

BAB VI

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

6.1 Instrumentasi

Instrumentasi merupakan suatu sistem atau susunan peralatan yang dipakai didalam suatu proses kontrol untuk mengatur jalannya suatu proses agar diperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan. Alat – alat instrumentasi dipasang pada setiap peralatan proses dengan tujuan agar para *engineer* dapat memantau dan mengontrol kondisi dilapangan. Dengan adanya instrumentasi ini pula, para *engineer* dapat segera melakukan tindakan apabila terjadi kejanggalan dalam proses. Namun pada dasarnya, tujuan pengendalian tersebut adalah agar kondisi proses didalam pabrik mencapai tingkat kesalahan (*error*) yang paling minimum sehingga produk dapat dihasilkan secara optimal (Considine, 1985).

Fungsi instrumentasi adalah sebagai pengontrol, penunjuk, pencatat dan pemberi tanda bahaya. Peralatan instrumentasi biasanya bekerja dengan tenaga mekanik atau tenaga listrik dan pengontrolnya dapat dilakukan secara manual atau otomatis. Penggunaan instrumen pada suatu peralatan proses tergantung pada pertimbangan ekonomi dan sistem peralatan itu sendiri. Pada pemakaian alat – alat instrumen juga harus ditentukan apakah alat – alat tersebut dipasang diatas papan instrumen dekat peralatan proses yang dikontrol secara manual atau disatukan dalam suatu ruang kontrol yang dihubungkan dengan bangsal peralatan yang dikontrol secara otomatis (Perry, 1999).

Variabel – variabel proses yang biasanya dikontrol atau diukur oleh instrumen adalah (Considine, 1985) :

1. Variabel utama, seperti temperatur, tekanan, laju alir dan level cairan.
2. Variabel tambahan, seperti densitas, viskositas, panas spesifik, konduktivitas, pH, humiditas, titik embun, komposisi kimia, kandungan kimia, kandungan kelembaban dan variabel lainnya.

Pada dasarnya suatu sistem pengendalian terdiri dari :

1. Elemen Perasa (*Sensing Element / Primary Element*)

Elemen yang merasakan (menunjukkan) adanya perubahan dari harga variabel yang diukur.

2. Elemen Pengukur (*Measuring Element*)

Elemen yang sensitif terhadap adanya perubahan temperatur, tekanan, laju aliran, maupun ketinggian fluida. Perubahan ini merupakan sinyal dari proses dan disampaikan oleh elemen pengukur ke elemen pengontrol.

3. Elemen Pengontrol (*Controlling Element*)

Elemen yang menerima sinyal kemudian akan segera mengatur perubahan – perubahan proses tersebut sama dengan nilai set point (nilai yang dikehendaki). Dengan demikian elemen ini dapat segera memperkecil ataupun meniadakan penyimpangan yang terjadi.

4. Elemen Pengontrol Akhir (*Final Control Element*)

Elemen yang akan mengubah masukan yang keluar dari elemen pengontrol kedalam proses sehingga variabel yang diukur tetap berada dalam batasan yang diinginkan dan merupakan hasil yang dikehendaki.

Pengendalian peralatan instrumentasi dapat dilakukan secara otomatis dan semi otomatis. Pengendalian secara otomatis adalah pengendalian yang dilakukan dengan cara mengatur instrumen pada kondisi tertentu, bila terjadi penyimpangan variabel yang dikontrol maka instrumen akan bekerja sendiri untuk mengembalikan variabel pada kondisi semula, instrumen ini bekerja sebagai *controller*. Pengendalian secara semi otomatis adalah pengendalian yang mencatat perubahan-perubahan yang terjadi pada variabel yang dikontrol. Untuk mengubah variabel-variabel kedalam nilai yang diinginkan maka dilakukan usaha secara manual, instrumen ini bekerja sebagai pencatat (*recorder*) atau penunjuk (*indicator*).

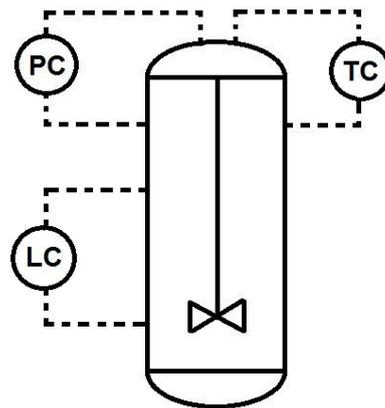
Faktor – faktor yang perlu diperhatikan dalam instrument – instrument adalah (Peters, dkk. 2004) :

1. *Range* yang diperlukan untuk pengukuran
2. *Level* instrumentasi
3. *Ketelitian* yang dibutuhkan
4. *Bahan* konstruksinya
5. *Pengaruh* pemasangan instrumentasi pada kondisi proses

Instrumentasi yang umum digunakan dalam pabrik dan akan digunakan dalam pra rancangan pabrik pembuatan gliserol dari minyak kelapa sawit adalah (Considine, 1985) :

1. Untuk variabel temperature
 - a. Temperatur *Controller* (TC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati temperatur dari suatu alat. Dengan menggunakan TC para *engineer* juga dapat melakukan pengendalian terhadap peralatan sehingga temperatur peralatan tetap berada dalam *range* yang diinginkan. TC kadang – kadang juga dapat mencatat temperatur dari suatu peralatan secara berkala melalui Temperatur Recorder (TR).
 - b. Temperatur *Indicator* (TI) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati temperatur suatu alat.
2. Untuk variabel ketinggian permukaan cairan
 - a. *Level Controller* (LC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati ketinggian cairan didalam suatu alat. Dengan menggunakan LC para *engineer* juga dapat melakukan pengendalian ketinggian cairan didalam peralatan tersebut.
 - b. *Level Indicator* (LI) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati ketinggian cairan didalam suatu alat.
3. Untuk variabel tekanan
 - a. *Pressure Controller* (PC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati tekanan operasi dari suatu alat. Para *engineer* juga dapat melakukan perubahan tekanan dari peralatan operasi. PC dapat juga dilengkapi pencatat tekanan dari suatu peralatan secara berkala melalui *Pressure Recorder* (PR)

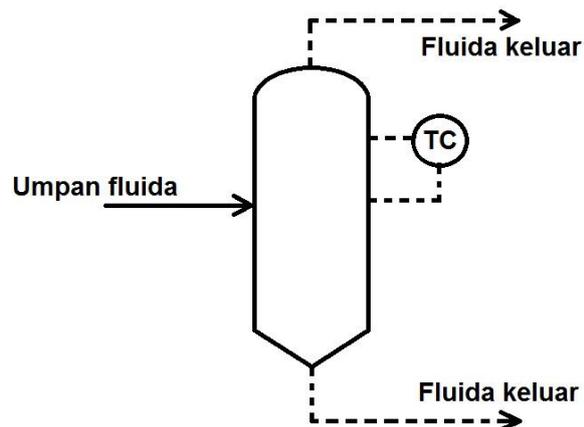
sebaliknya, sehingga suhu dalam reaktor dapat dijaga. Untuk menjaga agar tekanan dalam reaktor tetap 1 atm digunakan *Pressure Control (PC)*. Valve pada aliran steam juga dilengkapi dengan valve by pass.



Gambar 6.2 Reaktor beserta instrumentnya

3. Evaporator

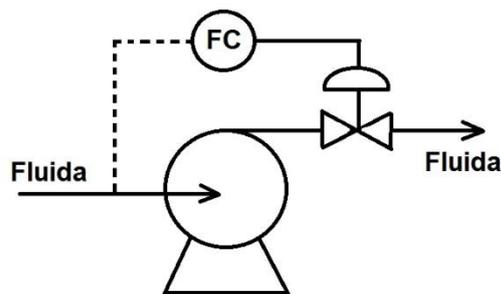
Instrumen yang digunakan pada evaporator adalah *Temperature Control (TC)* yang berfungsi untuk mengatur temperatur *steam* yang masuk kedalam evaporator.



Gambar 6.3 Evaporator beserta instrumentnya

4. Pompa

Instrumen yang digunakan pada pompa adalah *Flow Controller (FC)* yang berfungsi untuk memperkecil laju alir fluida yang masuk apabila laju alir fluida di dalam pompa berada di atas batas yang ditentukan.



Gambar 6.4 Pompa beserta instrumentnya

6.2 Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan bagian dari kelangsungan produksi pabrik, oleh karena itu aspek ini harus diperhatikan secara serius dan terpadu. Untuk maksud tersebut perlu diperhatikan cara pengendalian keselamatan kerja dan keamanan pabrik pada saat perancangan dan saat pabrik beroperasi.

Salah satu faktor yang penting sebagai usaha menjamin keselamatan kerja adalah dengan menumbuhkan dan meningkatkan kesadaran karyawan akan pentingnya usaha untuk menjamin keselamatan kerja. Usaha-usaha yang dapat dilakukan antara lain (Peters, dkk.2004) :

1. Meningkatkan spesialisasi keterampilan karyawan dalam menggunakan peralatan secara benar sesuai dengan tugas dan wewenang serta mengetahui cara – cara mengatasi kecelakaan kerja.
2. Melakukan pelatihan secara berkala bagi karyawan. Pelatihan yang dimaksud dapat meliputi :
 - a. Pelatihan untuk menciptakan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) yang tinggi dan bertanggungjawab, misalnya melalui pelatihan kepemimpinan dan pelatihan pembinaan kepribadian
 - b. Studi banding (*workshop*) antar bidang kerja, sehingga karyawan diharapkan memiliki rasa kepedulian terhadap sesama karyawan

3. Membuat peraturan tata cara dengan pengawasan yang baik dan member sanksi bagi karyawan yang tidak disiplin

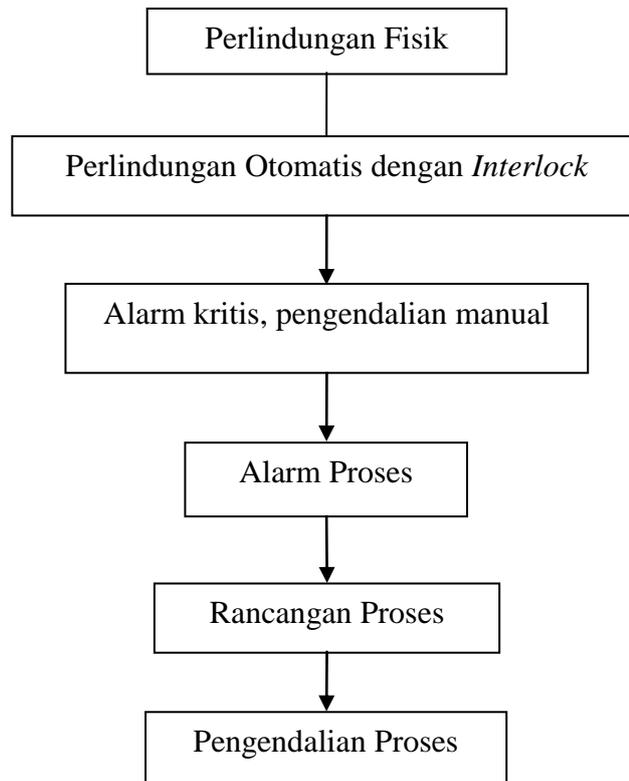
Sebagai pedoman pokok dalam usaha penanggulangan masalah kerja, Pemerintah Republik Indonesia telah mengeluarkan Undang-Undang Keselamatan Kerja pada tanggal 12 Januari 1970. Semakin tinggi tingkat keselamatan kerja dari suatu pabrik maka semakin meningkat pula aktivitas kerja para karyawan. Hal ini disebabkan oleh keselamatan kerja yang sudah terjamin dan suasana kerja yang menyenangkan.

Hal – hal yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan pabrik untuk menjamin adanya keselamatan kerja adalah sebagai berikut (Peters, dkk.2004) :

1. Penanganan dan pengangkutan bahan menggunakan manusia harus seminimal mungkin.
2. Adanya penerangan yang cukup dan sistem pertukaran udara yang baik.
3. Jarak antar mesin - mesin dan peralatan lain cukup luas.
4. Setiap ruang gerak harus aman, bersih dan tidak licin.
5. Setiap mesin dan peralatan lainnya harus dilengkapi alat pencegah kebakaran
6. Tanda – tanda pengaman harus dipasang pada setiap tempat yang berbahaya.
7. Penyediaan fasilitas pengungsian bila terjadi kebakaran.

