhu tinggi maka RBDPS terhidrolisis membentuk asam lemak dan gliserol. Produk asam lemak keluar sebagai hasil atas sedangkan gliserol keluar sebagai hasil bawah.

Spesifikasi Reaktor hydrolyzer :

1. **Bagian Silinder**

- Diameter luar	:	54,0000	in
- Diameter dalam	:	49,0000	in
- Tinggi silinder	:	980,000	in
- Tebal silinder	:	2 1/2	in
- Tinggi reaktor	:	1.015,44	in
- Bahan konstruksi	:	*High Alloy Steel SA* 240 *Grade* M *Type* 316	

2. Bagian Tutup Atas dan Tutup Bawah

- *Crown radius* : 54 in
- Tinggi tutup : 17,7189 in
- Tebal tutup : 2 1/2 in
- Bahan konstruksi : *HAS SA* 240 *Grade* M *Type* 316

3. Nozzle

a. *Nozzle* untuk pengeluaran produk larutan gliserol

- Ukuran : 1 1/4 in Sch 40
- OD : 1,6600 in
- ID : 1,3800 in

b. *Nozzle* untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin

- Ukuran : 1 1/4 in Sch 40
- OD : 1,6600 in
- ID : 1,3800 in

c. *Nozzle* untuk pemasukan RBDPS

Ukuran : 2 in Sch 40
OD : 2,3800 in
ID : 2,0700 in

d. *Nozzle* untuk pemasukan air proses

Ukuran : 1 1/4 in Sch 40
OD : 1,6600 in
ID : 1,3800 in

e *Nozzle* untuk pengeluaran produk *asam lemak*

- Ukuran : 2 1/2 in Sch 40
- OD : 2,8800 in
- ID : 2,4700 in

d. *Nozzle* untuk pemasangan *pressure* dan *temperature control*

- $D_{nominal}$: 1 in Sch 40 ST 40S
- OD : 1,3440 in
- ID : 1,0490 in

4. *Gasket*

- Diameter *gasket* : 55,3750 in
- *Tebal* gasket : 2 1/2 in
- Lebar *gasket* : 1,3750 in
- *Gasket factor* : 6,5
- *Min design seating stress* : 26.000 psi
- Bahan konstruksi : *Solid Flate metal, stainless steel*

5. ***Bolting***

- *Bolting size* : 3 in
- *Bolting spacing* : 6 1/4 in
- *Root area* : 5,6210 in^2
- Diameter *bolt circle* : 63,3250 in
- *Tensile stress minimum* : 55.000 psi
- *Allowable stress* : 20.000
- Jumlah baut : 7 buah
- Bahan konstruksi : *Low Alloy Steel* SA - 193 *grade* B7a

6. ***Flange***

- Diameter luar : 69,0750 in
- Tebal *flange* : 7,5 in
- *Flange type* : *Ring Flange Loose Type*
- *Tensile stress minimum* : 75.000 psi
- *Allowable stress* : 17.128
- Bahan konstruksi : *HAS SA* 240 *Grade* M *Type* 316

7. **Bagian Sistem Penyangga**

a. Base plate

Panjang : 23 in

Lebar : 17 in

Tebal : 2 in

Luas : 32,7555 in^2

Bolt size : 1/2 in

Root area : 0,4190 in^2

Min. radial distance (R) : : 1 1/4 in

Edge distance (E)	:	15/16	in
Nut dimension	:	1 7/16	in
Max. Fillet radius (r)	:	3/8	in

8. Bagian Pondasi

- Luas pondasi atas	:	1600	in^2
- Luas pondasi bawah	:	3600	in^2
- Tinggi pondasi	:	40	in
- Bahan konstruksi	:	*Cement sand and gravel*	

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Dalam pengendalian proses produksi suatu industri, instrumentasi merupakan suatu bagian yang sangat penting. Pengetahuan tentang pemilihan dan penempatan alat-alat pengendali proses sangat penting, karena menyangkut harga dan peralatan itu sendiri yang sangat mahal.

Instrumentasi dipasang untuk memonitor variabel – variabel yang sangat penting selama proses berlangsung. Variabel proses yang kritis, instrumentasi dilengkapi dengan alarm otomatis, untuk mengingatkan operator bahwa ada keadaan bahaya. Diantara variabel yang dikendalikan adalah tekanan, temperatur, laju alir, dan tinggi permukaan.

7.1. Instrumentasi

Instrumentasi sebagai petunjuk (*indicator*), dan pengontrol (*controller*).

Tujuan dari pemasangan alat instrumentasi ini adalah:

a. agar kondisi operasi suatu peralatan tetap terjaga pada kondisi yang aman.
b. agar *rate* produksi diatur dalam batas – batas yang direncanakan.
c. untuk menjaga keamanan operasi suatu proses dan keselamatan kerja.

Pada Prarencana Pabrik Sabun ini, instrumen yang perlu digunakan adalah antara lain.

1. *Level Indicator* (LI)

   Alat ini dipasang pada, *storage* gliserol, EDTA, dan parfum.

   LI dipasang untuk mengetahui maksimal dan minimal ketinggian fluida yang ada dalam tangki agar tidak melebihi batas yang telah ditentukan, dan mengetahui ada tidaknya ketersediaan bahan dalam tangki.

2. *Level Controller* (LC)

   Alat ini dipasang pada pipa keluaran *feed* dari tangki NaOH. LC berfungsi untuk mengontrol laju alir fluida melalui perpipaan agar tetap sesuai yang ditetapkan dan tidak terjadi *over load* bahan masuk.

3. *Temperature Controller* (TC)

   Alat ini di pasang pada *Melter*, *Heater*, *cooler*, Evaporator, dan reaktor-*Neutralizer*.

   TC untuk menjaga *temperature* agar beroperasi pada *temperature* konstan.

4. *Pressure Control* (PC)

   Alat ini dipasang pada *Hydrolyzer*, dan *Flash Tank*. PC berfungsi untuk mengatur tekanan yang ada di dalam suatu alat agar sesuai dengan tekanan operasi.

5. *Flow Ratio Control* (FRC)

   Alat ini dipasang pada pipa saluran umpan menuju Amalgamator dan *storage* gliserol. Alat ini berfungsi untuk mengetahui dan mengontrol *ratio feed.*

6. *Weight Control* (WC)

   Alat ini dipasang pada *Hopper* di atas *Melter* dan *Mixer* NaCl. Alat ini berfungsi untuk mengetahui dan mengontrol berat bahan.

Pemasangan alat instrumentasi pada masing-masing peralatan proses terlihat pada table 7.1.1.

Tabel 7.1.1. Pemasangan Alat Control pada Prarencana Pabrik Sabun

No	Nama Alat	Kode Alat	Kode Instrumentasi
1	*Storage* NaOH	F-125	FC
2	*Mixer* NaCl	M-123	WC
3	*Melter*	M-113	TC, WC
4	*Hydrolyzer*	R-110	PC
5	Evaporator	V-132	TC
6	*Flash Tank*	D-127	PC
7	Reaktor-*Neutralizer*	R-120	TC
8	*Cooler, Heater*	E-115, E-124	TC
9	Amalgamator	P-137 A	FRC
10	*Storage* Gliserol	F-135 D	LI

7.2. Keselamatan Kerja

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

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

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

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

7.2.1. Bahaya kebakaran

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

Cara menanggulangi kebakaran, yaitu:

a. Penyediaan alat-alat pencegah kebakaran, baik akibat listrik, maupun api.
b. Pemasangan isolasi pada seluruh kabel – kabel transmisi yang ada.
c. Menempatkan alat – alat utilitas cukup jauh tetapi praktis dari unit operasi.
d. Penempatan bahan – bahan yang mudah terbakar di tempat tertutup dan jauh dari sumber api.
e. Pemasangan pipa air melingkar di seluruh lokasi pabrik *(water hydrant)*.
f. Pemasangan alat pemadam kebakaran pada setiap tempat yang rawan dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah terjangkau.
g. Larangan merokok dilingkungan pabrik.

7.2.2 Bahaya mekanik

Bahaya mekanik biasanya disebabkan oleh pengerjaan konstruksi yang tidak memenuhi syarat yang berlaku.

Hal – hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah:

- Perencanaan tangki yang harus disesuaikan dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, memperhitungkan faktor korosi dan lain – lain.
- Pemasangan alat *control* yang baik dan sesuai diberi alat pengaman.

7.2.3 Bahaya terhadap kesehatan

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

Untuk mengetahui akan bahaya masing – masing alat sangatlah penting untuk diketahui oleh semua karyawan terutama operator *control.* Karyawan harus menggunakan pelindung diri seperti topi pengaman, sepatu, sarung tangan, kaca mata, dan masker.

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

Selain itu bahaya terhadap kesehatan karyawan juga perlu diwaspadai. Umumnya berasal dari bahan baku, bahan yang diproses, dan produk. Karena itu diusahakan agar ruangan proses maupun ruangan lainnya memiliki ventilasi atau pertukaran udara yang cukup sehingga dapat memberikan kesegaran pada karyawan serta dapat menghindari gangguan terhadap pernafasan. Alat pengaman keselamatan kerja karyawan dapat dilihat pada table 7.2.3.1.

Table 7.2.3.1. Alat Keselamatan Kerja pada Prarencana Pabrik Sabun

No	Alat Pelindung	Lokasi Pengamanan
1	Masker	Pekerja pada bagian, bahan baku, proses,laboratorium
2	Helm	Pekerja pada bagian bahan baku, proses, dan produk
3	Sepatu karet	Pekerja pada bagian bahan baku, utilitas, produk
4	Sarung tangan	Pekerja pada bagian bahan baku, proses, produk, laboratorium
5	Isolasi panas dan pagar	Pekerja pada bagian reactor, heater, boiler, evaporator
6	Pemadam kebakaran	Seluruh karyawan kantor dan lapangan
7	P3K	Seluruh karyawan kantor dan lapangan
8	Jas laboratorium	Karyawan laboratorium
9	Sepatu dengan ujung besi	Pekerja pada bagian proses dan *maintenance*
10	Isolasi dan panel	Kabel – kabel listrik

7.2.4 Bahaya listrik

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

Hal – hal yang perlu diperhatikan:

a. Semua bagian pabrik harus diberi penerangan yang cukup

b. Peralatan listrik di bawah tanah sebaiknya diberi tanda dengan jelas.