6.3 Keselamatan Kerja Pada Pabrik Pembuatan Gliserol

Dalam rancangan pabrik pembuatan gliserol dari minyak sawit, situasi keselamatan dapat dijelaskan pada gambar dibawah ini :



Gambar 6.6 Perlindungan berlapis pabrik kimia (Perry, 2000)

Secara keseluruhan, situasi keselamatan kerja dapat dibagi menjadi :

1. Perlindungan otomatis
2. Perlindungan fisik

6.3.1 Perlindungan Otomatis

Fungsi elemen pengendalian selain untuk meningkatkan produktivitas juga berfungsi sebagai *plant safety*. Elemen pengendalian yang berfungsi sebagai *plant safety* disebut dengan SIS (*safety interlock system*). Keamanan dimulai dari rancangan proses yang memungkinkan berjalannya proses dengan aman,

berdasarkan kondisi proses (angka – angka rancangan), untuk mencegah kondisi abnormal.

Sistem *interlock* terdiri atas instrumentasi, program komputer (*logic*), dan pengendalian akhir. *Interlock* secara otomatis mencari kondisi proses abnormal dan memberikan peringatan berupa *alarm*.

6.3.2 Perlindungan Fisik

1. Peralatan Perlindungan Diri

Pakaian yang dipakai pada waktu bekerja sangat perlu untuk keselamatan seseorang. Pakaian yang cocok harus dipakai untuk tiap tempat pekerjaan dan aktivitas kerja khusus. Hal – hal berikut harus diperhatikan :

- a. Topi yang kuat, sepatu pengaman, masker udara, sarung tangan dan kacamata harus dipakai pada tempat – tempat yang dianjurkan.
- b. Alat pengaman penutup telinga harus dipakai pada tempat – tempat yang bising.
- c. Pakaian harus pas-sempit untuk menghindari bahaya yang mengakibatkan terjatuh pada mesin yang berputar.
- d. Rambut panjang harus diikat atau dipangkas kalau bekerja disekitar mesin.

2. Pemberian Tanda Peringatan dan Bahaya Tertentu

Warna-warna berikut digunakan untuk tanda peringatan dan bahaya tertentu :

- a. Merah digunakan untuk menandai :
 - Alat dan perlengkapan perlindungan bahaya kebakaran.
 - Pengamanan
 - Tabung yang dapat dibawa-bawa yang berisi cairan yang mudah terbakar
 - Tombol dan saklar stop untuk keadaan darurat.
- b. Kuning digunakan untuk :
 - Perhatian dan bahaya fisik

- Tabung bekas buangan untuk bahan yang mudah meledak dan mudah terbakar. Perhatian terhadap starting, titik starting atau sumber daya mesin.
- c. Oranye digunakan untuk menandai :
 - Bagian berbahaya dari mesin
 - Pengamanan tombol starter
 - Bagian riskan (sisi) dari pulley (kerek), roda gigi, penggulung, dll.
- d. Ungu digunakan untuk menandai bahaya radiasi.

3. Pencegahan Kebakaran

- a. Memasang sistem *alarm* pada tempat yang strategis dan penting seperti *power station*, laboratorium, dan ruang proses.
- b. Mobil pemadam kebakaran harus selalu dalam keadaan siap siaga yang ditempatkan di *fire station*.
- c. *Fire hydrant* ditempatkan di daerah *storage*, proses, dan perkantoran.
- d. *Fire extinguisher* disediakan pada bangunan pabrik untuk memadamkan api yang relatif kecil.
- e. *Gas detector* dipasang pada daerah proses, *Storage*, dan daerah perpipaan dan dihubungkan ke gas *alarm* di ruang kontrol untuk mendeteksi kebocoran gas.
- f. *Smoke detector* ditempatkan pada setiap *sub station* listrik untuk mendeteksi kebakaran melalui asapnya.

4. Keselamatan Kerja Terhadap Listrik

- a. Setiap instalasi dan alat – alat listrik harus diamankan dengan pemakaian sekering atau pemutus arus listrik otomatis lainnya.
- b. Sistem perkabelan listrik harus dirancang secara terpadu dengan tata letak pabrik untuk menjaga keselamatan dan kemudahan jika harus dilakukan perbaikan.
- c. Penempatan dan pemasangan motor – motor listrik tidak boleh mengganggu lalu lintas pekerja.

- d. Memasang papan tanda larangan yang jelas pada daerah sumber tegangan tinggi.
- e. Isolasi kawat hantaran listrik harus disesuaikan dengan keperluan.

5. Pencegahan Terhadap Gangguan Kesehatan

- a. Setiap karyawan diwajibkan memakai pakaian kerja di lokasi pabrik.
- b. Dalam menangani bahan – bahan kimia yang berbahaya, karyawan diharuskan memakai sarung tangan karet serta penutup hidung dan mulut.
- c. Bahan – bahan kimia yang selama pembuatan, pengolahan, pengangkutan, penyimpanan, dan penggunaannya dapat menimbulkan ledakan, kebakaran, korosi, maupun gangguan terhadap kesehatan harus ditangani secara cermat.
- d. Poliklinik yang memadai disediakan di lokasi pabrik.

6. Pencegahan Terhadap Bahaya Mekanis

- a. Alat – alat dipasang dengan penahan yang cukup berat untuk mencegah kemungkinan terguling atau terjatuh.
- b. Sistem ruang gerak karyawan dibuat cukup lebar dan tidak menghambat kegiatan karyawan.
- c. Arus perpipaan sebaiknya berada di atas permukaan tanah atau diletakkan pada atap lantai pertama kalau didalam gedung atau setinggi 4,5 meter bila diluar gedung lantai agar tidak menghalangi kendaraan yang lewat.
- d. Letak alat diatur sedemikian rupa sehingga para operator dapat bekerja dengan tenang dan tidak akan menyulitkan apabila ada perbaikan atau pembongkaran.
- e. Pada alat – alat yang bergerak atau berputar harus diberikan tutup pelindung untuk menghindari terjadinya kecelakaan kerja.

Untuk mencapai keselamatan kerja yang tinggi, maka ditambahkan nilai – nilai disiplin bagi para karyawan :

- a. Setiap karyawan bertugas sesuai dengan pedoman – pedoman yang diberikan.

- b. Setiap peraturan dan ketentuan yang ada harus dipatuhi.
- c. Perlu ketrampilan untuk mengatasi kecelakaan dengan menggunakan peralatan yang ada.
- d. Setiap kecelakaan atau kejadian yang merugikan harus segera dilaporkan pada atasan.
- e. Kontrol dilakukan secara periodik terhadap alat instalasi pabrik oleh petugas *maintenance*.
- f. Setiap karyawan harus saling mengingatkan perbuatan yang dapat menimbulkan bahaya.

BAB VII UTILITAS

Utilitas merupakan unit penunjang kelancaran suatu proses produksi pabrik. Oleh karena itu, unit-unit harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat menjamin kelangsungan operasi suatu pabrik. Berdasarkan kebutuhannya, utilitas Pabrik Gliserol dari Minyak Kelapa Sawit diklasifikasikan sebagai berikut :

1. **Kebutuhan Air**

Kebutuhan Air terdiri dari :

- Kebutuhan air proses
- Kebutuhan uap (steam)
- Kebutuhan air pendingin
- Air untuk berbagai kebutuhan

2. **Kebutuhan Bahan Kimia untuk utilitas**

3. **Kebutuhan Tenaga Listrik**

4. **Kebutuhan Bahan Bakar**

5. **Unit Pengolahan Limbah**

7.1 Kebutuhan Air

Dalam proses produksi, air memegang peranan penting, baik untuk kebutuhan proses maupun kebutuhan domestik. Adapun kebutuhan air pada Pra-Rancangan Pabrik Pembuatan Gliserol dari Minyak Sawit ini adalah sebagai berikut :

7.1.1 Kebutuhan Air Proses

Perhitungan kebutuhan air proses pada pabrik gliserol yang diperoleh dari lampiran A dapat dilihat Tabel 7.1 dibawah ini :

Tabel 7.1 Kebutuhan air proses pada alat

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1.	Mixer	M-120	1.358,024
Total			1.358,024

Tambahan untuk faktor keamanan diambil sebesar 30% (Perry, 1999) maka :
 Total air yang dibutuhkan = $(1 + \text{faktor keamanan}) \times \text{kebutuhan air proses}$
 = $(1,3) \times 1.358,024 \text{ kg/jam} = 1.765,4312 \text{ kg/jam}$

7.1.2 Kebutuhan Uap (Steam)

Uap digunakan dalam pabrik sebagai media pemanas alat-alat perpindahan panas. *Steam* diproduksi dalam ketel. Perhitungan kebutuhan steam pada pabrik pembuatan gliserol dapat dilihat pada tabel 7.2 dibawah ini :

Tabel 7.2 Kebutuhan Uap sebagai Media Pemanas Pada Berbagai Alat

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1.	Reaktor	R-110	723,2178
2.	Evaporator	V-220	1.469,0974
Total			2.192,3152

Tambahan untuk faktor keamanan diambil sebesar 30% (Perry, 1999) maka :

Total *steam* yang dibutuhkan = $(1 + \text{faktor keamanan}) \times \text{kebutuhan steam}$
 = $(1,3) \times 2.192,3152 \text{ kg/jam} = 2.850,01 \text{ kg/jam}$

Diperkirakan 80% kondensat dapat digunakan kembali (Evans,1978), sehingga :

Kondensat yang digunakan kembali = $80\% \times 2.850,01 \text{ kg/jam}$
 = $2.280,0078 \text{ kg/jam}$

Kebutuhan air tambahan untuk ketel = $20\% \times 2.850,01 \text{ kg/jam}$
 = $570,002 \text{ kg/jam}$

7.1.3 Kebutuhan Air Pendingin

Perhitungan kebutuhan air pendingin pada pabrik gliserol dapat dilihat pada Tabel 7.3 di bahah ini :

Tabel 7.3 Kebutuhan air pendingin pada alat

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1.	Cooler	E-226	10.434,153
Total			10.434,153

Air pendingin bekas digunakan kembali setelah didinginkan dalam menara pendingin air. Dengan menganggap terjadi kehilangan air selama proses sirkulasi, maka air tambahan yang diperlukan adalah jumlah air yang hilang karena penguapan, *drift loss*, dan *blowdown* (Perry, 1999). Air yang hilang karena penguapan dapat dihitung dengan persamaan ;

$$W_e = 0,00085 W_c(T_2 - T_1) \dots\dots\dots(Pers.12-10, Perry, 1999)$$

Dimana :

$$W_c = \text{Jumlah air pendingin yang diperlukan} = 10.434,153 \text{ kg/jam}$$

$$T_1 = \text{Temperatur air pendingin masuk} = 20^\circ\text{C} = 68^\circ\text{F}$$

$$T_2 = \text{Temperatur air pendingin keluar} = 75^\circ\text{C} = 167^\circ\text{F}$$

Maka :

$$W_e = 0,00085 \times 10.434,153 \times (167 - 68) = 878,034 \text{ kg/jam}$$

Air yang hilang karena *drift loss* biasanya 0,1 – 0,2 % dari air pendingin yang masuk ke menara air (Perry, 1999), diperkirakan *drift loss* 0,2 %, maka :

$$W_d = 0,002 \times 878,034 = 1,756 \text{ kg/jam}$$

Air yang hilang *blowdown* bergantung pada jumlah siklus air pendingin, biasanya antara 3-5 siklus (Perry, 1999). Diperkirakan 5 siklus , maka :

$$W_b = \frac{W_e}{5-1} = \frac{878,034}{5-1} = 219,508 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga air tambahan yang diperlukan} &= 878,034 + 1,756 + 219,508 \\ &= 1.099,198 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

7.1.4 Air Untuk Berbagai Kebutuhan

Kebutuhan air domestik (keperluan air rumah tangga, perkantoran, kantin dan lain-lain) diperkirakan 10% dari air kebutuhan pabrik (Metcaf, 1991) :

$$= 10\% (2.850,01 + 10.434,153 + 1.358,024) = 1.464,2187 \text{ kg/jam}$$

Kebutuhan air untuk laboratorium diperkirakan 1% dari kebutuhan pabrik (Metcaf, 1991) :

$$= 1\% (2.850,01 + 10.434,153 + 1.358,024) = 146,4218 \text{ kg/jam}$$

Total kebutuhan air dalam pengolahan awal pabrik adalah :

$$= 1.765,4712 + 2.850,01 + 10.434,153 + 1.464,2187 + 146,4218$$

$$= 19.505,142 \text{ kg/jam}$$

Densitas air pada 30°C = 997,08 kg/m³ (App A-2.3, Geankoplis, 1977)

$$\begin{aligned} \text{Debit air} &= \frac{19.505,142}{997,08} \times \frac{1 \text{ jam}}{3600 \text{ detik}} \times \frac{1000 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3} \\ &= 5,433 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Sumber air untuk Pra-Rancangan Pabrik Pembuatan Gliserol dari Minyak Sawit ini berasal dari sungai Bengawan Solo, Kabupaten Karanganyar, Propinsi Jawa Tengah. Dimana sungai Bengawan Solo dengan panjang 548,53 km memiliki potensi debit pada musim kemarau 60 m³/detik dan pada musim hujan 200 m³/detik. Adapun kualitas air sungai Bengawan Solo dapat dilihat pada Tabel.7.4 di bawah ini :