BAB VIII
UTILITAS PABRIK

Unit utilitas pada suatu pabrik adalah salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia, sehingga kapasitas produksi semaksimal mungkin dapat dicapai. Unit utilitas yang diperlukan pada Pra Rencana Pabrik Sabun dari RBDPS ini yaitu :

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

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 5 unit, yaitu :

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

8.1. Unit Penyediaan Steam

Bahan baku pembuatan steam adalah Air Umpan Boiler. Steam yang dibutuhkan dalam proses pembuatan Sabun dari RBDPS sebanyak 4032,8700 kg/jam mempunyai kondisi :

- Tekanan : 2548 KPa
- Temperatur : 225 °C

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

- Kadar zat terlarut (solube matter) yang tinggi
- Zat padat terlarut (suspended solid)
- Garam-garam kalsium dan magnesium
- Zat organik (organic matter)
- Silica, sulfat, asam bebas dan oksida

(Jenny Ernawati,Ir Hal 70)

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

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

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

Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan Lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan boiler.

b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

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

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

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

$$Fe^{2+} + 2\,H_2O \longrightarrow Fe(OH)_2 + 2\,H^+$$

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

$$4\,H^+ + O_2 \longrightarrow 2\,H_2O$$

$$4\,Fe(OH)_2 + O_2 + H_2O \longrightarrow 4\,Fe(OH)_3$$

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

Reaksi yang terjadi :

$$Fe^{3+} + 2\,H_2CO_3 \longrightarrow Fe(HCO)_2 + H_2$$

$$Fe(HCO)_2 + H_2O + \text{panas} \longrightarrow Fe(OH)_2 + 2\,H_2O + 2\,CO_2$$

(Muharto,Ir Hal 46)

Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

Air sungai digunakan untuk memenuhi kebutuhan air proses, air sanitasi, air pendingin dan air umpan boiler.

Proses pengolahan air sungai tersebut adalah :

Air dari sungai dipompa dengan pompa (L-212) menuju bak skimer (F-213) untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang terapung dalam air. Kemudian dipompa (L-214) menuju bak sedimentasi (F-215) yang berfungsi untuk mengendapkan lumpur-lumpur dalam air sungai. Dari bak sedimentasi air dipompa (L-216) menuju tangki clarifier (F-217), disini terjadi proses koagulasi dan flokulasi dengan panambahan alum sebagai zat koagulan dan diadakan pengadukan dengan kecepatan yang cepat dan lambat agar terbentuk flok dan mengendap.

Setelah terjadi proses koagulasi dan flokulasi dalam bak clarifier, kemudian air menuju ke sand filter (F-218) untuk menyaring kotoran-kotoran yang masih tersisa.

Dari sand filter air masuk ke bak air bersih (F-219) dan diolah sesuai dengan fungsinya masing-masing yaitu :

a. Pengolahan air umpan boiler

Pelunakan air umpan boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-210A) dan anion exchanger (D-210B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH).

Air dari bak air bersih (F-219) dialirkan dengan pompa (L-220) menuju kation exchanger (D-210A). dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut :

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

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

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

$CaSO_4 + H_2Z \rightleftharpoons CaZ + H_2SO_4$

$MgSO_4 + H_2Z \rightleftharpoons MgZ + H_2SO_4$

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

$2NaCl_2 + H_2Z \rightleftharpoons Na_2Z + 2\ HCl$

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

Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk CO_2 dan air, H_2SO_4 dan HCl. Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-210B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang dipakai dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH). Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksisebagai berikut :

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

$2\ DOH + HCl \rightleftharpoons 2\ DCl + 2\ H_2O$

$2\ DOH + 2\ HNO_3 \rightleftharpoons 2\ DNO_3 + 2\ H_2O$

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

$CaZ + H_2SO_4 \rightleftharpoons H_2Z + CaSO_4$

$NaZ + H_2SO_4 \rightleftharpoons H_2Z + NaSO_4$

$MgZ + H_2SO_4 \rightleftharpoons H_2Z + MgSO_4$

$CaZ + HCl \rightleftharpoons H_2Z + CaCl$

$Na_2Z + HCl \rightleftharpoons H_2Z + NaCl$

$MgZ + HCl \rightleftharpoons H_2Z + MgCl$

Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan Na_2CO_3 atau NaOH. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :

$$D_2SO_4 + Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons 2\,DOH + Na_2SO_4 + CO_2$$

$$2\,DCl + Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons 2\,DOH + NaCl + CO_2$$

$$2\,DNO_3 + Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons 2\,DOH + NaNO_3 + CO_2$$

Setelah keluar dari demineralisasi, air umpan boiler telah terbebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi kebutuhan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-222) yang selanjutnya dipompa (L-223) ke deaerator (D-224) untuk menghilangkan gas impurities pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air siap diumpankan ke boiler (Q-221) dengan pompa (L-225). Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan direcycle.

b. Pengolahan air pendingin

Untuk memenuhi kebuthan air pendingin, air dari bak air bersih (F-219) dipompa (L-226) ke bak air pendingin (F-227) kemudian didistribusikan ke peralatan dengan pompa (L-228). Setelah digunakan, air direcycle ke cooling tower (P-240) dan selanjutnya dari cooling tower, air direcycle ke bak air pendingin kembali.

c. Pengolahan air sanitasi

Air dari bak air bersih (F-219) dialirkan dengan pompa (L-229) menuju bak klorinasi (F-230) dan ditambahkan desinfektan klor (Cl_2) sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsung kedalam pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan menuju bak air sanitasi (F-232) dengan menggunakan pompa (L-231) dan siap digunakan sebagai air sanitasi.

d. Pengolahan air proses

Untuk air proses digunakan air dari bak air lunak (F-222) dan di distribusikan keperalatan dengan menggunakan pompa (L-241).

8.2. Unit Penyediaan Air

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

8.2.1. Air umpan boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam Pra Rencana Pabrik Sabun dari RBDPS sebesar 4032,8700 kg/jam. Air umpan boiler yang disediakan dengan excess 20% sebagai pengganti steam yang hilang yang diperkirakan adanya kebocoran akibat transmisi dan factor keamanan 20%. Sehingga kebutuhan air umpan boiler adalah sebanyak 4839,444 kg/jam.

Air untuk keperluan ini harus memenuhi syarat-syarat agar tidak merusak boiler (ketel), maka air umpan boiler harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- total padatan (total dissolved solid) = 3500 ppm
- alkalinitas = 700 ppm
- padatan terlarut = 300 ppm
- silica = 60 – 100 ppm
- besi = 0.1 mg/L
- tembaga = 0.5 mg/L
- oksigen = 0.007 mg/L
- kesadahan (hardness) = 0
- kekeruhan = 175 ppm
- minyak = 7 ppm
- residual fosfat = 140 ppm

(Perry,6 th ed, hal 9-76)

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

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

Untuk memenuhi persyaratan tersebut dan mencegah kerusakan pada boiler, sebelum digunakan air umpan boiler harus diolah dulu, melalui :

- Demineralisasi, untuk menghilangkan ion-ion pengganggu.
- Daerator, untuk menghilangkan gas-gas terlarut

8.2.2. Air pendingin

Air berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Hal ini disebabkan karena :

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

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

- besi penyebab korosi
- silica penyebab kerak
- hardness yang memberikan efek pada pembuatan kerak
- minyak penyebab turunnya efisiensi heat transfer yang merupakan makanan mikroba yang dapat menyebabkan terbentuknya endapan

(Jenny Ernawati,Ir Hal 69)

Air pendingin pada Pra Rencana Pabrik Sabun dari RBDPS ini sebesar 142.660,9 kg/jam. Dengan excess 20% dari kebutuhan dan untuk factor keamanan 20% maka kebutuhan air pendingin adalah 4.108.634,5 kg/jam.

8.2.3. Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan laboratorium, kantor, air untuk mencuci, mandi, taman, dan lain-lain. Air sanitasi yang dibutuhkan sebesar 2.034,4647 kg / jam. Standart air sanitasi yang harus dipenuhi :

- Syarat fisik
  - tidak berwarna
  - tidak berbau
  - tidak berbusa
  - mempunyai suhu dibawah suhu udara
  - kekeruhan kurang dari 1 ppm SiO_2
  - pH netral
- Syarat kimia

- Tidak beracun
- Tidak mengandung bakteri ion patogen yang dapat merubah sifat-sifat fisik air

⅄ Syarat mikrobiologis

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

(Salvato Jr, Hal 34)

8.2.4. Air proses

Air proses pada Pra Rencana Pabrik Sabun dari RBDPS ini sebesar 2.988,770 kg/jam, yang digunakan pada Tangki Pengencer NaCl (M-123) sebesar 444,510 kg/jam, dan Reaktor hidrolizer (R-110) sebesar 2544,26 kg/jam.

8.3. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik Sabun dari RBDPS ini meliputi :

- Proses : 448,24 kW
- Penerangan : 26,9 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrument dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila ada listrik padam, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel berkekuatan 635 kW dengan satu buah sebagai cadangan.

8.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang dibutuhkan oleh pabrik, yaitu pada boiler sebesar 131.836,1632 L/hr dan pada generator 8.560,44 L/hr. Bahan bakar yang digunakan adalah Diesel Oil, pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Harganya relatif murah
- Mudah didapat
- Viskositasnya relatif rendah sehingga mudah mengalami pengabutan
- Heating valuenya relatif tinggi
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat

Dari tabel 9.9 dan fig. 9-9 Perry 6th ed, didapat :

- Flash point = 38 °C (100 °F)

- Pour point = - 6 °C (21,2 °F)
- Densitas = 0.8 kg/L
- Heating value = 19.000 btu/lb

Spesifik Generator:

Type	: AC generator
Kapasitas	: 635 kW
Effisiensi	: 80%
Jumlah	: 2 buah (1 cadangan)

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

Dasar pemilihan lokasi pabrik dari suatu perusahaan adalah sangat penting sehubungan dengan perkembangan ekonomi dan sosial masyarakat, karena akan mempengaruhi kedudukan peruahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan selanjutnya.

Setelah mempelajari dan mempertimbangkan faktor – faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi tersebut maka Pabrik Sabun yang direncanakan ini didirikan di Long Kali, Propinsi Kalimantan Timur.

Adapun alasan tentang pendirian Pabrik Sabun yang direncanakan di daearah tersebut adalah dengan menghubungkan faktor–faktor utama dan khusus yang berpengaruh. Oleh karena itu, perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi benar – benar memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala segi. Faktor–faktor yang harus dipertimbangkan dalam memilih lokasi pabrik dapat digolongkan sebagai berikut.

1. Faktor utama
   a. Penyediaan bahan baku
   b. Pemasaran (marketing)
   c. Utilitas (bahan bakar, sumber air dan listrik)
   d. Keadaan geografis masyarakat
2. Faktor khusus
   a. Transportasi
   b. Tenaga kerja
   c. Buangan pabrik dan pembuangan limbah
   d. Perpajakan dan asuransi
   e. Karakteristik dari lokasi
   f. Peraturan perundang-undangan

9.1.1. Faktor utama

a. Penyediaan bahan baku

Bahan baku utama dari pabrik sabun ini adalah RBDPS (*Refined Bleached Deodorized Palm Stearin*). Salah satu industri yang menghasilkan RBDPS adalah PTPN XIII yang berlokasi dekat dengan lokasi perencanaan pabrik sabun. Hal – hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku:

- letak sumber bahan baku
- kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya.
- kualitas bahan baku yang ada, apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.
- cara mendapatkan bahan baku dan ankutannya.

b. Pemasaran (*Marketing*)

Pemasaran merupakan salah satu faktor yang paling penting dalam industri kimia karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut. Hal – hal yang perlu diperhatikan adalah:

- dimana produksi akan dipasarkan (*marketing area*)
- kebutuhan produk saat sekarang dan akan datang
- pengaruh persaingan yang ada
- jarak pemasaran dari lokasi dan bagaimana sarana pengangkutan untuk sampai ke daerah pemasaran.

Hasil dari pabrik ini sebagian digunakan untuk konsumsi dalam negeri dan yang lain di eksport sehingga dipilih lokasi pabrik yang dekat dengan pelabuhan untuk memudahkan eksport dan mendekati konsumen.

c. Utilitas

Unit utilitas dalam suatu pabrik sangatlah penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri dari.

1. Air.

   Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, air umpan Boiler, air sanitasi, dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini air diambil dari air sungai (sumber).

   Bila air dibutuhkan dalam jumlah besar, maka pengambilan air sungai (sumber) akan lebih ekonomis. Hal – hal yang diperhatikan dalam pemilihan sumber air.

   - Kemampuan sumber air untuk melayani pabrik

- Kualitas air yang disediakan
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air
- Memperkirakan kebutuhan air yang mendukung industri termasuk untuk air pendingin, air sanitasi, air umpan Boiler dan air yang tersedia untuk mencegah kebakaran.
- Memperhatikan efek pembuangan limbah dari aktivitas industri terhadap lingkungan sekitar, terutama yang menyebabkan kontaminasi terhadap air.

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari – hari diambil dari air sungai. Air sungai di olah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan.

2. Listrik dan bahan bakar.

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan penting terutama sebagai motor penggerak selain penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan lainnya. Hal – hal yang harus diperhatikan:

- ada tidaknya jumlah tenaga listrik yang tersedia di daerah itu
- harga tenaga listrik di daerah tersebut
- harga tenaga listrik dan bahan bakar dimasa yang akan datang
- mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.

Sumber listrik diperoleh dari PLN, walupun demikian tenaga Generator diperlukan sebagai cadangan yang harus siap bila terjadi pemadaman listrik oleh PLN. Bahan bakar digunakan untuk menghasilkan steam pada Boiler. Bahan bakar untuk menggerakan Generator adalah *feul oil* 33° API.

3. Keadaan geografis dan masyarakat.

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

- Kesiapan masyarakat untuk menjadi masyarakat industri
- Keadaan alamnya, keadaan alam yang menyulitkan akan mempengaruhi spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan
- Keadaan angin (kecepatan dan arah angin) pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut
- Gempa bumi, banjir, angin topan dan lain – lain

- Keadaan tanah tempat pabrik berdiri yang dapat menyulitkan pemasangan konstruksi bangunan atau peralatan proses
- Pengaruh produk yang dihasilkan maupun proses yang digunakan terhadap masyarakat, lingkungan sekitar, terutama untuk industri yang menghasilkan bahan berbahaya
- Kemungkinan untuk perluasan dimasa yang akan datang.

Dengan memperhatikan beberapa faktor tersebut, maka sebelum pendirian pabrik harus dilakukan survey area terlebih dahulu sehingga keberlangsungan dan masa depan pabrik dapat terjamin.

9.1.2. Faktor khusus

a. Transportasi

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

- jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor
- jalur kereta api
- adanya pelabuhan laut dan lapangan udara
- sungai atau laut yang dapat dilalui perahu atau kapal
- jarak sumber bahan baku maupun dengan daerah pemasaran.

b. Tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja baik tenaga kasar atau tenaga ahli perlu diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran dari perusahaan. Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah.

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

c. Buangan pabrik dan pembuangan limbah

Apabila buangan pabrik *(waste diposal)* berbahaya bagi kehidupan di sekitarnya, maka yang harus diperhatikan adalah.

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

Untuk membuang limbah industri harus memperhatikan usaha pencegahan industri terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik berupa gas, cair maupun padatan dengan memperhatikan ketentuan dari pemerintah.

d. Perpajakan dan Asuransi

Masalah ini berkaitan dengan pemberian izin dan sistim perpajakan daerah pendirian pabrik tersebut. Hal – hal yang mempengaruhi antara lain.

- Pendapatan daerah tersebut
- Asuransi untuk pengangguran
- Monopoli perusahaan

e. Karakteristik dari lokasi

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah.

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

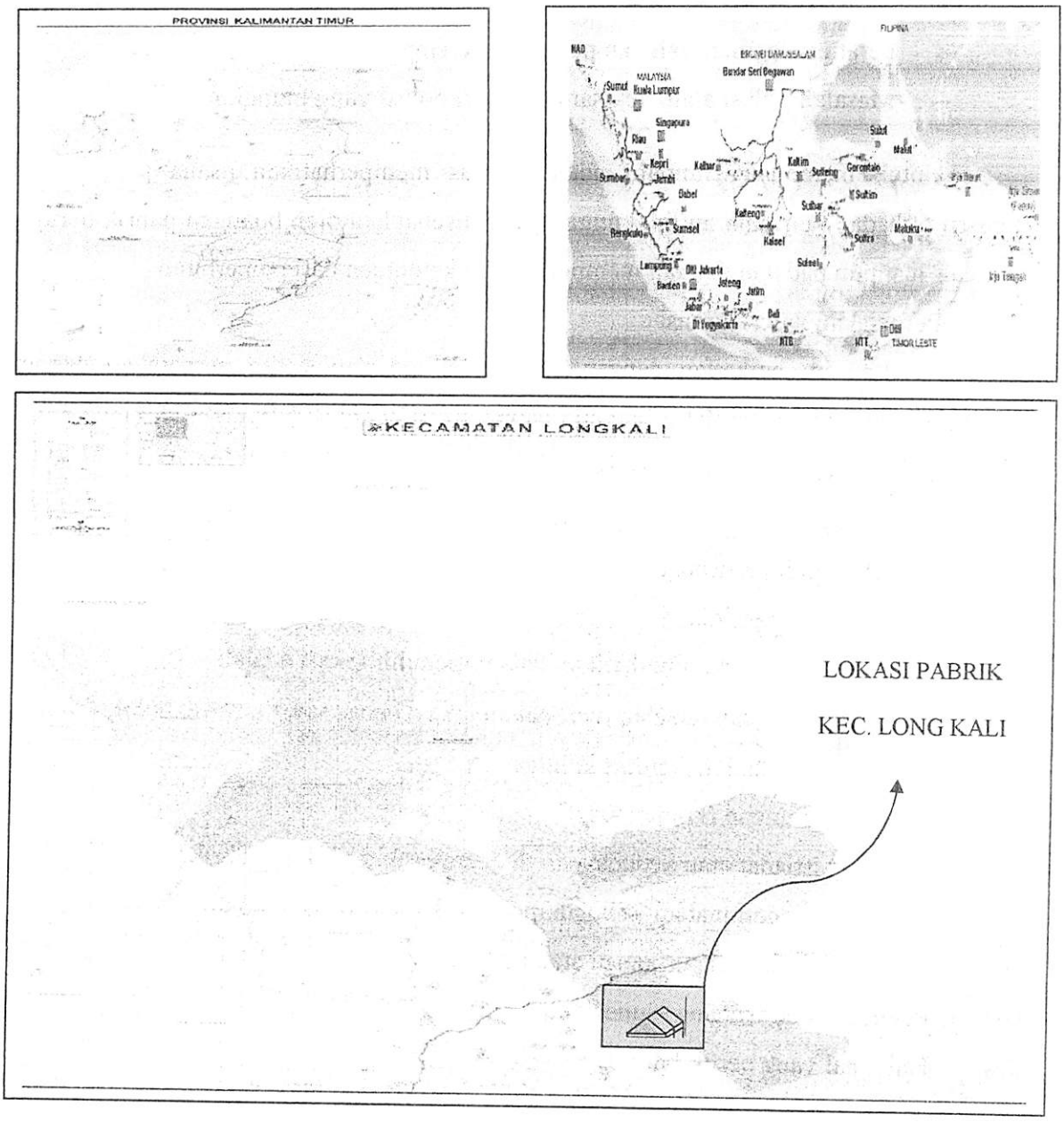
f. Faktor lingkungan (komunitas)

- Adat istiadat atau kebudayaan di daerah sekitar lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik dan tempat ibadah
- Apakah daerah perkotaan atau pedesaan.

g. Peraturan dan Undang – undang

Hal – hal yang perlu diperhatikan:

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



Gambar 9.1.2.1. Peta Lokasi Pabrik Sabun

9.2. Tata Letak

Tata letak pabrik adalah pengaturan atau peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yaitu meliputi area proses, area penyimpanan dan area material sedemikian rupa sehingga pabrik dapat beroperasi secara efektif dan efisien. Tujuan utama dari tata letak pabrik adalah:

- Untuk mengatur alat – alat serta fasilitas produksi
- Untuk menjaga keselamatan
- Supaya pemeliharaan dapat diatur dengan mudah
- Pembiayaan dapat ditekan seminimal mungkin
- Fungsi dari peralatan dan bangunan dapat dipakai seefisien mungkin.