Tabel 7.4 Kualitas Air sungai Bengawan Solo, Karanganyar, Jawa Tengah

No.	Unsur	Jumlah
1.	Alkali	69,28
2.	Aluminium	0,004
3.	Arsen	Tidak nyata
4.	Bikarbonat	84,520
5.	Karbonat (CO ₃)	Tidak nyata
6.	Klorida (Cl)	11,08
7.	Calcium (Ca)	20,790
8.	CO ₂ bebas	7,340
9.	PH	6,500
10.	Ignition residu	200
11.	Kesadahan total	4,5
12.	Kesadahan Kalsium	52,5
13.	Kesadahan Magnesium	26,2
14.	Kekeruhan	0,4

15.	Magnesium (Mg)	26,290
16.	Nitrat (NO ₃)	Tidak nyata
17.	Suspensid water	Tidak nyata
18.	Sulfat	99,36
19.	Total solid	216,4
20.	Zat organik	2,25
21.	Tembaga	Tidak nyata
22.	Seng	Tidak nyata
23.	Ferrum	Tidak nyata
24.	Amoniak	Tidak nyata
25.	Timbal	Tidak nyata
26.	Oksigen terlarut	Tidak nyata
27.	Nitrit	Tidak nyata

(Sumber : Laporan Air Minum Sungai Bengawan Solo, Kota Surakarta, Jawa Tengah, 2009)

Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air untuk pabrik pembuatan Gliserol dari Minyak Sawit diperoleh dari sungai Bengawan Solo, yang terletak dikawasan pabrik, untuk menjamin kelangsungan penyediaan air, maka dilokasi pengambilan air dibangun fasilitas penampungan air (water intake) yang juga merupakan tempat pengolahan awal air sungai. Pengolahan ini meliputi penyaringan sampah dan kotoran yang terbawa bersama air. Selanjutnya air di pompakan kelokasi pabrik untuk di gunakan sesuai dengan keperluannya. Pengolahan air di pabrik terdiri dari beberapa tahap yaitu :

1. Screening
2. Klarifikasi
3. Filtrasi
4. Demineralisasi
5. Deaerasi

1. Screening

Pengendapan merupakan tahap awal dari pengolahan air. Pada *screening*, partikel – partikel padat yang besar akan mengendap secara gravitasi tanpa bantuan bahan kimia sedangkan partikel – partikel yang lebih kecil akan terikut bersama air menuju unit pengolahan selanjutnya.

2. Klarifikasi

Klarifikasi merupakan proses penghilangan kekeruhan di dalam air dengan cara mencampurkannya dengan larutan $Al_2(SO_4)_3$ dan Na_2CO_3 (soda abu). Larutan $Al_2(SO_4)_3$ berfungsi sebagai koagulan utama dan larutan Na_2CO_3 sebagai bahan koagulan tambahan yaitu berfungsi sebagai bahan pembantu untuk mempercepat pengendapan dan penetralan pH. Pada bak *Clarifier*, akan terjadi proses koagulasi dan flokulasi. Tahap ini bertujuan untuk menyingkirkan *suspended solid* dan koloid (Degremont, 1991).

Dalam hal ini, pH menjadi faktor yang penting dalam penyingkiran koloid. Kondisi pH yang optimum penting untuk terjadi koagulasi dan terbentuknya flok-flok (flokulasi). Koagulan yang biasa dipakai adalah larutan alum $Al_2(SO_4)_3$. Sedangkan koagulan tambahan dipakai larutan soda abu Na_2CO_3 yang berfungsi sebagai bahan pembantu untuk mempercepat pengendapan dan penetralan pH.

Setelah pencampuran yang disertai pengadukan maka akan terbentuk flok – flok yang akan mengendap ke dasar *clarifier* karena gaya gravitasi, sedangkan air jernih akan keluar melimpah (*overflow*) yang selanjutnya akan masuk ke tangki utilitas yang selanjutnya akan masuk ke penyaring pasir (*sand filter*) untuk penyaringan (*filtrasi*).

Pemakaian larutan alum umumnya hingga 50 ppm terhadap jumlah air yang akan diolah, perbandingan pemakaian alum dan abu soda = 1 : 0,54 (Baumann, 1971).

Perhitungan alum dan abu soda yang diperlukan :

Total kebutuhan air	: 19.505,142 kg/jam
Pemakaian larutan alum	: 50 ppm
Pemakaian larutan abu soda	: $0,54 \times 50 = 27$ ppm

Larutan alum yang dibutuhkan : $50 \cdot 10^{-6} \times 19.505,142 = 0,975 \text{ kg/jam}$

Larutan abu soda yang dibutuhkan : $27 \cdot 10^{-6} \times 19.505,142 = 0,526 \text{ kg/jam}$

3. Filtrasi

Filtrasi bertujuan untuk memisahkan flok dan koagulan yang masih terikut bersama air. Pada proses ini juga dilakukan penghilangan warna air dengan menambahkan karbon aktif pada lapisan pertama yaitu lapisan pasir. Penyaring pasir (*sand filter*) yang digunakan terdiri dari 3 lapisan yaitu :

- Lapisan I terdiri dari pasir hijau (*green sand*) setinggi 24 in = 60,96 cm
- Lapisan II terdiri dari *antrasit* setinggi 12,5 in = 31,75 cm
- Lapisan III terdiri dari batu kerikil (*gravel*) setinggi 7 in = 17,78 cm

(Metcalf & Eddy 1991)

Bagian bawah alat penyaring dilengkapi dengan *strainer* sebagai penahan. Selama pemakaian, daya saring *sand filter* akan menurun. Untuk itu diperlukan regenerasi secara berkala dengan cara pencucian balik (*back washing*). Dari *sand filter*, air dipompakan ke menara air sebelum didistribusikan untuk berbagai kebutuhan.

Untuk air proses, masih diperlukan pengolahan lebih lanjut yaitu proses demineralisasi (*softener*) dan *deaerasi*. Untuk air domestik, laboratorium, kantin, dan tempat ibadah, serta poliklinik, dilakukan proses klorinasi yaitu mereaksikan air dengan klor untuk membunuh kuman - kuman di dalam air. Klor yang digunakan biasanya berupa kaporit, $\text{Ca}(\text{ClO})_2$.

Perhitungan kebutuhan kaporit, $\text{Ca}(\text{ClO})_2$:

Total kebutuhan air domestik = 1.464,2187 kg/jam

Kaporit yang digunakan direncanakan mengandung klorin 70%

Kebutuhan klorin = 2 ppm dari berat air

Total kebutuhan kaporit = $\frac{2 \cdot 10^{-6} \times 1.464,2187 \text{ kg/jam}}{0.7} = 0.004183$

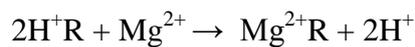
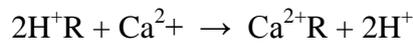
4. Demineralisasi

Air untuk umpan ketel dan proses harus murni dan bebas dari garam-garam terlarut. Untuk itu perlu dilakukan proses demineralisasi, yaitu proses penghilangan ion-ion terlarut dari dalam air. Alat demineralisasi dibagi atas:

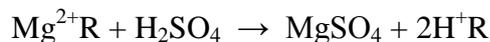
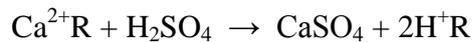
a. Penukar Kation (*Cation Exchanger*)

Penukar kation berfungsi untuk mengikat logam-logam alkali dan mengurangi kesadahan air yang digunakan. Proses yang terjadi adalah pertukaran antara kation Ca, Mg dan kation lain yang larut dalam air dengan kation dari resin. Resin yang digunakan bermerek *Daulite C-20*.

Reaksi yang terjadi :



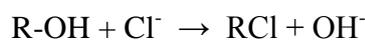
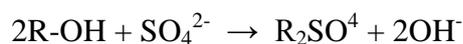
Untuk regenerasi dipakai H_2SO_4 dengan reaksi sebagai berikut :



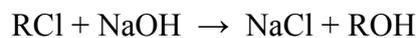
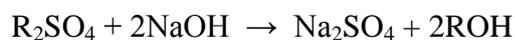
b. Penukar Anion (*Anion exchanger*)

Berfungsi untuk menukar anion yang terdapat dalam air dengan anion hidroksida dan resin. Resin yang digunakan bermerk *Dowex 2*. (*William, 1986*).

Reaksi yang terjadi :



Untuk regenerasi dipakai larutan NaOH dengan reaksi :



Perhitungan Kesadahan Kation

Air sungai Bengawan Solo mengandung kation Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} masing-masing 20,790 ppm, 26,290 ppm, 0,004 ppm.

$$\begin{aligned} \text{Total kesadahan Kation} &= 20,790 + 26,290 + 0,004 \\ &= 47,084 \text{ mg/ltr} \times 1 \text{ g/} 1000 \text{ mg} \times 0,2642 \text{ ltr/gal} \\ &= 0,0124 \text{ gr/gal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah air yang diolah} &= 19.505,142 \text{ kg/jam} \\ &= \frac{19.505,142 \text{ kg/jam}}{997,08 \text{ kg/m}^3} \\ &= 19,5622 \text{ m}^3/\text{jam} \times 264,17 \text{ gal/m}^3 \\ &= 5.167,763 \text{ gal/jam} \\ \text{Kesadahan} &= 0,0124 \text{ gr/gal} \times 5.167,763 \text{ gal/jam} \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= 1,537 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

Perhitungan Ukuran Cation Exchanger

$$\text{Jumlah air yang diolah} = 5.167,763 \text{ gal/jam}$$

$$\text{Total kesadahan air} = 1,537 \text{ kg/jam}$$

Dari table 12.4, *Nalco Water Treatment*, 1988 diperoleh :

- Diameter Penukar Kation = 2 ft
- Luas Penampang Penukar Kation = 3,14 ft²
- Jumlah penukar Kation = 1 unit

Volume resin yang diperlukan

Dari table 12.2, *Nalco*, 1988 diperoleh :

- Kapasitas resin = 20 kg/ft³
- kebutuhan regenerant = 6 lb H₂SO₄/ft³ resin

$$\text{Jadi, kebutuhan resin} = \frac{1,537 \text{ kg/jam}}{20 \text{ kg/ft}^3} = 0,076 \text{ ft}^3/\text{hari}$$

$$\text{Tinggi resin} = \frac{0,076 \text{ ft}^3/\text{hari}}{3,14 \text{ ft}^2} = 0,024 \text{ ft}$$

Tinggi minimum resin = 2,5 ft (Tabel 12.4, *Nalco*, 1988)

$$\text{Sehingga, volume resin} = 2,5 \text{ ft} \times 3,14 \text{ ft}^2 = 7,85 \text{ ft}^3$$

$$\text{Waktu regenerasi H}_2\text{SO}_4 = \frac{7,85 \text{ ft}^3 \times 20 \text{ kg/ft}^3}{1,537 \text{ kg/hari}} = 102,147 \text{ hari} = 102 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan regenerant H}_2\text{SO}_4 &= 1,537 \text{ kg/hari} \times \frac{6 \text{ lb/ft}^3}{20 \text{ kg/ft}^3} \\ &= 0,461 \text{ lb/hari} = 0,209 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

Perhitungan Kesadahan Anion

Air sungai Bengawan Solo mengandung Cl^- , SO_4^{2-} , bikarbonat masing-masing 11,08 ppm; 99,36 ppm; 84,520 ppm.

$$\begin{aligned}\text{Total kesadahan Anion} &= 11,08 + 99,36 + 84,520 \\ &= 194,96 \text{ mg/ltr} \times 1 \text{ g/} 1000\text{mg} \times 0,2642 \text{ ltr/gal} \\ &= 0,0515 \text{ gr/gal}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kesadahan air} &= 0,0515 \text{ gr/gal} \times 5.167,763 \text{ gal/jam} \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= 6,37 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

Perhitungan Ukuran Anion Exchanger

Jumlah air yang diolah = 5.167,763 gal/jam

Dari table 12.4, *Nalco Water Treatment*, 1988 diperoleh :