Tata letak pabrik dapat dibagi menjadi 2 bagian:

1. Tata letak bangunan

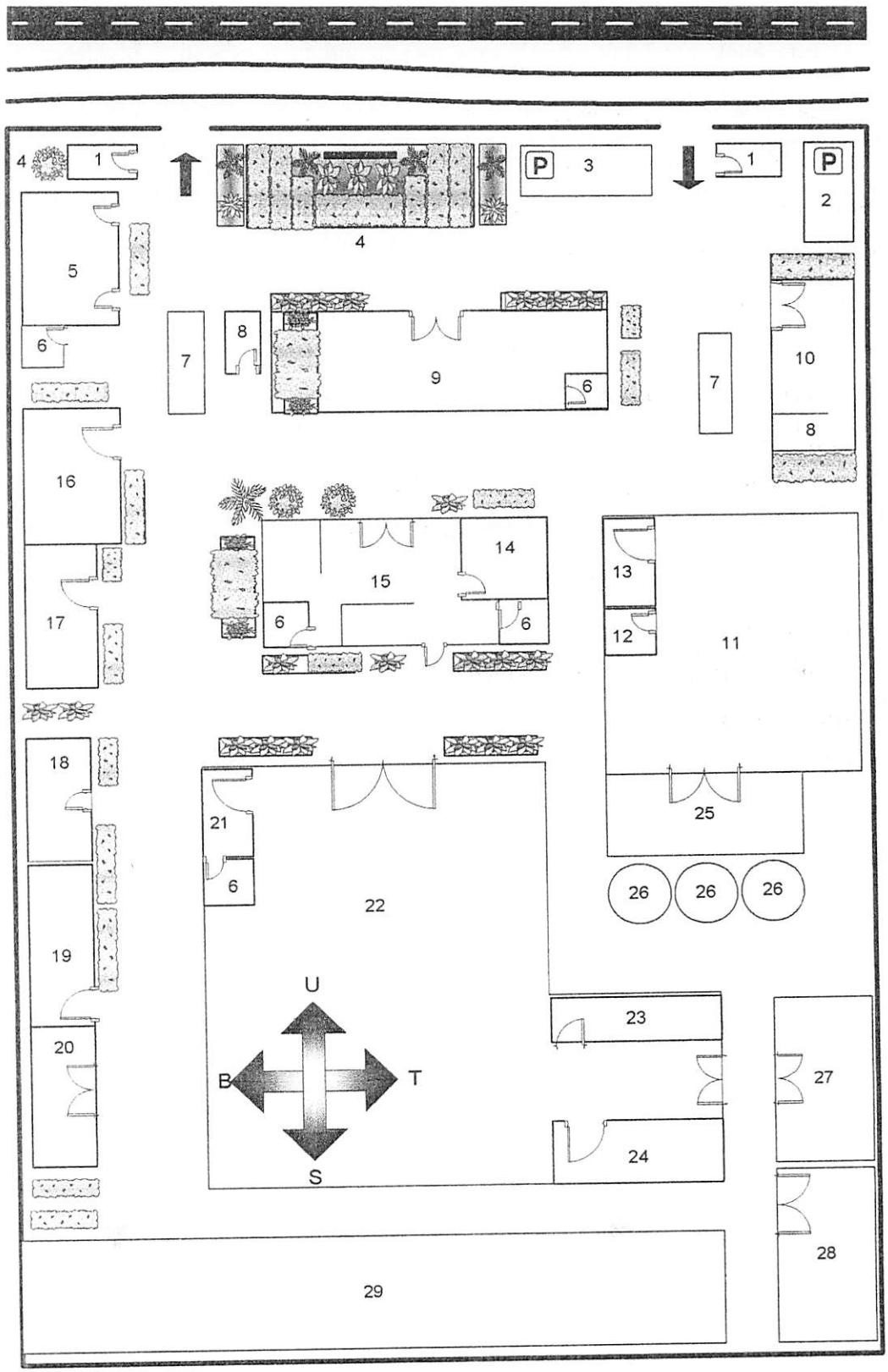
Pengaturan tata letak ruangan dari pada unit – unit bangunan dalam suatu pabrik dapat dilaksanakan sedemikian rupa sehingga:

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

Table 9.2.1. Perincian Luas Daerah Pabrik

No	Lokasi	Luas (m^2)
1	Pos keamanan	25
2	Parkir pegawai	100
3	Parkir tamu	150
4	Taman	400
5	Mushalla	250
6	Toilet	9
7	Timbangan	60
8	Ruang operator timbangan	25
9	Aula	500
10	Ruangan R & D	220
11	Ruang bongkar muat bahan baku	900
12	Ruang pengawas bahan baku	25
13	Ruang pengambilan sampel bahan baku	40
14	Ruang kepala pabrik	150

15	Ruang staff	400
16	Perpustakaan	250
17	Kantin	220
18	Ruang pemadam kebakaran	200
19	Bengkel	260
20	Garasi	240
21	Ruang staff/pengawas	100
22	Ruang produksi	3.000
23	Laboratorium	200
24	Ruang generator	250
25	Gudang bahan baku	400
26	Tangki bahan baku dan hasil samping	300
27	Gudang produk	400
28	Utilitas	400
29	IPAL	1.500
	Total	10.974

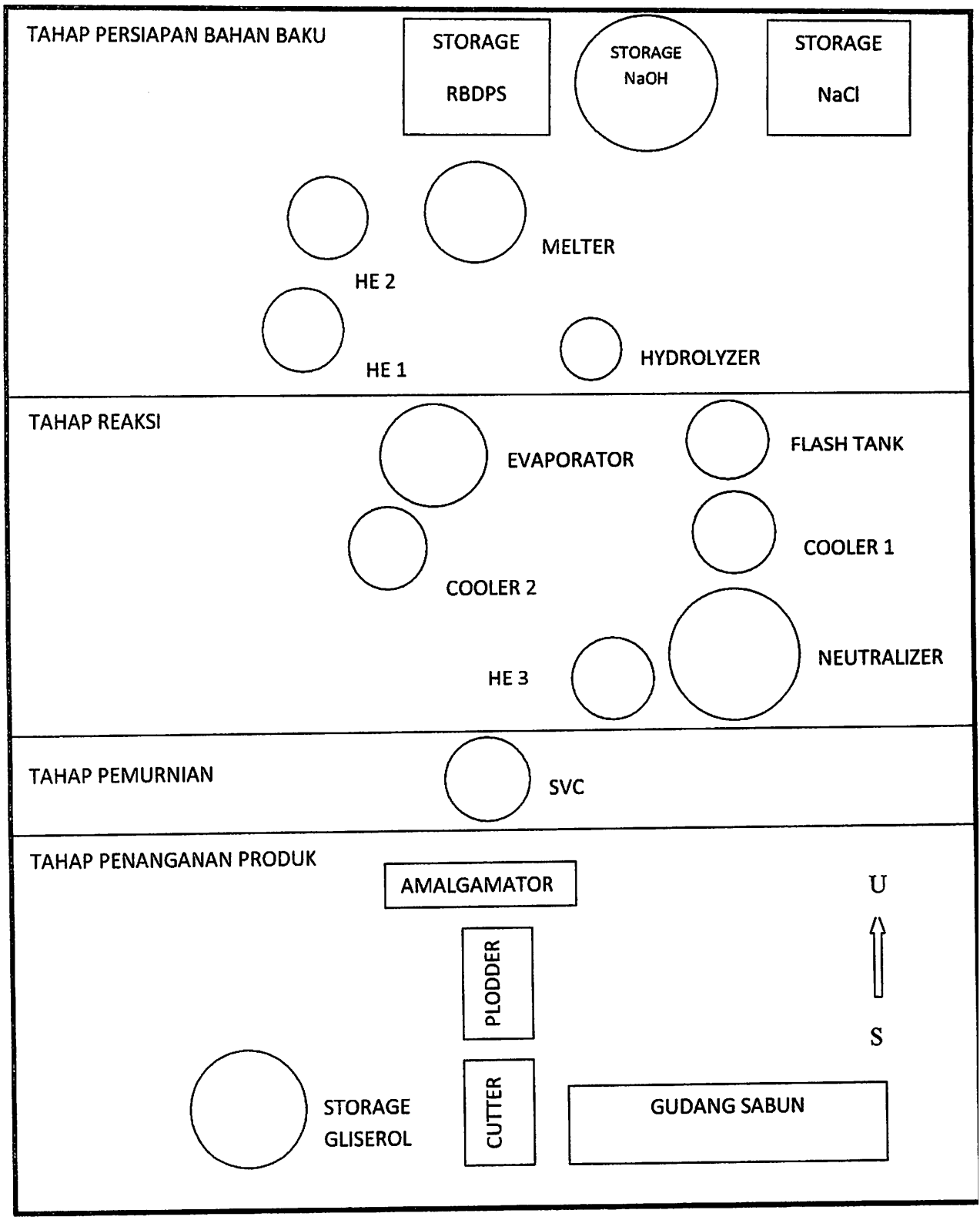


Gambar 9.2.1. Plant Lay Out Pra Rencana Pabrik Sabun

2. Tata Letak Peralatan

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

a. Pengaturan jarak antara peralatan proses yang satu dengan yang lain sehingga mempermudah pengontrolan peralatan.
b. Pengaturan sistim yang ada pada tempat yang tepat agar tidak menggangu aktifitas kerja serta pemberian warna yang jelas pada aliran proses
c. Peletakan alat pemadam kebakaran yang mudah dijangkau
d. Peletakkan alat kontrol sehingga mudah diawasi oleh operator
e. Peralatan diusahakan tersusun berurutan sehingga memudahkan pemeriksaan dan pengawasan
f. Ruangan harus cukup untuk peralatan
g. Bila sekiranya ada alat yang diletakkan di atas maka dapat disusun sesuai dengan prosesnya



Gambar 9.2.2. Lay Out Peralatan Proses

BAB X

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

Kelancaran suatu pabrik merupakan hal yang penting dan menjadi tujuan utama setiap perusahaan. Hal ini dapat ditunjang dengan adanya struktur organisasi yang baik. Struktur organisasi dapat memberikan wewenang pada setiap perusahaan untuk melaksanakan tugas yang dibebankan kepadanya. Juga mengatur sistim dan hubungan struktural antar fungsi atau orang – orang dalam hubungan satu dengan yang lainnya pada pelaksanaan fungsi mereka.

10.1. Umum

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Lokasi Pabrik	: Kecamatan Long Kali, Kalimantan Timur
Kapasitas Produksi	: 50.000 ton / tahun
Modal	: Penanaman modal dalam negeri

10.2. Bentuk Perusahaan

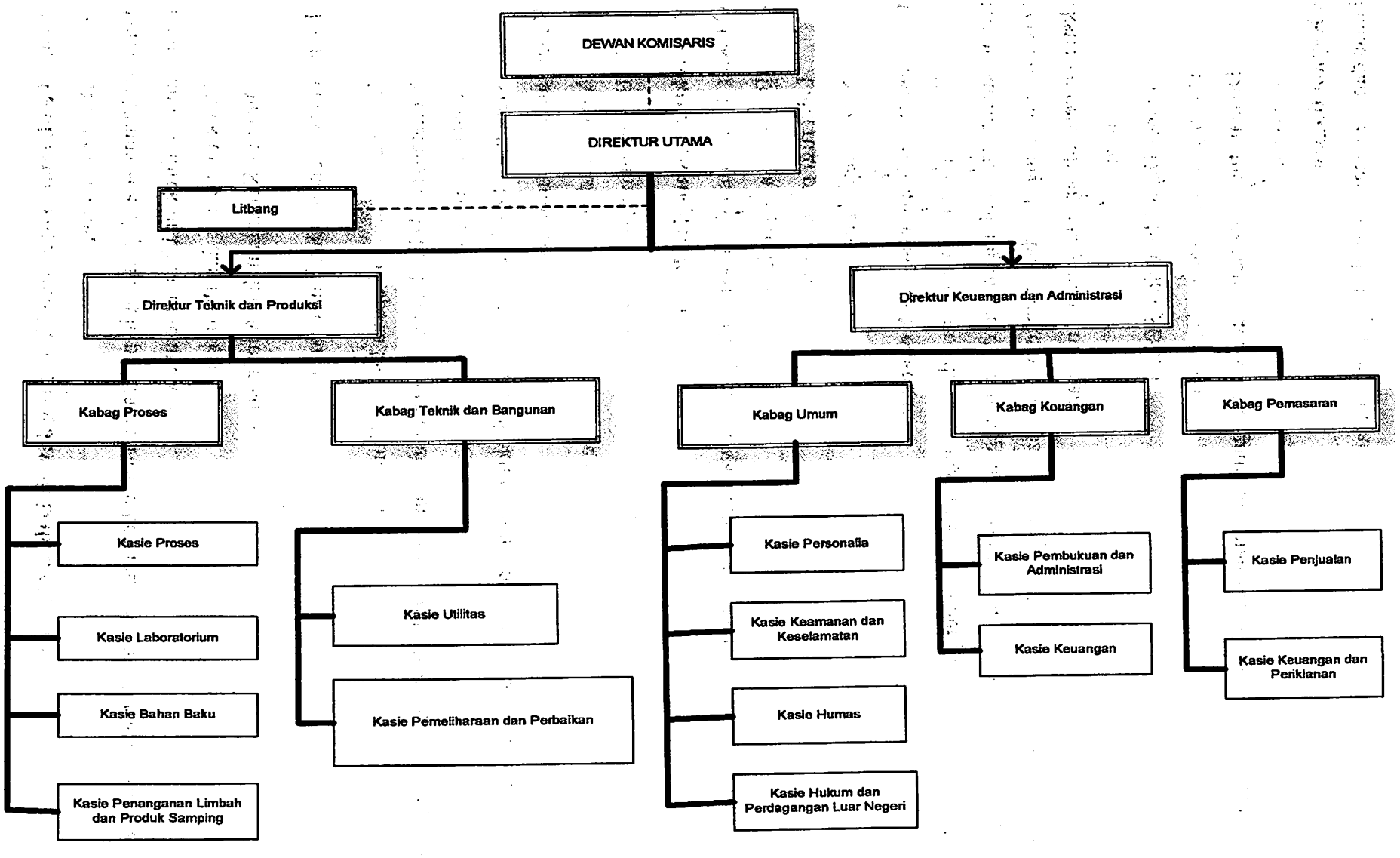
Pabrik Sabun merupakan perusahaan swasta nasional yang akan didirikan dengan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Bentuk ini dipilih dengan alasan:

1. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sebab segala sesuatu yang menyangkut perusahaan dipegang oleh pemimpin perusahaan.
2. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu dengan yang lainnya. Pemilik PT adalah pemegang saham, sedangkan pengurus adalah Direksi beserta staffnya yang diawasi oleh Dewan Direksi.
3. Mudah mendapatkan modal dari hasil penjualan saham setelah pabrik berjalan optimum dengan validitas yang jelas.
4. Kehidupan sebuah PT lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, Direksi maupun staffnya dan juga karyawan perusahaan.
5. Adanya efisiensi dalam manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai Dewan Komisaris, juga dapat memilih Direktur Utama yang cakap dan berpengalaman.

10.3. Struktur Organisasi Perusahaan

Sistim organisasi yang diterapkan adalah sistim organisasi garis dan staff. Beberapa hal yang menjadikan dasar pemilihan sistim ini adalah :

1. Sistim organisasi garis dan staff sering digunakan dalam perusahaan yang berproduksi secara massal.
2. Biasa diterapkan pada organisasi yang cukup besar dengan produksi kontinyu.
3. Masing – masing kepala bagian atau manajer secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk pencapaian tujuan.
4. Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik.
5. Pimpinan tertinggi pabrik dipegang oleh seorang Direktur yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris. Anggota Dewan Komisaris merupakan wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staff ahli yang bertugas memberikan saran kepada Direktur.



Gambar 10.3.1 Bagan Struktur Organisasi Pabrik Sabun

10.4. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab Dalam Oganisasi

A. Direktur Utama

Direktur Utama adalah pemimpin perusahaan yang bertanggung jawab pada perusahaan induk, dimana direktur Utama membawahi :

- Direktur Teknik dan Produksi.
- Direktur Keuangan dan Administrasi.

Tugas dan wewenang Direktur Utama :

- Bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris.
- Menetapkan kebijaksanaan peraturan dan tata tertib baik keluar maupun kedalam perusahaan.
- Mengkoordinasi kerjasama antar Direktur Teknik dan Produksi dengan Direktur Keuangan dan Administrasi.
- Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan.
- Bertanggung jawab atas kelancaran perusahaan.

B. Direktur Teknik dan Produksi

Direktur Teknik dan Produksi bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam hal :

- Biaya – biaya produksi
- Laba rugi perusahaan
- Neraca keuangan.

C. Direktur Administrasi dan Keuangan

Tugas Direktur Administrasi dan Keuangan berkaitan dengan kegiatan produksi tetapi sangat erat hubungannya dengan kegiatan pabrik, karena dalam perusahaan, Direktur ini mengatur dan mengelola segala hal yang berkaitan dengan lingkungan eksternal perusahaan. Dengan membawahi :

- Keuangan
- Sumber Daya Manusia (SDM)
- Hubungan Masyarakat (Humas).

  Dengan tugas utamanya adalah mengatur kegiatan perusahaan di luar kegiatan perusahaan

D. Kepala Bagian

Tugas dan wewenang Kepala Bagian antara lain :

- Membantu Direktur Teknik dan Produksi atau Direktur Administrasi dan keuangan dalam melaksanakan aktivitas pada bagian masing-masing.
- Memberikan pengawasan dan pengarahan terhadap seksi – seksi di bawahnya.
- Menyusun laporan dari hasil oleh bagian masing – masing.
- Bertanggung jawab atas kerja bawahannya.

D.1. Kepala Bagian Terdiri Dari :

1. Kepala Bagian Teknik

Kepala Bagian Teknik adalah kepala bagian yang bertanggung jawab atas semua kegiatan yang berhubungan dengan produksi. Dalam hal ini bukan produksi secara langsung, melainkan sebagai penunjang dalam proses produksinya. Divisi yang dibawahinya :

- Divisi Utilitas

Bertugas dalam mempersiapkan listrik, baik berasal dari PLN maupun dari Diesel guna menunjang kelangsungan proses produksi.selain itu juga bertugas menyuplai aliran air yang digunakan selama proses produksi berlangsung.

- Divisi Pemeliharaan dan Perbaikan

Bertugas memperbaiki peralatan rusak dan mempersiapkan suku cadangnya agar peralatan tersebut dapat digunakan kembali dalam proses produksi.