- Diameter Penukar Kation = 2 ft
- Luas Penampang Penukar Kation = $3,14 \text{ ft}^2$
- Jumlah penukar Kation = 1 unit

Volume resin yang diperlukan

Dari tabel 12.2, *Nalco*, 1988 diperoleh :

- Kapasitas resin = 12 kg/ft^3
- Kebutuhan regenerant = 5 lb NaOH/ ft^3 resin

$$\text{Jadi, kebutuhan resin} = \frac{6,387 \text{ kg /hari}}{12 \text{ kg/ft}^3} = 0,532 \text{ ft}^3/\text{hari}$$

$$\text{Tinggi resin} = \frac{0,532 \text{ ft}^3/\text{hari}}{3,14 \text{ ft}^2} = 0,169 \text{ ft}$$

Tinggi minimum resin adalah 2,5 ft (Tabel 12.4, *Nalco*, 1988)

Direncanakan tinggi resin = 2,5 ft

Sehingga, volume resin yang dibutuhkan = $2,5 \text{ ft} \times 3,14 \text{ ft}^2 = 7,85 \text{ ft}^3$

$$\text{Waktu regenerasi NaOH} = \frac{7,85 \text{ ft}^3 \times 12 \text{ kg/ft}^3}{6,387 \text{ kg/hari}} = 14,74 \text{ hari} = 15 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan regenerant NaOH} &= 6,387 \text{ kg/hari} \times \frac{5 \text{ lb /ft}^3}{12 \text{ kg/ft}^3} \\ &= 2,661 \text{ lb/hari} = 1,207 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

5. Deaerator

Deaerator berfungsi untuk memanaskan air yang keluar dari alat penukar ion (*ion exchanger*) dengan memakai panas dari kondensat bekas sebelum dikirim sebagai air umpan ketel. Pada deaerator ini, air dipanaskan hingga 90°C supaya gas-gas yang terlarut dalam air, seperti O₂ dan CO₂ dapat dihilangkan, sebab gas-gas tersebut dapat menyebabkan korosi. Adapun perhitungan temperatur keluaran dari deaerator berdasarkan azas Black, yaitu :

$$Q_{\text{Serap}} = Q_{\text{Lepas}}$$

$$m_1 \cdot C_1 (T_{\text{keluaran}} - 30^\circ\text{C}) = m_2 \cdot C_2 (310^\circ\text{C} - T_{\text{keluaran}}), \text{ dimana } C_1 = C_2$$

$$943,793 \text{ kg/jam} \times (T_{\text{keluaran}} - 30^\circ\text{C}) = 3.775,172 \text{ kg/jam} \times (310^\circ\text{C} - T_{\text{keluaran}})$$

$$T_{\text{keluaran}} = 254^\circ\text{C}$$

7.2 Kebutuhan Bahan Kimia

Kebutuhan bahan kimia :

- Al ₂ (SO ₄) ₃	= 0,975 kg/jam
- Na ₂ CO ₃	= 0,526 kg/jam
- Kaporit	= 0,0033 kg/jam
- H ₂ SO ₄	= 0,0087 kg/jam
- NaOh	= 0,0502 kg/jam
Total	= 1,5632 kg/jam

7.3 Kebutuhan Listrik

Perincian kebutuhan listrik diperlukan sebagai berikut :

Tabel 7.5 Perincian Kebutuhan Listrik

No.	Pemakaian	Jumlah (hp)
1.	Unit Proses	60
2.	Unit Utilitas	30
3.	Ruang Kontrol dan Laboraturium	30

4.	Bengkel	30
5.	Penerangan dan Perkantoran	50
Total		200

Total kebutuhan listrik = 200 hp

Faktor keamanan diambil 5%, maka total kebutuhan listrik :

$$= (1+0,05) \times 200 \text{ hp} = 210 \text{ hp}$$

$$= 210 \text{ hp} \times 0,7457 \text{ kW}$$

$$= 156,597 \text{ kW}$$

Efisiensi Generator 80%, maka :

$$\text{Daya output generator} = \frac{156,597 \text{ kW}}{0,8} = 195,746 \text{ kW}$$

Untuk perancangan disediakan 2 unit diesel generator (1 unit cadangan)
dengan spesifikasi tiap unit sebagai berikut :

1. Jenis keluaran : AC
2. Kapasitas : 200 kW
3. Tegangan : 220-260 Volt
4. Frekuensi : 50 Hz
5. Tipe : 3 fase
6. Bahan bakar : Solar

7.4 Kebutuhan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan untuk ketel uap dan pembangkit tenaga listrik (generator) adalah minyak solar karena mempunyai nilai bahan bakar yang tinggi. Kebutuhan bahan bakar :

1. Bahan bakar untuk generator :

Nilai bahan bakar solar : 19.860 Btu/lb_m (Perry, 1999)

Densitas bahan bakar solar : 0,89 kg/ltr (Perry, 1999)

Daya output generator

$$= 195,746 \text{ kW} \times \frac{0,947 \text{ Btu} / \text{det}}{1 \text{ kW}} \times 3600 \text{ det/jam} = 667.337,2632 \text{ Btu/jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah bahan bakar solar} &= \frac{667.337,2632 \text{ Btu /jam}}{19.860 \text{ Btu /jam}} \times 0,45359 \text{ kg/lb} \\ &= 15,241 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan solar} = \frac{15,241 \text{ kg /jam}}{0.89 \text{ kg/ltr}} = 17,125 \text{ liter/jam}$$

2. Bahan bakar ketel uap :

a. Panas yang keluar dari ketel uap :

$$\text{Steam/uap yang dihasilkan ketel uap (140°C, 1 atm)} = 4.718,965 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Panas laten steam (140°C, 1 atm)} &= 2.733,9 \text{ kJ/kg (Reklaitis, 1983)} \\ &= 653,418 \text{ kcal/kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Panas laten kondensat (140°C, 1 atm)} &= 589,13 \text{ kJ/kg (Reklaitis, 1983)} \\ &= 140,805 \text{ kcal/kg}\end{aligned}$$

$$\text{kondensat yang digunakan kembali} = 3.775,172 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Air umpan boiler, } F_b = 943,793 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kapasitas panas air} = 0,9989 \text{ kcal/kg.°C}$$

$$\text{Panas air umpan segar, } Q_f :$$

$$\begin{aligned}Q_f &= 943,793 \text{ kg/jam} \times 0,9989 \text{ kcal/kg.°C (30 - 25)°C} \\ &= 4.713,774 \text{ kcal/jam}\end{aligned}$$

$$\text{Entalpi umpan ketel, } H_f :$$

$$\begin{aligned}H_f &= \frac{(m_c \times H_c) + Q_f}{m_{total}} \\ &= \frac{(3.775,172 \text{ kg /jam} \times 140,805 \text{ kcal /kg}) + 4.713 \text{ kcal /jam}}{4.718,965 \text{ kg /jam}} \\ &= 133,643 \text{ kcal/kg}\end{aligned}$$

$$\text{Panas yang dibutuhkan boiler, } Q_b$$

$$\begin{aligned}Q_b &= (H_s - H_f) \times \text{total uap yang dihasilkan} \\ &= (653,418 \text{ kcal/kg} - 133,643 \text{ kcal/kg}) \times 4.718,965 \text{ kg/jam} \\ &= 2.547.179,333 \text{ kcal/jam}\end{aligned}$$

$$\text{Koefisiensi boiler } 80\%$$

$$\text{Total kebutuhan panas} = \frac{2.547.179,333}{0,8} = 3.183.974,166 \text{ kcal/jam}$$

$$\begin{aligned} &= 12.635.018,67 \text{ Btu/jam} \\ \text{Jumlah bahan bakar} &= \frac{12.635.018,67 \text{ Btu /jam}}{19860 \text{ Btu /jam}} = 636,204 \text{ lbm/jam} \\ &= 288,576 \text{ kg/jam} \\ \text{Kebutuhan solar} &= \frac{288,576 \text{ kg /jam}}{0,89 \text{ kg /l}} = 324,243 \text{ liter/jam} \\ \text{Total kebutuhan solar} &= (17,125 + 324,243) \text{ liter/jam} \\ &= 341,368 \text{ liter/jam} \end{aligned}$$

7.5 Unit Pengolahan Limbah

Setiap kegiatan industri selain menghasilkan produk juga menghasilkan limbah. Limbah industri perlu ditangani secara khusus sebelum dibuang ke lingkungan sehingga dampak buruk dari limbah yang mengandung zat – zat membahayakan tidak memberikan dampak buruk ke lingkungan maupun manusia itu sendiri. Demi kelestarian lingkungan hidup, maka setiap pabrik harus mempunyai unit pengolahan limbah.

Sumber – sumber limbah pada pabrik pembuatan gliserol meliputi :

1. Limbah cair-padat hasil pencucian peralatan pabrik.

Limbah ini diperkirakan mengandung kerak dan kotoran – kotoran yang melekat pada peralatan pabrik.

2. Limbah dari pemakaian air domestik.

Limbah ini mengandung bahan organik sisa pencernaan yang berasal dari kamar mandi di lokasi pabrik, serta limbah dari kantin berupa limbah padat dan limbah cair.

3. Limbah cair dari laboratorium

Limbah yang berasal dari laboratorium ini mengandung bahan – bahan kimia yang digunakan untuk menganalisa mutu bahan baku yang dipergunakan dan mutu produk yang dihasilkan serta digunakan untuk penelitian dan pengembangan proses.

Limbah pabrik yang mengandung bahan organik mempunyai pH = 5 (Hammer, 1998). Limbah pabrik yang terdiri dari bahan-bahan organik

harus dinetralkan sampai pH = 6 (Kep-42/MENLH/10/1998). Untuk menetralkan limbah digunakan soda abu (Na_2CO_3). Kebutuhan Na_2CO_3 untuk menetralkan pH air limbah adalah 0,15 gr Na_2CO_3 /30 ml air (Lab. Analisa FMIPA USU, 1999).

$$\begin{aligned}\text{Jumlah air buangan} &= 801,2 \text{ ltr/jam} \\ &= (801,2 \text{ ltr/jam}) \times (12 \text{ mg}) \times (1 \text{ kg}/10^6 \text{ mg}) \\ &= 0,00961 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Perhitungan untuk Sistem Pengolahan Limbah.

Diperkirakan jumlah air buangan pabrik adalah sebagai berikut :

1. Pencucian peralatan pabrik

Limbah cair hasil pencucian peralatan pabrik diasumsikan sebesar 500 liter/jam

2. Domestik dan Kantor

Diperkirakan air buangan tiap orang untuk :

- Domestik = 10 ltr/hari(Metcalf & Eddy, 1991)
- Kantor = 20 ltr/hari(Metcalf & Eddy, 1991)

Jadi, jumlah limbah domestik dan kantor :

$$= 201 \times (20 + 10) \text{ ltr/hari} \times 1 \text{ hari} / 24 \text{ jam} = 262,5 \text{ ltr/jam}$$

3. Laboratorium

Limbah cair dari laboratorium diasumsikan sebesar 20 liter/jam

$$\text{Total buangan air} = 500 + 262,5 + 20 = 801,5 \text{ liter/jam} = 0,8012 \text{ m}^3/\text{jam}$$

7.5.1 Bak Penampungan

Fungsi : tempat menampung air buangan sementara

Bahan konstruksi : Beton kedap air

$$\text{Laju volumetrik air buangan} = 0,8012 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Waktu penampungan air buangan = 10 hari

$$\text{Volume air buangan} = 0,8012 \times 10 \times 24 = 172,28 \text{ m}^3$$

Direncanakan digunakan 1 buah bak penampungan dengan bak terisi 90% bagian.

$$\text{Volume bak (v)} = \frac{172,288 \text{ m}^3}{0,9} = 213,653 \text{ m}^3$$

Direncanakan ukuran bak sebagai berikut:

- Panjang bak (p) = 2 x Lebar bak (l)
- Tinggi bak (t) = Lebar bak (l)

$$\begin{aligned} \text{Maka : volume bak} &= p \times l \times t \\ 213,653 \text{ m}^3 &= 2l \times l \times l \\ l &= 4,745 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\text{Panjang bak (p)} = 2 \times l = 2 \times 4,745 = 9,49 \text{ m}$$

$$\text{Lebar bak (l)} = 4,745 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi bak (t)} = 4,745 \text{ m}$$

$$\text{Luas bak} = 45,03 \text{ m}^2$$

7.5.2 Bak Pengendapan Awal

Fungsi : menghilangkan padatan dengan cara pengendapan

Bahan konstruksi : Beton kedap air

$$\text{Laju volumetrik air buangan} = 0,8012 \text{ m}^3/\text{jam} = 19,228 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Waktu tinggal air buangan} = 2 \text{ jam} = 0,083 \text{ hari} \dots\dots\dots(\text{Perry, 1997})$$

$$\text{Volume air buangan} = 19,228 \text{ m}^3/\text{hari} \times 2 \text{ hari} = 38,456 \text{ m}^3$$