2. Kepala Bagian Produksi

Kepala Bagian Produksi adalah kepala bagian yang bertanggung jawab di atas semua kegiatan produksi, dimulai dari perencanaan, pembuatan atau produksi dan pengendalian mutu produksi. Divisi yang dibawahinya antara lain :

- Divisi Proses

Perencanaan produksi merancang kebutuhan bahan baku, meramal hari produksi yang akan dibuat. Dengan perencanaan yang baik akan dihasilkan produk yang baik pula. Selain itu juga, bertugas dalam segala hal yang berkaitan dengan kegiatan produksi secara langsung. Dalam hal ini masih terbagi atas divisi-divisi kecil yang menangani secara khusus mengenai spesialisasi prosesnya, misalnya : divisi reaktor, divisi spray vacuum dan sebagainya yang sesuai dengan proses produksinya.

- Divisi *Quality Control*

Bertugas pada pengepakan atau pengemasan produk jadi dan menimbun dalam gudang serta merencanakan pengiriman produk keluar pabrik.

- Pengendalian Mutu dan Laboratorium

Bertugas mengawasi dan mengontrol kualitas produksi, agar produk yang diterima konsumen mempunyai kualitas yang sesuai dengan keinginan konsumen dan memiliki standart yang telah ditetapkan sama seperti divisi-divisi lainnya. Divisi yang tergabung dalam bagian produksi mempunyai tugas masing-masing bertanggung jawab langsung terhadap Kepala Bagian Produksi.

- Penanganan Limbah dan Produk Samping

Bertugas menangani masalah limbah dan produk samping yang dihasilkan untuk disesuaikan dengan standart dan baku mutu.

3. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala Bagian Pemasaran mempunyai tugas menentukan daerah pemasaran dan melakukan riset market serta menangani masalah promosi. Kepala Bagian Pemsaran membawahi divisi-divisi sebagai berikut :

- Divisi Market dan Proses Riset

Bertugas meneliti dan mengupayakan agar hasil produksi dapat disalurkan dengan tepat sehingga hasil produksi mempunyai harga jual yang terjangkau.

- Divisi Penjualan

Bertugas menjual hasil produksi dengan harga jual yang telah ditetapkan, dan juga memiliki tugas mengatur pembelian bahan baku dan peralatan lainnya.

- Divisi Pembelian

Menangani pembelian bahan maupun peralatan yang bersangkutan dengan aktivitas pabrik.

4. Kepala Bagian Umum

Kepala Umum mempunyai tugas untuk merencanakan, mengelola dan mengembangkan sumber daya manusia, baik sumber daya manusia yang sudah ada maupun merekrut sumber daya manusia yang baru. Kepala bagian bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi. Selain itu, Kepala Bagian Umum juga mempunyai tugas

untuk mengatur masalah karyawan, jenjang karir dan masalaah penempatan karyawan. Divisi-divisi yang dibawahinya meliputi antara lain :

- Divisi Kesehatan

Bertugas untuk memperhatikan dan menjaga kesehatan karyawan. Berbentuk klinik dengan seorang dokter untuk mengantisipasi apabila terjadi kecelakaan pada waktu kegiatan pabrik berlangsung. Divisi ini juga bertugas untuk memberikan tes kesehatan bagi karyawan baru.

- Divisi Transportasi

Bertugas mengatur transportasi karyawan, khususnya bagi karyawan yang tempat tinggalnya agak jauh dari pabrik.

- Divisi Personalia

Bertugas mengatur semua kegiatan yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan, mulai dari mengatur tunjangan, pemberian cuti, JAMSOSTEK, sampai dengan mengatur pensiun karyawan.

- Divisi Humas

Mempunyai tugas yang berhubungan dengan lingkungan di luar perusahaan, mulai dari keamanan, kebersihan, keindahan taman pengelolaan area parkir. Agar pabrik yang didirikan tidak menggangu lingkungan sekitar. Kegiatan di luar perusahaan tetapi berkaitan dengan perusahaan merupakan tanggung jawabnya. Sebagai bagian kecil hubungan masyarakat. Tugas lainnya adalah menerima serta menyeleksi mahasiswa yang akan melakukan Praktik Kerja Nyata (PKN).

- Divisi Gudang

Mempunyai tugas mencatat masuk-keluarnya bahan maupun produk, dari maupun ke dalam gudang.

5. Kepala Bagian Keuangan

Kepala Bagian Keuangan bertugas mengatur keuangan serta menangani penyediaan serta pembelian baik bahan baku maupun peralatan. Selain itu juga bertanggung jawab terhadap Direktur Administrasi mengenai pengeluaran dan pemasukan keuangan. Divisi yang dibawahi meliputi kasie pembukuan dan administrasi serta kasie keuangan.

10.5. Jam Kerja

Pabrik direncanakan beroprasi selama 330 hari dalam setahun dan selama 24 jam dalam sehari, sisa harinya digunakan untuk memperbaiki dan perawatan serta *shut down*.

Sesuai dengan peraturan pemerintah jumlah jam kerja untuk karyawan yang bekerja di kantor, total jam kerja 40 jam dalam seminggu. Dibedakan dalam dua bagian, yaitu :

1. Untuk Pegawai Non – Shift

Senin – Kamis : pukul 07.00 – 14.00 (istirahat pukul 12.00 – 13.00)

Jum'at : pukul 07.00 – 14.00 (istirahat pukul 11.00 – 13.00)

Sabtu : pukul 07.00 – 12.00

Minggu dan hari besar : libur

2. Untuk Pegawai Shift

Shift I : pukul 06.00 – 14.00

Shift II : pukul 14.00 – 22.00Shift III

: pukul 22.00 – 06.00

Untuk memenuhi kebutuhan pegawai diperlukan 4 regu, dimana tiga regu bekerja dan satu regu libur. Kerjanya seperti ditabelkan di bawah ini :

Tabel 10.5.1. Jadwal Kerja Karyawan Shift.

Regu	Hari												Keterangan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I	P	P	P	S	S	S	M	M	M	L	L	L	P = Pagi
II	S	S	S	M	M	M	L	L	L	P	P	P	S = Siang
III	M	M	M	L	L	L	P	P	P	S	S	S	M = Malam
IV	L	L	L	P	P	P	S	S	S	M	M	M	L = Libur

10.6. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Penggolongan karyawan dan tingkat pendidikan dalam struktur organisasi pada Prarencana Pabrik Sabun.

1. Direktur Utama : Sarjana Teknik Kimia

2.	Manager	
a.	Manager Produksi	: Sarjana Teknik Kimia
b.	Manager Administrasi dan Keuangan	: Sarjana Ilmu Administrasi (SIA)
3.	Penelitian dan Pengembangan	: Sarjana Kimia (MIPA)
4.	Kepala Departemen	
a.	Departemen Produksi	: Sarjana Teknik Kimia
b.	Departemen Teknik	: Sarjana Teknik Mesin
c.	Departemen Pemasaran	: Sarjana Ekonomi
d.	Departemen Keuangan	: Sarjana Ekonomi
e.	Departemen Umum	: Sarjana Teknik Industri
5.	Kepala Divisi	
a.	Divisi Proses	: Sarjana Teknik Kimia
b.	Divisi QC	: Sarjana Teknik Kimia
c.	Divisi Utilitas	: Sarjana Teknik Kimia
d.	Divisi Pemeliharaan dan Perbaikan	: Sarjana Teknik Mesin
e.	Divisi Pengendalian Mutu dan Lab	: Sarjan Kimia (MIPA)
f.	Divisi Limbah dan Produk samping	: Sarjana Teknik Kimia
g.	Divisi Kesehatan	: Sarjana Kedokteran
h.	Divisi Pembelian	: Sarjana Ekonomi
i.	Divisi Penjualan	: Sarjana Ekonomi
j.	Divisi Research Marketing	: Sarjana Ekonomi
k.	Divisi Keuangan	: Sarjana Ekonomi
l.	Divisi Pembukuan dan Administrasi	: Sarjana Ekonomi
m.	Divisi Humas	:Diploma Publik Relation & Promotion
n.	Divisi Personalia	: Sarjana Hukum dan Psikologi
o.	Divisi Kebersihan	: Diploma / SMU / SMK
p.	Divisi Transportasi	: Sarjana / Diploma Teknik Mesin
6.	Karyawan	: Diploma / SMU / SMK

10.7. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Perhitungan jumlah tenaga operasional didasarkan pada pembagian proses yang dilakukan. Pada Prarencana Pabrik Sabun, proses yang dilakukan terbagi dalam beberapa bagian, yaitu :

1. Proses penyiapan bahan baku
2. Proses reaksi
3. Proses pemurnian
4. Proses penanganan produk
5. Proses penyediaan utilitas (steam, air, listrik).

Sehingga proses keseluruhan yang membutuhkan tenaga operasional adalah 5 tahap. Dari Vilbrant & Dryden, gambar 6.35, hal. 235 diperoleh jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk kapasitas produksi 50.000 ton / tahun dan beroperasi 330 hari / tahun yaitu :

Jumlah proses keseluruhan terbagi menjadi 5 tahap, maka :

Karyawan proses = 56 orang jam / hari tahapan proses x tahapan proses

= 56 orang jam / hari tahapan proses x 5 tahapan proses

= 280 orang jam / hari

Karena setiap hari ada 3 shift dan 4 regu dimana karyawan shiftnya bekerja selama 8 jam / hari, maka :

$$\text{Karyawan proses} = \frac{280 \text{ orang } \frac{\text{jam}}{\text{hari}}}{8 \text{ jam}} = 35 \text{ orang / hari}$$

= 35 orang / shift × 4 regu

= 140 orang

Jumlah karyawan staff = 110 orang

Jadi jumlah karyawan total yang diperlukan pada Pabrik Sabun ini adalah 250 orang.

Perincian kebutuhan tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 10.2.

Tabel 10.7.1. Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja.