Direncanakan digunakan 1 buah bak penampungan dengan bak terisi 90 % bagian.

$$\text{Volume bak} = \frac{38,456 \text{ m}^3}{0,9} = 42,728 \text{ m}^3$$

Direncanakan ukuran bak sebagai berikut :

- Panjang bak (p) = 2 x Lebar bak (l)
- Tinggi bak (t) = Lebar bak (l)

Maka :

$$\begin{aligned} \text{volume bak} &= p \times l \times t \\ 42,728 \text{ m}^3 &= 2l \times l \times l \end{aligned}$$

$$l = 2,774 \text{ m}$$

Sehingga,

$$\text{Panjang bak (p)} = 2 \times l = 2 \times 2,774 = 5,548 \text{ m}$$

$$\text{Lebar bak (l)} = 2,774 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi bak (t)} = 2,774 \text{ m}$$

$$\text{Luas bak} = 15,39 \text{ m}^2$$

7.5.3 Bak Netralisasi

Fungsi : tempat menetralkan pH limbah

Bahan konstruksi : Beton kedap air

Laju volumetrik air buangan = $0,8012 \text{ m}^3/\text{jam}$

Waktu penampungan air buangan = 3 hari

Volume air buangan = $0,8012 \times 3 \times 24 = 57,686 \text{ m}^3$

Direncanakan digunakan 1 buah bak penampungan dengan bak terisi 90 % bagian.

$$\text{Volume bak} = \frac{57,686 \text{ m}^3}{0,9} = 64,095 \text{ m}^3$$

Direncanakan ukuran bak sebagai berikut :

- Panjang bak (p) = 2 x Lebar bak (l)
- Tinggi bak (t) = Lebar bak (l)

Maka :

$$\text{volume bak} = p \times l \times t$$

$$64,095 \text{ m}^3 = 2l \times l \times l$$

$$l = 3,175 \text{ m}$$

Sehingga,

$$\text{Panjang bak (p)} = 2 \times l = 2 \times 3,175 = 6,35 \text{ m}$$

$$\text{Lebar bak (l)} = 3,175 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi bak (t)} = 3,175 \text{ m}$$

$$\text{Luas bak} = 20,161 \text{ m}^2$$

7.5.4 Pengolahan Limbah dengan Sistem Activated Sludge (Lumpur Aktif)

Proses lumpur aktif merupakan proses aerobis di mana flok biologis (lumpur yang mengandung biologis) tersuspensi di dalam campuran lumpur yang mengandung O₂. Biasanya mikroorganisme yang digunakan merupakan kultur campuran. Flok biologis ini sendiri merupakan makanan bagi mikroorganisme ini sehingga akan diresirkulasi kembali ke tangki aerasi.

Data :

Laju volumetrik (Q) = 0,8012 m³/jam = 801,2 Ltr/jam = 19.288,8 Ltr/hari

BOD₅ (S₀) = 783 mg/Ltr (Beckart Environmental, Inc. 2004)

Efisiensi (E) = 95 % (Metcalf & Eddy, 1991)

Koefisien cell yield (Y) = 0,8 mg VSS/mg BOD₅ (Metcalf & Eddy, 1991)

Koefisien endogenous decay (K_d) = 0,025 / hari (Metcalf & Eddy, 1991)

Mixed liquor suspended solid = 441 mg/Ltr (Beckart Environmental, Inc. 2004)

Mixed liquor volatile suspended solid (x) = 353 mg/Ltr (Beckart Environmental, Inc. 2004)

Direncanakan :

Waktu tinggal sel (θ_c) = 10 hari

1. Penentuan BOD Effluent (S)

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100 \quad (\text{Metcalf \& Eddy, 1991})$$

$$95 = \frac{783 - S}{783} \times 100$$

$$S = 39,15 \text{ mg/l}$$

2. Penentuan Volume Bak Aerasi (V_r)

$$V_r = \frac{\theta_c \times Q \times Y (S_0 - S)}{X ((1 + k_d) \times 10)} \quad (\text{Metcalf \& Eddy, 1991})$$

$$V_r = \frac{(10 \text{ hari}) \times (19.228,8 \text{ ltr / hari}) \times (0,8) (783 - 39,15) \text{ mg / ltr}}{(353 \text{ mg / ltr}) ((1 + 0,025) \times 10)}$$

$$= 31.624,88 \text{ liter} = 31,625 \text{ m}^3$$

3. Penentuan Bak Aerasi

Direncanakan :

Panjang bak aerasi (p) = 2 x Lebar bak (l)

Tinggi bak aerasi (t) = Lebar bak (l)

Maka volume bak adalah

$$V = p \times l \times t$$

$$31,625 \text{ m}^3 = 2 l \times l \times l$$

$$l = 2,509 \text{ m}$$

Jadi, ukuran kolam aerasi sebagai berikut :

Panjang (p) = 2 x 2,509 = 5,02 m

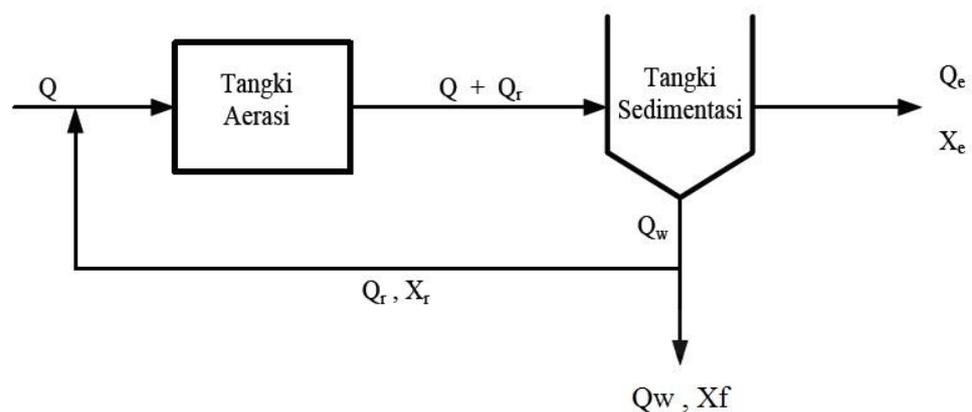
Tinggi (t) = l = 2,509 m

Faktor kelonggaran = 0,5 m diatas permukaan air(Metcalf & Eddy, 1991)

Maka :

Tinggi = (2,509 + 0,5) m = 3,009 m

4. Penentuan Jumlah Flok yang Disresirkulasi (Q_r)



Asumsi :

$Q_e = Q = 31.700,4 \text{ gal/hari} = 120 \text{ m}^3/\text{hari}$

$X_e = \text{Konsentrasi volatile suspended solid pada effluent}$

(X_e diperkirakan 0,1 % dari konsentrasi *volatile suspended solid* pada tangkai aerasi)(Metcalf & Eddy, 1991)

$$X_e = 0,001 \cdot X = 0,001 \times (261,5 \text{ mg/l}) = 0,2615 \text{ mg/l}$$

X_r = Konsentrasi *volatile suspended solid* pada *waste sludge*

(X_r diperkirakan 99,9 % dari konsentrasi *volatile suspended solid* pada tangkai aerasi)(Metcalf & Eddy, 1991)

$$X_r = 0,999 \cdot X = 0,999 \times (261,5 \text{ mg/l}) = 261,238 \text{ mg/l}$$

$$P_x = Q_w \times X_r \text{(Metcalf & Eddy, 1991)}$$

$$P_x = Y_{obs} \times Q \times (S_o - S) \text{(Metcalf & Eddy, 1991)}$$

Dimana :

P_x = Net waste active sludge yang diproduksi setiap hari (kg/hari)

Y_{obs} = Observed yield (gr/gr)

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + (K_d \times \theta_c)} = \frac{0,8}{1 + (0,025 / \text{hari} \times 10 \text{ hari})} = 0,64$$

$$\begin{aligned} P_x &= Y_{obs} \times Q \times (S_o - S) \\ &= (0,64) \times (31.700,4 \text{ m}^3/\text{hari}) \times (783 - 39,15) \text{ mg/ltr} \\ &= 15.091.419,2256 \text{ m}^3 \cdot \text{mg/l} \cdot \text{hari} \end{aligned}$$

Neraca massa pada tangki sedimentasi

Akumulasi = jumlah massa masuk – jumlah massa keluar

$$0 = (Q + Q_r)X - Q_e X_e - Q_w X_w$$

$$0 = Q_x + Q_r X - Q(0,001X) - P_x$$

$$Q_r = \frac{QX(0,001) + P_x}{X}$$

$$\frac{(31.700,4 \text{ m}^3/\text{hari})(353 \text{ mg/ltr})(0,001 - 1) + (15.091.419,2256 \text{ m}^3 \cdot \text{mg/ltr} \cdot \text{hari})}{(353 \text{ mg/ltr})}$$

$$= 11,083,1962 \text{ gal/hari} = 41,9548 \text{ m}^3/\text{hari}$$

5. Penentuan waktu tinggal di bak aerasi (θ)

$$\theta = \frac{V_r}{Q + Q_r} = \frac{427.518,9582 \text{ m}^3}{31.700,4 \text{ m}^3/\text{hari} + 41,954 \text{ m}^3/\text{hari}} = 13,4684 \text{ hari}$$

6. Penentuan Daya yang dibutuhkan

- a. Tipe aerator yang digunakan : Surface aerator
- b. Kedalaman air : 7,2986 m
- c. Daya aerator yang digunakan : 10 Hp (Tabel 10-11, Metcalf & Eddy, 1991)

7.5.5 Tangki Sedimentasi

Fungsi : Mengendapkan flok biologis dari tangki aerasi dan sebagian diresirkulasi kembali ke tangki aerasi

$$\begin{aligned} \text{Laju volumetrik air} &= (31.700 + 11.083,1962) \text{ gal/hari} \\ &= 42.783,5962 \text{ gal/hari} = 161,9548 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Diperkirakan kecepatan *overflow* maksimum = $33 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$ (Perry, 1999)

Waktu tinggal air = 2 jam = 0,083 hari(Perry, 1999)

$$\text{Volume tangki (V)} = 161,9548 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,083 \text{ hari} = 12,9696 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tangki (A)} &= (161,9548 \text{ m}^3/\text{hari}) / (33 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}) \\ &= 4,9077 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$D = (4A/\pi)^{1/2}$$

$$= (4 \times 4,9077 / 3,14)^{1/2} = 3,1259 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman tangki, H} = V/A = 12,9696 / 3,1259 = 4,149 \text{ m}$$

Diperkirakan faktor kelonggaran tangki 30%

$$\begin{aligned} \text{Maka: Tinggi tangki} &= H \times 1,3 \\ &= 4,149 \times 1,3 \\ &= 5,394 \text{ m} \end{aligned}$$

7.6 Spesifikasi Peralatan Utilitas

7.6.1 Screening

Fungsi : Menyaring partikel-partikel padat yang besar.

Jenis : *Bar screening*

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}\text{C}$; $P = 1 \text{ atm}$

Jumlah: 1 unit

Ukuran screening :

Lebar : 2 m

Panjang : 2 m

Ukuran bar :

Lebar bar : 5 mm

Tebal : 20 mm

Bar clear spacing : 20 mm

Jumlah bar : 50 buah

7.6.2 Pompa Screening

Fungsi : Memompakan air dari sungai ke bak pengendapan

Jenis : Pompa sentrifugal

Bahan konstruksi : *commercial steel*

Jumlah : 1 unit

Spesifikasi :

Laju alir massa, F : 19.505,142 kg/jam

Diameter dalam : 3,826 in

Diameter luar : 4,50 in

Schedule number : 80

Kecepatan alir : 2,16 ft/s

Spesifikasi pompa :

- Efisiensi motor : 80%

- Daya pompa : 1,5 Hp

7.6.3 Bak Sedimentasi

Fungsi : Untuk mengendapkan lumpur yang terikut dengan air.