No	Jabatan	Jumlah	Keterangan
1	Dewan Komisaris	5	Non Shift
2	Direktur Utama	1	Non Shift

3	Direktur Produksi dan Teknik	1	Non Shift
4	Direktur Administrasi dan Keuangan	1	Non Shift
5	Sekretaris Direktur	3	Non Shift
6	Kepala Litbang (R & D)	1	Non Shift
7	Karyawan Litbang (R & D)	2	Shift
8	Kepala Dept. Produksi	1	Non Shift
9	Kepala Dept. Teknik	1	Non Shift
10	Kepala Dept. Pemasaran	1	Non Shift
11	Kepala Dept. Keuangan	1	Non Shift
12	Kepala Dept. Umum	1	Non Shift
13	Kepala Divisi Proses	1	Non Shift
14	Staff Divisi Proses	3	Shift
15	Karyawan Divisi Produksi	140	Shift
16	Kepala Divisi QC	1	Non Shift
17	Karyawan QC	3	Shift
18	Kepala Divisi Pengendalian Mutu & Lab	1	Non Shift
19	Karyawan Pengendalian Mutu & Lab	3	Shift
20	Kepala Divisi Limbah&Produk Samping	1	Non Shift
21	Karyawan Limbah & Produk Samping	3	Shift
22	Kepala Divisi Utilitas	1	Non Shift
23	Karyawan Utilitas	5	Shift
24	Kepala Divisi Pemeliharaan & Perbaikan	1	Non Shift
25	Staff Divisi Pemeliharaan & Perbaikan	6	Shift
26	Kepala Divisi Penjualan	1	Non Shift
27	Staff Divisi Penjualan	3	Non Shift
28	Kepala Divisi Pembelian	1	Non Shift
29	Staff Divisi Pembelian	3	Non Shift
30	Kepala Divisi Research Marketing	1	Non Shift
31	Staff *Research Marketing*	2	Non Shift
32	Kepala Divisi Pembukuan & Administrasi	1	Non Shift
33	Staff Pembukuan & Administrasi	2	Non Shift

34	Kepala Divisi Keuangan	1	Non Shift
35	Staff Keuangan	2	Non Shift
36	Kepala Divisi Kesehatan	1	Non Shift
37	Staff Kesehatan	3	Non Shift
38	Kepala Divisi Personalia	1	Non Shift
39	Staff Divisi Personalia	2	Non Shift
40	Kepala Divisi Transportasi	1	Non Shift
41	Staff Transportasi	2	Shift
42	Sopir	3	Shift
43	Kepala Divisi Humas	1	Non Shift
44	Staff Humas	3	Shift
45	a. Kebersihan	6	Non Shift
46	*b. Security*	12	Shift
47	Kepala Divisi Gudang	1	Non Shift
48	Staff Divisi Gudang	3	Shift
49	Karyawan Gudang	3	Shift
	Total	**250**	

10.8. 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 pengabdiannya pada 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, kacamata pelindung,

masker 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 perawatan dan pengobatan 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. Insentif atau bonus

Insentif diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan merangsang gairah karyawan. Besarnya insentif ini dibagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian insentif 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 izinnya.
- Cuti sakit untuk tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter.
- Cuti hamil selama 3 bulan untuk tenaga kerja perempuan.
- Cuti untuk keperluan dinas atau perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan.

10.9. Sistim Upah dan Status Karyawan

Pabrik Sabun ini mempunyai sistim pembagian gaji yang berbeda – beda terhadap karyawan. Hal ini berdasarkan pada kriteria sebagai berikut :

1. Tingkat pendidikan
2. Pengalaman kerja
3. Tanggung jawab dan kedudukan
4. Keahlian
5. Waktu pengabdian pada perusahaan.

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

1. Karyawan reguler

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

2. Karyawan borongan

Karyawan borongan adalah tenaga kerja yang dipergunakan oleh pabrik bila diperlukan saja, misalnya bongkar muat barang dan lain – lain. Tenaga kerja ini menerima upah borongan untuk pekerjaan tersebut.

3. Karyawan harian

Karyawan harian adalah tenaga kerja yang diangkat dan diberhentikan oleh manajer pabrik berdasarkan nota persetujuan manajer pabrik atas pengajuan kepala yang membawahinya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

Tabel 10.9.1. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp/orang)	Total
1	Dewan Komisaris	5	5.000.000	25.000.000
2	Direktur Utama	1	15.000.000	15.000.000
3	Direktur Produksi dan Teknik	1	9.000.000	9.000.000
4	Direktur Administrasi dan Keuangan	1	9.000.000	9.000.000
5	Skretaris Direktur	3	2.000.000	6.000.000
6	Kepala Litbang (R & D)	1	5.000.000	5.000.000
7	Karyawan Litbang (R & D)	2	1.500.000	3.000.000
8	Kepala Dept. Produksi	1	5.000.000	5.000.000
9	Kepala Dept. Teknik	1	5.000.000	5.000.000
10	Kepala Dept. Pemasaran	1	5.000.000	5.000.000
11	Kepala Dept. Keuangan	1	5.000.000	5.000.000
12	Kepala Dept. Umum	1	5.000.000	5.000.000
13	Kepala Divisi Proses	1	2.800.000	2.800.000

14	Staff Divisi Proses	3	1.800.000	5.400.000
15	Karyawan Divisi Produksi	140	1.300.000	182.000.000
16	Kepala Divisi QC	1	2.800.000	2.800.000
17	Karyawan QC	3	1.500.000	4.500.000
18	Kepala Divisi Pengendalian Mutu & Lab	1	2.800.000	2.800.000
19	Karyawan Pengendalian Mutu & Lab	3	1.500.000	4.500.000
20	Kepala Divisi Limbah&Produk Samping	1	2.500.000	2.500.000
21	Karyawan Limbah & Produk Samping	3	1.300.000	3.900.000
22	Kepala Divisi Utilitas	1	2.500.000	2.500.000
23	Karyawan Utilitas	5	1.300.000	6.500.000
24	Kepala Divisi Pemeliharaan& Perbaikan	1	2.800.000	2.800.000
25	Staff Divisi Pemeliharaan & Perbaikan	6	1.800.000	10.800.000
26	Kepala Divisi Penjualan	1	2.500.000	2.500.000
27	Staff Divisi Penjualan	3	1.500.000	4.500.000
28	Kepala Divisi Pembelian	1	2.500.000	2.500.000
29	Staff Divisi Pembelian	3	1.500.000	4.500.000
30	Kepala Divisi *Research Marketing*	1	2.800.000	2.800.000
31	Staff *Research Marketing*	2	1.500.000	3.000.000
32	Kepala Divisi Pembukuan & Admin	1	2.500.000	2.500.000
33	Staff Pembukuan & Administrasi	2	1.500.000	3.000.000
34	Kepala Divisi Keuangan	1	2.500.000	2.500.000
35	Staff Keuangan	2	1.500.000	3.000.000
36	Kepala Divisi Kesehatan	1	5.000.000	5.000.000
37	Staff Kesehatan	3	1.800.000	5.400.000

38	Kepala Divisi Personalia	1	2.500.000	2.500.000
39	Staff Divisi Personalia	2	1.500.000	3.000.000
40	Kepala Divisi Transportasi	1	2.500.000	2.500.000
41	Staff Transportasi	2	1.500.000	3.000.000
42	Sopir	3	1.300.000	3.900.000
43	Kepala Divisi Humas	1	2.500.000	2.500.000
44	Staff Humas	3	1.800.000	5.400.000
45	a. Kebersihan	6	1.300.000	7.800.000
46	b. *Security*	12	1.500.000	18.000.000
47	Kepala Divisi Gudang	1	2.500.000	2.500.000
48	Staff Divisi Gudang	3	1.800.000	5.400.000
49	Karyawan Gudang	3	1.300.000	3.900.000
	Total	**250**	**-**	**432.400.000**

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan menguntungkan atau tidak. Oleh karena itu dalam pra rencana pabrik *Sabun dari RBDPS* ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik *Sabun dari RBDPS* tersebut. Cara untuk mengetahui jumlah investasi yang dibutuhkan oleh pabrik *Sabun RBDPS* ini dapat menggunakan beberapa cara, yaitu :

1. Return of Investment / ROI
2. Pay Out Time / POT
3. Break Event Point / BEP
4. Internal Rate of Return / IRR

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

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

3. Total pendapatan

11.1 Faktor –faktor Penentu

A. Modal Investasi Total (Total Capital Investment = TCI)

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik sebelum berproduksi, terdiri dari :

1. *Fixed Capital Investment (FCI)*

   b. Biaya langsung *(Direct cost)*, meliputi :

      - Pembelian alat
      - Instrumentasi dan alat kontrol
      - Perpipaan terpasang
      - Listrik terpasang
      - Tanah dan bangunan
      - Fasilitas pelayanan
      - Pengambangan lahan

   c. Biaya tak langsung *(Indirect cost)*

      - Teknik dan supervisi
      - Konstruksi
      - Kontraktor
      - Biaya tak terduga

   d. Working Capital Investment *(WCI)*

      Modal kerja yaitu modal yang digunakan untuk menjalankan pabrik yang berhubungan dengan laju produksi dalam beberapa waktu tertentu.

Modal kerja terdiri dari :

1. Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
2. Pengemasan produk dalam waktu tertentu
3. Utilitas dalam waktu tertentu
4. Gaji dalam waktu tertentu
5. Uang tunai

Sehingga :

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

B. Biaya produksi (Total Production Cost = TPC)

Total biaya produksi adalah biaya yang digunakan untuk operasi pabrik atau biaya yang dikeluarkan untuk mengeluarkan satu-satuan produk dalam waktu tertentu.

Biaya produksi terdiri dari :

a. Biaya pembuatan *(Manufacturing Cost)*, terdiri dari :
   1. Biaya produksi langsung
   2. Biaya produksi tetap
   3. Biaya *overhead* pabrik
b. Biaya umum *(General Expenses)*, terdiri dari :
   1. Biaya administrasi
   2. Biaya distribusi dan pemasaran
   3. Litbang
   4. Financing

Adapun biaya produksi total terbagi menjadi :

a. Biaya variabel (*Variable Cost* = *VC*)

Biaya variabel yaitu, segala biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi atau biaya yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara langsung. Biaya variabel terdiri :

1. Biaya bahan baku
2. Biaya utilitas
3. Biaya pengemasan

b. Biaya semi variabel (*Semi Variable Cost = SVC*)

Biaya semi variabel yaitu, biaya pengeluaran yang tidak berbanding lurus dengan laju produksi atau yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara tidak langsung.