Jenis : *Grift Chamber Sedimentation*

Jumlah : 1 unit

Aliran : Horizontal sepanjang bak sedimentasi

Bahan konstruksi : Beton kedap air

Kebutuhan : 3 hari

Volume bak : 1.436,653 m³

Lebar bak : 8,956 m

Panjang bak : 17,912 m

Tinggi bak : 8,956 m

7.6.4 Pompa Sedimentasi

Fungsi : Memompakan air dari bak pengendapan ke *clarifier*

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah : 1 unit

Bahan konstruksi : *commercial steel*

Spesifikasi :

Laju alir massa, F : 19.505,142 kg/jam

Diameter dalam : 3,826 in

Diameter luar : 4,50 in

Schedule number : 80

Kecepatan alir : 2,16 ft/s

Spesifikasi pompa :

- Efisiensi motor : 80%

- Daya pompa : 1,5 Hp

7.6.5 Tangki Pelarutan Alum, Al₂(SO₄)₃

Fungsi : Tempat melarutkan aluminium sulfat Al₂(SO₄)₃ 30 %

Jenis : Silinder vertikal dengan alas dan tutup datar

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-283 Grade C*

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}\text{C}$; $P = 1 \text{ atm}$

Jumlah: 1 unit

Kapasitas tangki : $2,059 \text{ m}^3$

Diameter tangki : $1,379 \text{ m}$

Tinggi tangki : $1,379 \text{ m}$

Pdesain : $122,505 \text{ kPa}$

Tebal shell : $0,289 \text{ in}$

Pengaduk :

- Jenis pengaduk : *flat 6 blade* turbin impeller
- Diameter pengaduk : $1,505 \text{ ft}$
- Kecepatan pengaduk: 1 rps
- Daya pengaduk : $1/4 \text{ hp}$

7.6.6 Pompa Alum

Fungsi : Memompakan larutan alum dari tangki pelarutan alum ke *clarifier*

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah : 1 unit

Bahan konstruksi : *commercial steel*

Spesifikasi :

Laju alir massa, F : $0,975 \text{ kg/jam}$

Diameter dalam : $0,215 \text{ in}$

Diameter luar : $0,405 \text{ in}$

Schedule number : 80

Kecepatan alir : $0,02 \text{ ft/s}$

Spesifikasi pompa :

- Efisiensi motor : 80%

- Daya pompa : $1/4 \text{ Hp}$

7.6.7 Tangki Pelarutan Soda Abu (Na_2CO_3)

Fungsi : Tempat melarutkan natrium karbonat, Na_2CO_3 30 %

Jenis : Silinder vertikal dengan alas dan tutup datar

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-283 Grade C*

Kondisi operasi : $T = 30^\circ\text{C}$; $P = 1 \text{ atm}$

Jumlah : 1 unit

Kapasitas tangki : 1,141 m^3

Diameter tangki : 1,132 m

Tinggi tangki : 1,132 m

Pdesain : 119,267 kPa

Tebal shell : 016 in

Pengaduk :

- Jenis pengaduk : *flat 6 blade* turbin impeller
- Diameter pengaduk : 1,236 ft
- Kecepatan pengaduk: 1 rps
- Daya pengaduk : 1/4 hp

7.6.8 Pompa Soda Abu

Fungsi : Memompakan larutan soda abu dari tangki pelarutan soda abu ke *clarifier*

Jenis : Pompa injeksi

Jumlah : 1 unit

Bahan konstruksi : *commercial steel*

Laju alir massa, F : 0,526 kg/jam

Diameter luar : 0,405 in

Diameter dalam : 0,215 in

Schedule number : 80

Kecepatan alir : 0,02 ft/s

Spesifikasi :

- Efisiensi motor : 80%
- Daya pompa : 1/4 Hp

7.6.9 Tangki Pencampuran

Fungsi : Mencampurkan air dari bak sedimentasi dengan larutan alum dan soda abu

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-53, Grade B*

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}\text{C}$; $P = 1 \text{ atm}$

Jumlah : 1 buah

Kapasitas Tangki : $30,52 \text{ m}^3$

Diameter Tangki : 4 m

Tinggi Tangki : 6 m

Daya pengadukan : $\frac{1}{4} \text{ hp}$

7.6.10 Pompa Tangki Pencampuran

Fungsi : Memompakan air dari tangki pencampuran ke *clarifier*

Jenis : *Pompa Centrifugal*

Jumlah : 1 unit

Bahan konstruksi : *commercial steel*

Laju alir massa, F : 19.505,142 kg/jam

Diameter luar : 4,50 in

Diameter dalam : 3,826 in

Schedule number : 80

Kecepatan alir : 2,161 ft/s

Spesifikasi pompa :

- Efisiensi motor : 80%

- Daya pompa : 1,5 Hp

7.6.11 Clarifier

Fungsi : Memisahkan endapan (flok-flok) yang terbentuk karena penambahan alum dan soda abu

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-53, Grade B*

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}\text{C}$; $P = 1 \text{ atm}$

Jumlah: 1 buah

Kapasitas clarifier	: 30,52 m ³
Diameter clarifier	: 4 m
Tinggi clarifier	: 6 m
Waktu pengendapan	: 1 jam
Daya pengadukan	: ¼ hp

7.6.12 Pompa Clarifier

Fungsi : Memompakan air dari *clarifier* ke unit filtrasi

Jenis : *Pompa Centrifugal*

Jumlah : 1 unit

Bahan konstruksi : *commercial steel*

Laju alir massa, F : 19.505,142 kg/jam

Diameter luar : 4,50 in

Diameter dalam : 3,826 in

Schedule number : 80

Kecepatan alir : 2,161 ft/s

Spesifikasi pompa :

- Efisiensi motor : 80%

- Daya pompa : 1,5 Hp

7.6.13 Tangki Filtrasi

Fungsi : Menyaring partikel-partikel yang masih terbawa dalam air yang keluar dari clarifier

Bentuk : Silinder tegak dengan alas dan tutup ellipsoidal

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 unit

Kondisi penyaringan :

Temperatur : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Laju alir massa, F : 19.505,142 kg/jam

Volume tangki : 5,135 m³

Diameter tangki	: 1,269 m
Tinggi tangki	: 3,81 m
Tebal shell	: 1/2 in

7.6.14 Pompa Filtrasi

Fungsi : Memompakan air dari tangki filtrasi ke menara air

Jenis : *Pompa Sentrifugal*

Jumlah : 1 unit

Bahan konstruksi : *commercial steel*

Laju alir massa, F : 19.505,142 kg/jam

Diameter luar : 4,50 in

Diameter dalam : 3,826 in

Schedule number : 80

Kecepatan alir : 2,161 ft/s

Spesifikasi pompa :

- Efisiensi motor : 80%

- Daya pompa : 1,5 Hp

7.6.15 Menara Air Pendingin (*Water Cooling Tower*)

Fungsi : mendinginkan air pendingin bekas dari temperatur 80°C menjadi 25°C

Jenis : *Mechanical Draft Cooling Tower*

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-53 Grade B*

Jumlah : 1 unit

Suhu air masuk menara (TL₂): 75°C : 167°F

Suhu air keluar menara (TL₁): 25°C : 77°F

Suhu udara (TG₁) : 30°C : 86°F

Laju massa air pendingin : 14.444,43 kg/jam

Luas menara (A) : 38,808 ft²

Ketinggian menara (z) : 3,571 m

Daya : 1,5 Hp

7.6.16 Pompa Menara Air Pendingin

Fungsi : Memompakan air pendingin bekas ke WCT

Jenis : *Pompa Centrifugal*

Jumlah : 1 unit

Bahan konstruksi : *commercial steel*

Laju alir massa, F : 14.444,43 kg/jam

Diameter luar : 4,50 in

Diameter dalam : 3,826 in

Schedule number : 80

Kecepatan alir : 1,606 ft/s

Spesifikasi pompa

- Efisiensi motor : 80%

- Daya pompa : 1,5 Hp

7.6.17 Menara Air

Fungsi : Menampung air sementara untuk didistribusikan ke unit lain dan sebagian dipakai sebagai air domestik.

Bentuk : Silinder tegak dengan alas dan tutup datar

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 unit

Kondisi penyaringan :

Temperatur : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Laju alir massa, F : 19.505,142 kg/jam

Volume tangki : 140,847 m³

Diameter tangki : 5,307 m

Tinggi tangki : 6,368 m

Tekanan desain (Pdesain) : 178,843 kPa

Tebal shell : 1 ½ in

7.6.18 Pompa Menara Air

Fungsi : Memompakan air dari menara air ke unit-unit yang lain.

Jenis : *Pompa Centrifugal*

Jumlah : 1 unit

Bahan konstruksi : *commercial steel*

Laju alir massa, F : 19.505,142 kg/jam

Diameter luar : 4,50 in

Diameter dalam : 3,826 in

Schedule number : 80

Kecepatan alir : 2,16 ft/s

Spesifikasi pompa

- Efisiensi motor : 80%

- Daya pompa : 1,5 Hp

7.6.19 Penukar Kation (*Cation Exchanger*)

Fungsi : untuk mengurangi kesadahan air

Tipe : silinder tegak dengan tutup dan alas *ellipsoidal*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-53 grade B*

Kondisi penyimpanan :

Temperatur : 30°C

Tekanan : 1 atm

Laju alir massa, F : 19.505,142 kg/jam

Tinggi silinder : 0,914 m

Diameter tutup = diameter tangki = 0,305 m

Tebal shell : 1/2 in

7.6.20 Tangki Pelarutan Asam Sulfat (H_2SO_4)

Fungsi : Tempat membuat larutan H_2SO_4 50 %.

Bentuk : Silinder tegak dengan alas dan tutup datar

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-53 grade B*.

Jumlah : 1 unit

Temperatur : 30°C

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Laju alir massa H₂SO₄: 0,209 kg/hari

Volume tangki : 0,259 m³

Diameter tangki : 0,76 m

Tinggi tangki : 0,57 m

Tebal shell : 3/16 in

Daya Pengaduk:

- Dt : 2,493 ft

- Di : 0,831 ft

Daya motor : 1,5 Hp

7.6.21 Tangki Pelarutan NaOH

Fungsi : Tempat membuat larutan NaOH 10 %

Bentuk : Silinder tegak dengan alas dan tutup datar

Bahan konstruksi : *Carbon Steel, SA-283, grade C*

Jumlah : 1 unit

Laju alir massa NaOH: 1,207 kg/hari

Volume tangki : 6,868 m³

Diameter tangki : 1,8 m

Tinggi tangki : 2,7 m

Tebal shell : 3/16 in

Daya Pengaduk:

- Dt : 5,905 ft

- Di : 1,97 ft

Daya motor : 1 Hp

7.6.22 Pompa *Cation Exchanger*

Fungsi : Memompa air dari *cation exchanger* ke *anion exchanger*.

Jenis : pompa sentrifugal

Bahan Konstruksi : *Commercial steel*

Jumlah : 1 unit

Laju alir massa, F : 19.505,142 kg/jam

Diameter luar : 4,50 in

Diameter dalam : 3,826 in

Schedule number : 80

Kecepatan alir : 2,16 ft/det

Spesifikasi pompa

- Efisiensi motor : 80%

- Daya pompa : 1,5 Hp

7.6.23 Penukar Anion (*Anion Exchanger*)

Fungsi : untuk mengurangi kesadahan air

Tipe : silinder tegak dengan tutup dan alas *ellipsoidal*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-53 grade B*

Kondisi penyimpanan :

Temperatur : 30°C

Tekanan : 1 atm

Laju alir massa, F : 19.505,142 kg/jam

Tinggi silinder tangki : 0,1524 m

Tinggi *cation exchanger* : 1,5236 m

Tekanan desain, Pdesain : 17,64 Psi

Tebal shell : 1/4 in

7.6.24 Tangki Kaporit

Fungsi : Tempat membuat larutan tangki Kaporit

Bentuk : Silinder tegak dengan alas dan tutup datar

Bahan konstruksi : *Carbon Steel, SA-283, grade C*

Jumlah : 1 unit
Laju alir massa kaporit : 0,0033 kg/jam
Volume tangki : 0,0045 m³
Diameter tangki : 0,156 m
Tinggi tangki : 0,234 m
Tekanan desain, Pdesain : 17,64 Psi
Tebal shell : 3/16 in

7.6.25 Deaerator

Fungsi : Menghilangkan gas-gas yang terlarut dalam air umpan ketel
Bentuk : Silinder tegak dengan tutup dan alas *ellipsoidal*
Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-53, Grade B*
Jumlah : 1 unit
Kondisi operasi :
 Temperatur : 90°C
 Tekanan : 1 atm
Laju alir massa, (F) : 193,871 kg/jam = 427,408 lbm/jam
Volume tangki : 5,6 m³
Diameter tangki : 1,56 m
Tinggi tangki : 2,34 m
Tekanan desain, Pdesain: 1/4 in

7.6.26 Pompa Deaerator

Fungsi : untuk memompakan air dari *deaerator* ke ketel uap
Jenis : *centrifugal pump*
Bahan Konstruksi : *Commercial steel*
Jumlah : 1 unit
Kondisi Operasi :
 - Temperatur : 30 °C
 - Tekanan : 1 atm

Laju alir massa (F) : 193,871 kg/jam = 0,118 lbm/s
Diameter dalam : 4,026 in
Diameter luar : 4,500 in
Schedule number : 40
Daya pompa : 0,2 Hp

7.6.27 Boiler

Fungsi : Menyediakan uap untuk keperluan proses

Jenis : *water tube boiler*

Bahan konstruksi : *Carbon Steel*

Data :

Uap jenuh : suhu 180°C tekanan 1002,7 kPa = 145,429 Psi

Daya boiler : 4,19 Hp

Spesifikasi tube :

- Panjang tube, L : 12 ft
- Diameter tube : 3 in
- Jumlah tube : 4 buah

BAB VIII

TATA LETAK DAN LOKASI PABRIK

8.1 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting karena akan mempengaruhi kelangsungan hidup dan kedudukan perusahaan dalam persaingan. Penentuan lokasi pabrik harus didasarkan atas perhitungan yang matang serta menguntungkan, baik secara teknik maupun secara ekonomis dan juga harus memperhatikan lingkungan sosialnya. Selain itu, harus diperhatikan dan diperhitungkan pula akan kemungkinan pengembangan lokasi pabrik dimasa yang akan datang.

Dalam menentukan lokasi suatu pabrik, perlu diperhatikan beberapa faktor sebagai berikut:

1. Orientasi bahan baku, yaitu penempatan lokasi pabrik dekat dengan bahan baku.
2. Orientasi pemasaran, yaitu penempatan lokasi pabrik dekat dengan pemasaran.
3. Penempatan lokasi pabrik ditempat antara bahan baku dengan daerah pemasaran.
4. Biaya transportasinya harus seminimum mungkin.
(Manullang, 1984)

Bertolak atas dasar pertimbangan-pertimbangan diatas, maka timbul beberapa kemungkinan didalam hal penempatan lokasi suatu pabrik. Kemungkinan-kemungkinan tersebut adalah:

- a. Bila biaya pengangkutan produksi lebih besar dari pada biaya pengangkutan bahan baku, maka penempatan lokasi pabrik cenderung dekat dengan daerah pemasaran.
- b. Untuk keadaan sebaliknya, bila biaya pengangkutan bahan baku lebih besar dari pada bahan jadi, maka penempatan lokasi pabrik cenderung dekat dengan bahan baku.

- c. Akan tetapi bila tidak ada perbedaan biaya yang berarti antara pengangkutan bahan baku dengan bahan jadi, maka lokasi pabrik ditentukan oleh proses pengolahannya.

8.2 Lokasi Pabrik

Berdasarkan faktor-faktor tersebut diatas, maka pabrik ini direncanakan didirikan didaerah Kebakkramat, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Ada beberapa faktor yang mendukung pemilihan lokasi pabrik ini, diantaranya adalah:

1. Pemasaran.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pemasaran produk adalah daerah pemasaran produk serta pengaruh daya saing yang ada. Mudah-mudahan memasarkan hasil produksi baik disekitar pabrik maupun dijual antar pulau di Indonesia karena lokasinya dekat pelabuhan Tanjung Perak yaitu sekitar ± 100 km dari lokasi pabrik.

2. Bahan Baku.

Minyak kelapa sawit didatangkan dari pulau Kalimantan melalui pelabuhan Tanjung Perak. Sedangkan bahan pembantu lainnya dapat didatangkan dari pulau Jawa, yang tentunya akan menghemat biaya perusahaan.

3. Utilitas.

Utilitas khususnya air dapat diperoleh dari Sungai Bengawan Solo yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Debit air sungai yang cukup besar menjamin kesinambungan persediaan air. Untuk keperluan generator yaitu solar dapat mudah diperoleh.

4. Kebijakan Strategis.

Terletak didaerah yang sesuai dengan perencanaan pabrik oleh pemerintah (didaerah zona industri).

5. Prasarana Pendukung.

Tersedianya tenaga kerja yang cukup untuk kelangsungan produksi, dan tenaga kerja bertambah dari tahun ke tahun, serta tanah untuk

lokasi pabrik masih cukup luas dengan harga yang terjangkau. Selain itu lokasi memiliki iklim yang cukup baik untuk kegiatan industri kimia dengan temperature rata-rata 28-32°C.

8.3 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik sehingga diperoleh suatu hubungan yang ekonomis dan efektif antara operator, peralatan dan material dari bahan baku hingga menjadi bahan jadi. Maka tata letak pabrik yang baik dapat diartikan sebagai penyusun yang teratur dan efisien dari semua fasilitas peralatan pabrik dihubungkan dengan tenaga kerja yang ada didalamnya. Fasilitas pabrik tidak semata-mata hanya mesin-mesin tetapi juga daerah pelayanan termasuk tempat penerimaan, pengiriman barang, tempat pemeliharaan, gudang dan sebagainya. Disamping itu, perlu juga diperhatikan keamanan parapekerja sehingga tata letak pabrik meliputi didalam dan diluar gedung. Adapun faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan tata letak pabrik adalah:

1. Urutan produksi.
2. Kemungkinan perluasan pabrik dimasa mendatang.
3. Distribusi air, steam, tenaga listrik dan bahan baku.
4. Pemeliharaan dan perbaikan.

Letak peralatan harus diatur sedemikian rupa supaya pemeliharaan dan perbaikannya dapat dilakukan dengan mudah.

5. Keamanan.

Faktor keamanan didalam perencanaan tata letak pabrik dan unit peralatan harus mendapat perhatian serius.

6. Ruang kerja.

Ruang kerja pabrik harus cukup besar sehingga tidak mengganggu keselamatan dan kesehatan pekerja.

7. Fleksibilitas.

Dalam perencanaan tata letak pabrik juga harus dipertimbangkan kemungkinan proses mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak menelan biaya yang tinggi.

8. Masalah Limbah Pabrik

Segala apa saja buangan pabrik merupakan limbah pabrik. Namun apakah limbah itu berdampak negatif atau berdampak positif, tentunya menjadi bahan pemikiran dan penelitian pihak laboratorium. Adapun limbah pabrik sebelum dibuang terlebih dahulu diolah sedemikian rupa sampai batas ambang yang diperkenankan dan tidak akan merusak makhluk hidup dilingkungan lokasi pabrik tersebut. Daerah pelayanan seperti kamar kecil (WC), tempat parkir, kantin dan sebagainya harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

8.4 Perincian Luas Areal Pabrik

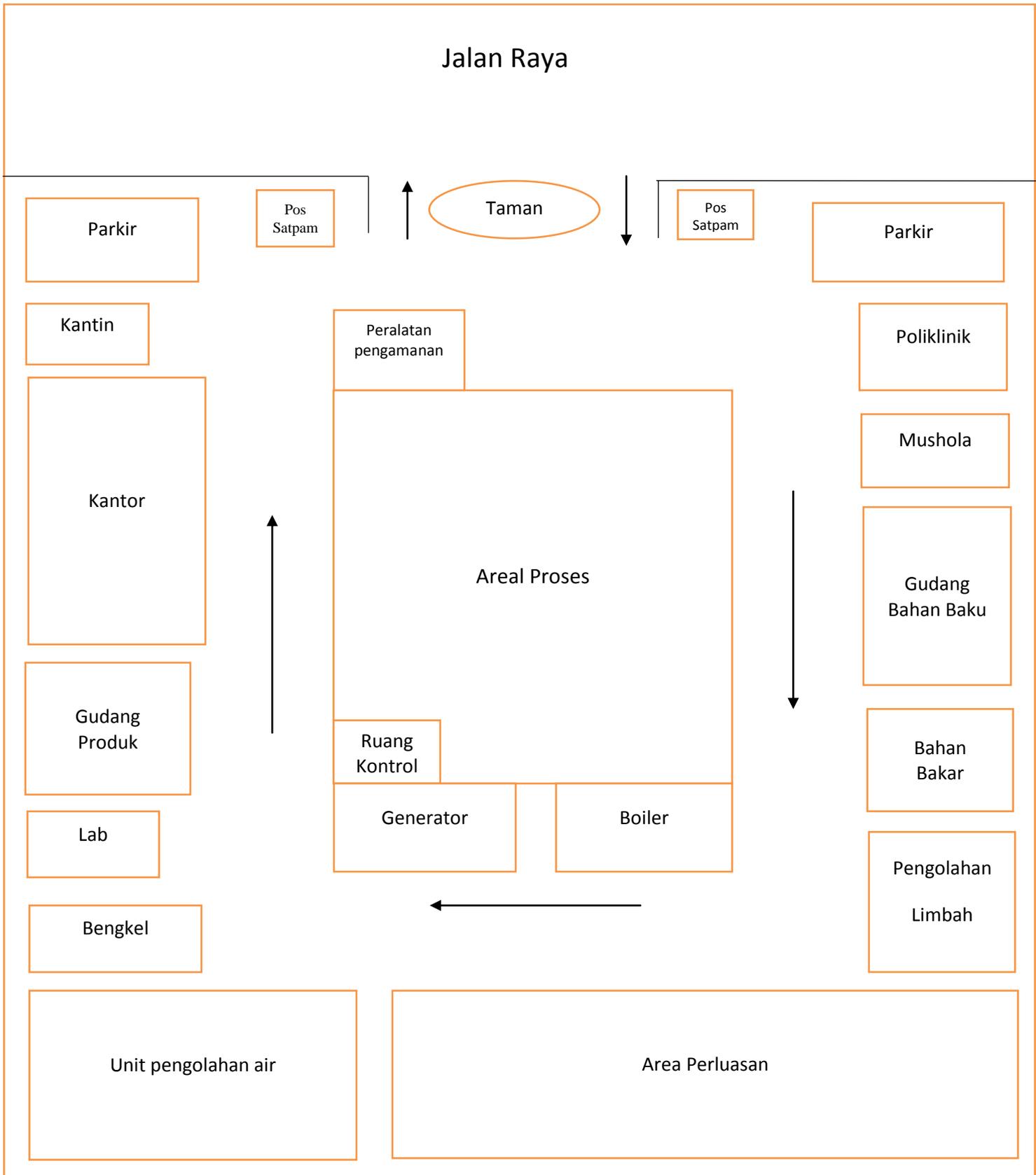
Dalam mendirikan suatu pabrik, luas tanah yang digunakan harus diperinci secara optimal. Perincian luas areal didasarkan atas perkiraan luas tanah yang dibutuhkan pada masing-masing unit. Untuk menentukan luas tanah yang dibutuhkan harus dibentuk suatu tim khusus untuk mengevaluasi penggunaan tanah.

Tabel 8.1 Perincian Luas Lokasi Pabrik

No.	Nama Bangunan	Luas Area (m ²)
1.	Areal Proses	4.000
2.	Pengolahan Air	1.000
3.	Jalan	500
4.	Parkir/Taman	400
5.	Kantor	1.000
6.	Unit Pemadam Kebakaran	200
7.	Gudang	500
8.	Bengkel	200
9.	Peralatan Pengamanan	100

10.	Ruang Generator	200
11.	Laboratorium	100
12.	Ruang Kontrol	100
13.	Ruang Boiler	150
14.	Mushola	50
15.	Kantin	50
16.	Pos Jaga	25
17.	Poliklinik	60
18.	Pengolahan Limbah	500
19.	Area Perluasan	2.000
Total		11.135

8.5 Gambar Plant Lay Out Pabrik.



BAB IX

ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN

9.1 Pendahuluan

Dalam suatu perusahaan, masalah organisasi dan manajemen merupakan hal yang penting dalam menentukan keberhasilan perusahaan tersebut. Manajemen dapat diartikan sebagai kemampuan untuk mengatur atau mempengaruhi faktor-faktor produksi. Manajemen mengandung 3 pengertian, yaitu:

1. Manajemen sebagai suatu proses.
2. Manajemen sebagai kumpulan orang yang melakukan aktifitas.
3. Manajemen sebagai suatu seni dan ilmu perencanaan yang berfungsi untuk memimpin, mengarahkan, mendorong, mengawasi, serta memiliki hasil darisuatu pekerjaan.

Manajemen meliputi semua tugas dan fungsi yang berhubungan mulai dari saat pembentukan perusahaan sampai kebijaksanaan penting dalam hal pengambilan keputusan yang tepat. Organisasi merupakan alat dari manajemen untuk mencapai tujuan perusahaan. Organisasi tanpa manajemen menyebabkan kekacauan, sebaliknya manajemen tanpa organisasi menyebabkan kebingungan.