Biaya semi variabel terdiri dari :

1. Upah karyawan
2. Plant overhead
3. Pemeliharaan dan perbaikan
4. Laboratorium
5. Operating supplies
6. Biaya umum
7. Supervisi

c. Biaya tetap (*Fixed Production Cost = FPC*)

Biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan secara tetap, tidak tergantung pada kapasitas pabrik.

Biaya tetap terdiri dari :

1. Asuransi
2. Depresiasi
3. Pajak

4. Bunga bank

11.2 Penafsiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat akan berubah, tergantung pada perubahan kondisi ekonomi. Oleh karena itu, digunakan beberapa cara konversi harga alat terhadap harga alat pada beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekivalen dengan harga sekarang.

Harga alat dalam Pra Rencana Pabrik *Sabun RBDPS* ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada literatur Peter & Timmerhause, Gael. D. Ulrich serta http//: www.matche.com/EquipCost/html.

Untuk menaksir harga alat pada tahun 2007 digunakan persamaan berikut :

$$C_X = \frac{I_X}{I_K} \times C_K \quad \text{.....} \quad (1)$$

$$V_A = V_B \times \left(\frac{\text{Kapasitas alat A}}{\text{Kapasitas alat B}}\right)^n \quad \text{.....} \quad (2)$$

Dimana :

C_X = Taksiran harga alat pada tahun 2007

C_K = Taksiran harga alat pada tahun basis

I_X = Indeks harga pada tahun 2007

I_K = Indeks harga pada tahun basis

V_A = Harga alat dengan kapasitas A

V_B = Harga alat dengan kapasitas B

n = Harga eksponen alat tertentu *(Peter and Timmerhaus, hal. 170)*

11.3. Penentuan *Total Capital Invesment (TCI)*

Dari perhitungan Appendiks E diperoleh :

A. Biaya Langsung (DC) = $ 13.365.233

B. Biaya Tak Langsung (IC) = $ 4.983.647

C. Fix Capital Invensment (FCI) = $ 28.257.274

D. Modal Kerja (WCI) = $ 4.986.577

Maka TCI = $ 33.242.851

11.4. Penentuan *Total Production Cost* (TPC)

Dari perhitungan Appendiks E diperoleh :

A. Biaya Produksi Langsung (Direct Production Cost /DPC) = $ 78.817.292

B. Biaya Tetap (Fixed Production Cost/FPC) = $ 7.629

C. Biaya Overhead = $ 1.729.950

D. Biaya Umum (General Expenses) = $ 18.894.315

Maka TPC = $ 99.443.763

11.5. Laba Perusahaan

Laba perusahaan yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk.

Dari Appendiks E diperoleh :

Total penjualan = $102.134.758

Pajak Penghasilan = 30% dari laba kotor

Laba kotor = $ 2.690.993

Laba bersih = $1.883.695

Cash flow (C_A) = $ 4.709.422

11.6.Analisis Probabilitas

A. Pay Out Time (POT)

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

$$POT = \frac{\text{Modal tetap} + (\text{Bunga} \cdot \text{TCI})}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun}$$

Dari Appendiks E diperoleh :

POT = 4,2 tahun

B. Rate On Invesment (ROI)

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

- ROI sebelum pajak

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

Dari Appendiks E diperoleh :

ROI_{BT} = 27,12 %

- ROI setelah pajak

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

Dari Appendiks E diperoleh :

ROI_{AT} = 19 %

C. Break Event Point (BEP)

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

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

Dari Appendiks E diperoleh :

FPC = $ 7.629.689

SVC = $ 25.078.621

VC = $ 54.202.764

S = harga jual = $ 102.134.758

Maka nilai BEP = 51,6 %

D. Shut Down Point (SDP)

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

$$SDP = \frac{0{,}3\ SVC}{S - 0{,}7SVC - VC} \times 100\%$$

Dari Appendiks E diperoleh :

SDP = 21 %

E. Net Present Value (NPV)

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

Langkah – langkah menghitung NPV :

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

Dari Appendiks E diperoleh :

C_{A-2} = \$ 16.276.189

C_{A-1} = \$ 20.358.197

C_{A-0} = - \$ 12.841.278

b. Menghitung NPV tiap tahun

$NPV = C_A \times F_d$

Dimana : F_d = faktor diskon = $1/(1+i)^n$

i = tingkat bunga

C_A = cash flow setelah pajak

n = tahun ke-n

Dari Appendiks E diperoleh :

NPV = \$ 112.088.282

Karena harga NPV = (+) maka pabrik *Sabun dari RBDPS* layak untuk didirikan.

F. Internal Rate Of Return (IRR)

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

Dari Appendiks E diperoleh :

IRR = 22 %

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (15%) maka pabrik *sabun dari RBDPS* layak untuk didirikan.

BAB XII
KESIMPULAN

Prarencana Pabrik Sabun dari RBDPS menghasilkan sabun padat, gliserol. Ketersediaan sabun ini selain untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri dan juga diekspor.

Lokasi pendirian pabrik di daerah Long Kali, Paser Selatan-Kalimantan Timur dengan pertimbangan berbagai aspek yang menguntungkan seperti bahan baku yang melimpah, dekat jalan utama dan pelabuhan sehingga memudahkan pemasaran, tenaga kerja yang murah serta sarana dan prasarana lainnya.

Ditinjau dari segi ekonomi, pabrik sabun padat ini **layak** didirikan dengan penilaian investasi sebagai berikut.

1. Total Capital Investment (TCI) = $ 33.242.851
2. Total Production Cost (TPC) = $ 99.443.763
3. Rate of Return on Investment (ROI)
   - ROI sesudah pajak = 19 %
   - ROI sebelum pajak = 27,12 %
4. Break Event Point (BEP) = 51,6 %
5. Pay Out Time (POT) = 4 tahun 2 bulan
6. Internal Rate Return (IRR) = 22 %

DAFTAR PUSTAKA

Ali, M.F., El Ali, B.M., dan Speight, J.G., 2005, *Handbook of Industrial Chemistry*, McGraw Hill, New York.

Anonim, 1999, *Industri Sabun Mandi : Kondisi Menurun Sedikit*, Manajemen dan Usahawan, Pusat Data Ekonomi dan Bisnis, Universitas Indonesia, Jakarta.

Anonim, 2007, *Gambaran Sekilas Industri Minyak Kelapa Sawit*, Sekertariat Jenderal, Departemen Perindustrian, Indonesia.

Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw-Hill Book Company, New York

Biro Pusat Statistik, 2003-2010, *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*, Volume I & II, Jakarta, PT. Cakra Indah Pustaka

Brown , G.G., 1978, *Unit Operation*, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.

Brownell, & E., Young, (1959). "*Process Equipment Design*". John Wiley & Sons Inc., New York .

Coulson, J.M. and Richardson, J.F. 1983. "*Chemical Engineering*". Vol. 6. Oxford : Pergamon Press, New York.

Evans, F.L., 1980, "Equiment Design Handbook", ed. 2, Vol.2, Gulf Publishing Company, USA.

Geankoplis, Christie J., (1993). "*Transport Process & Unit Operation*", 3th edition, Prentice Hall Inc., New Delhi.

Gunstone, F.D., 2002, Vegetable oils in food technology, Blackwell Publishing, Canada.

Ittner, M.H., 1949, "Continuous Fat Splitting", United States Patent 2.458.170

Kern, Donald Q., (1965). "*Process Heat Transfer*". Mc Graw Hill International Book Company, Singapore.

Ketaren, 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Universitas Indonesia, Jakarta.

Kent, J.A., 2007, *Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology*, Springer, USA

Kirk, R.E., Othmer, V.R., 1993, *Encyclopedia of Chemical Technology*, vol.5, Carbon & Graphite Fibers to C1-Chlorocarbons, 4th ed., John Wiley & Sons Inc., New York.

Kurita, 1999, "handbook of water treatment", ed. 2, Kurita Water Industries, Ltd, Japan

Ludwig, E.E., 1967, *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, 2 nd ed., Vol I,II,III, Gilf Publishing Co., Houston, Texas.

Patnaik, P., 2003, *"Handbook of Inorganic Chemical"*, p. 867-870, 899-902, Mc Graw Hill company, Inc. New york.

Perry, Robert H., 1997, *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 7th edition,, Mc Graw Hill, International Editions, New York.

Powel, S.T. 1954, *Water Conditioning for Industry*, 1th ed., McGraw-Hill Book Co., Inc., Tokyo.

Roberts, D.W., 2001, *Manufacture of Anionic Surfactans*. Oleochemical Manufacture and Applications, Sheffi eld Academia Press, Sheffi eld, U.K.

Shahidi, F., 2005 , *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, wiley Interscience, Canada

Simmons, W.H. and Appleton, H.A., 2007, *The Handbook of Soap Manufacture*, Scott Greenwood & Son.

Timmerhaus, Peters M.S., (2003). *"Plant Design & Economics For Chemical Engineering"*. 5th edition. Mc Graw Hill International Book Company, Singapore.

Ulrich, Gael D., (1984). *"A Guide To Chemical engineering Process Design & Economics"*. John Willeyn Sons Inc., Kanada.

Vilbrandt, Frank C., & Dryden, Charlese, (1959). *"Chemical Engineering Plant Design"*. 4th edition. Mc Graw Hill Kogakusha Ltd., Tokyo.

Wallas, Stanley M., (1990), *"Chemical Process Equipment"*, University of Kansas, United States of America.

http://sela-gmbh.com/en/produkte/fertigungslinien/mischen.html

www.engineeringtoolbox.com

www.alibaba.com

www.soaptech.biz