9.2 Bentuk Badan Usaha

Umumnya industri di Indonesia memiliki badan hukum seperti Badan Usaha Milik Negara (BUMN), yang bentuk-bentuknya adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan Negara (PN)
2. Perusahaan Jawatan (Perjan)
3. Perusahaan Umum (PU)
4. Perseroan Terbatas (Persero)
5. Perusahaan Daerah/ Perusahaan Industri Daerah (PD/ PID)

9.2.1 Perusahaan Milik Negara

Perusahaan milik Negara meliputi :

- a. Perusahaan Modal Asing (PMA)
- b. Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN)

9.2.2 Perusahaan Jawatan

Perusahaan ini mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Pengabdian dan pelayanan kepada masyarakat.
- b. Merupakan bagian dari departemen, dirjen, direktorat atau pemerintahan daerah.
- c. Dipimpin oleh seorang kepala yang langsung bertanggung jawab kepada atasannya dalam pemerintahannya yang biasa.
- d. Memperoleh fasilitas dari negara dan pegawainya merupakan pegawai negeri sipil.
- e. Pengawasan langsung dari atasannya sebagaimana lazimnya pegawai negeri.

9.2.3 Perusahaan Umum

Perusahaan Umum mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Melayani kepentingan umum.
- b. Memupuk keuntungan.
- c. Mempunyai badan hukum.
- d. Umumnya bergerak dalam bidang jasa vital.
- e. Mempunyai nama dan kekayaan sendiri serta kebebasan bergerak seperti perusahaan swasta.
- f. Hubungan hukumnya diatur secara hubungan hukum perdata.
- g. Dipimpin oleh direksi.
- h. Pegawainya merupakan pegawai perusahaan negara.
- i. Laporan tahunan dari perusahaan disampaikan kepada pemerintah.

- j. Modal seluruhnya dimiliki oleh negara dari kekayaan negara yang dipisahkan.

9.2.4 Perusahaan Daerah (PD) atau Perusahaan Industri Daerah (PID)

Modal seluruhnya dimiliki oleh daerah atau sebagian lainnya dimiliki oleh daerah lain atau oleh pihak swasta. Dikatakan perusahaan daerah apabila perusahaan tersebut didirikan dengan suatu peraturan daerah, dimana modal seluruhnya atau sebagian merupakan kekayaan daerah yang dipisahkan, kecuali berdasarkan undang-undang.

9.2.5 Perusahaan Perseroan Terbatas atau PT (Persero)

Perseroan terbatas (PT) adalah persekutuan untuk menjalankan perusahaan yang mempunyai modal usaha yang terbagi atas beberapa saham. Perseroan Terbatas (PT) merupakan suatu badan hukum yang mempunyai keuangan tersendiri yang terlepas dari kekayaan pribadi perseroan, dimana modal perusahaan didapat dengan cara penjualan saham.

Pemimpin perusahaan terdiri dari dewan komisaris atau dewan direksi. Dewan komisaris merupakan instansi tertinggi mengawasi kebijaksanaan direktur, mempunyai anggota-anggota yang dibentuk dari keputusan pemegang saham sebagai pemilik perusahaan. Persero mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Memupuk keuntungan.
- b. Sebagai badan hukum perdata yang berbentuk PT.
- c. Hubungan usaha diatur menurut hukum perdata.
- d. Modal seluruh/sebagian merupakan kekayaan negara yang dipisahkan.
- e. Tidak memiliki fasilitas-fasilitas negara.
- f. Dipimpin oleh direksi.

- g. Pegawainya sebagai status perusahaan swasta biasa.
- h. Peranan pemerintah sebagai pemegang saham.

Kebaikan-kebaikan Perseroan Terbatas (PT) adalah:

1. Tanggung jawab yang terbatas dari pemegang saham.
2. Pemilik dan pengusaha terpisah satu sama lainnya.
3. Mudah mendapat modal.
4. Kehidupan perusahaan lebih terjamin.
5. Terjadinya efisiensi dalam pimpinan.
6. Lebih memperhatikan nasib dari pekerja.

Keburukan-keburukan dari pada Perseroan Terbatas (PT) adalah:

1. Pajaknya besar.
2. Ongkos organisasi besar.
3. Ongkos pendirian yang besar.
4. Kesulitan dalam hal pimpinan.
5. Terjaminnya rahasia.
6. Kurangnya perhatian pemegang saham terhadap perusahaan.

Berdasarkan uraian diatas, maka untuk **Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Gliserol dari Minyak Kelapa Sawit**, maka dipilih bentuk perusahaan "Perusahaan Terbatas (PT)". Modal yang diperoleh selain dari penjualan saham, dapat juga diperoleh dari bank pemerintah dengan pengembalian pinjaman dalam waktu yang panjang. Dengan bentuk badan usaha ini, diharapkan pabrik dapat dioperasikan secara merata dengan perolehan produksi yang maksimal sehingga pengembalian modal untuk pengoperasian pabrik dapat dilakukan sesuai dengan jangka waktu yang diharapkan.

9.3 Struktur Organisasi

Berdasarkan pola hubungan kerja serta wewenang dan tanggung jawab, maka struktur organisasi dibedakan atas :

1. Organisasi Garis.
2. Organisasi Fungsional.
3. Organisasi Garis dan Staff.
4. Organisasi Fungsional dan Staff.

9.3.1 Bentuk Organisasi Garis

Ciri-ciri organisasi garis adalah:

- Organisasi masih kecil.
- Jumlah karyawan sedikit.
- Saling kenal antar karyawan.
- Spesialisasi kerja masih belum tinggi

Kebaikan-kebaikan organisasi ini adalah:

- Kesatuan komando terjamin dengan baik.
- Proses pengambilan keputusan berlangsung dengan cepat.
- Rasa solidaritas karyawan umumnya tinggi.

9.3.2 Bentuk Organisasi Fungsional

Pada organisasi ini, beberapa pimpinan tidak mempunyai pimpinan yang jelas, sebab setiap atasan berwenang memberi komando kepada setiap bawahan sepanjang ada hubungannya dengan atasan tersebut.

Kebaikan-kebaikan organisasi fungsional adalah:

1. Pembidangan tugas-tugas jelas.
2. Spesialisasi karyawan dapat dikembangkan dan digunakan semaksimal mungkin.

Keburukan-keburukan organisasi fungsional:

1. Karena adanya spesialisasi, sukar mengadakan *tour of duty*.
2. Sulit dilaksanakan koordinasi dengan karyawan.

9.3.3 Bentuk Organisasi Garis dan Staff

Pada umumnya dianut oleh organisasi besar, daerah kerjanya luas dan mempunyai bidang-bidang tugas yang beraneka ragam dan rumit serta jumlah karyawan yang banyak.

Pada organisasi ini terdapat satu atau lebih tenaga staff. Staff yaitu orang yang ahli dalam bidang tertentu yang tugasnya memberi nasehat dan saran dalam tugasnya kepada pimpinan dalam organisasi tersebut.

Kebaikan-kebaikan organisasi garis dan staff adalah:

1. Dapat dipergunakan oleh setiap organisasi besar.
2. Pengambilan keputusan yang lebih mudah karena adanya staff ahli.

Keburukan-keburukan organisasi garis dan staff adalah:

1. Karyawan tidak saling mengenal solidaritas sesama karyawan sukar diharapkan.
2. Koordinasi sukar diharapkan.

9.3.4 Bentuk Organisasi Fungsional dan Staff

Bentuk organisasi ini merupakan kombinasi dari bentuk organisasi fungsional dan bentuk organisasi garis dan staff. Sehingga bentuk organisasi yang dipilih pada pabrik pembuatan gliserol dari minyak kelapa sawit ini adalah bentuk organisasi garis dan staff. Alasan pemilihan bentuk organisasi garis dan staff ini adalah:

1. Perlunya pengorganisasian dengan tenaga ahli dalam bidang-bidang tertentu.
2. Pekerja/ karyawan bertanggung jawab kepada atasan.

3. Fungsionalisasi tidak perlu harus dilaksanakan mengingat adanya staff ahli.
 4. Dapat digunakan oleh setiap organisasi yang bagaimanapun besarnya dan kompleks susunan organisasinya.
 5. Adanya pembagian tugas yang jelas dari pimpinan, staff dan pelaksana, sehingga koordinasi mudah dilaksanakan.
- Perintah berjalan dengan baik dan lancar dari atas ke bawah sedangkan tanggung jawab dan saran bergerak dari bawah ke atas.

9.4 Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab

Uraian tugas, wewenang dan tanggung jawab dari setiap fungsionaris pada pabrik pembuatan gliserol dari minyak kelapa sawit adalah :

9.4.1 Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)

Pemegang kekuasaan tertinggi pada struktur organisasi dan staff adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). RUPS dilakukan minimal satu kali setahun. Bila ada suatu hal, RUPS dapat dilakukan secara mendadak sesuai dengan jumlah forum. RUPS dihadiri oleh pemilik saham, dewan komisaris dan direktur.

Tugas dan wewenang RUPS adalah:

1. Menentukan policy tertinggi perusahaan, berupa:
 - a. Mengadakan akte perusahaan/ ADPT.
 - b. Menentukan mission dan garis besar haluan perusahaan.
2. Mengangkat Dewan Komisaris.
3. Mengangkat Dewan Direksi.
4. Menyetujui/ mengesahkan Rancangan Anggaran Pendapatan Belanja (RAPB) dan laporan tahunan yang dibuat oleh Dewan Direksi.
5. Memutuskan besarnya deviden yang akan dibayarkan kepada pemegang saham.
6. Memutuskan besarnya gaji Dewan Komisaris dan Dewan Direksi.

7. Memutuskan besarnya gratifikasi yang diberikan kepada karyawan.

9.4.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris adalah pemegang saham atau wakil-wakilnya dengan menentukan garis besar kebijaksanaan perusahaan, melaksanakan pembinaan dan pengawasan terhadap seluruh kegiatan dan pelaksanaan tugas Direktur Utama dan meminta laporan pertanggung jawaban Direktur Utama secara berkala.

Tugas dan wewenang Dewan Komisaris adalah melaksanakan pembinaan dan pengawasan produk terhadap keadaan perusahaan dengan berpegang pada anggaran dasar PT dan RAPB yang telah disahkan RUPS.

9.4.3 Direktur

Direktur merupakan pimpinan tertinggi yang diangkat oleh Dewan Komisaris.

Tugas dan wewenang Direktur adalah:

1. Memimpin dan membina perusahaan secara efektif dan efisien.
2. Menyusun dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS.

Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur dibantu oleh empat orang manajer, yaitu:

- Manajer Teknik dan Produksi.
- Manajer Pemasaran.
- Manager Keuangan.
- Manager Administrasi/ Umum.

9.4.3.1 Manajer Teknik dan Produksi

Manajer Teknik dan Produksi adalah pembantu Direktur untuk menangani permasalahan keteknikan dan proses produksi.

Tugas dan wewenang Manager Teknik dan Produksi adalah:

1. Menjalankan seluruh program dan kebijaksanaan yang telah digariskan oleh Dewan Komisaris.
2. Mengadakan pengawasan dan penelitian untuk melaksanakan program kerja bagian teknik dan produksi.
3. Membantu dan bertanggung jawab kepada Direktur atas segala sesuatu yang menyangkut tugasnya.
4. Mengkoordinasi dan mengerahkan kegiatan bagian teknik dan produksi, rekayasa dan keselamatan kerja.

Dalam menjalankan tugasnya, Manajer Teknik dan Produksi dibantu oleh dua orang kepala bagian, yaitu:

1. Kepala Bagian Teknik

Tugas dan wewenangnya adalah bertanggung jawab atas bidang keteknikan agar proses berjalan lancar. Kepala Bagian Teknik ini dibantu oleh kepala seksi:

- Kepala Seksi Mesin.
- Kepala Seksi Instalasi.
- Kepala Seksi Pengendalian Mutu.
- Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan (Litbang).

2. Kepala Bagian Produksi

Tugas dan wewenangnya adalah pengaturan dan pengawasan jalannya proses dari bahan baku sampai produk dan caranya yang berhubungan dengan proses.

Kepala Bagian Produksi ini dibantu oleh:

- Kepala Seksi Proses.
- Kepala Seksi Laboratorium.
- Kepala Seksi Utilitas.
-

9.4.3.2 Manajer Pemasaran

Manajer Pemasaran bertanggung jawab atas seluruh koordinasi dan pengawasan komersial perusahaan.

Tugas dan wewenangnya adalah:

1. Membantu dan bertanggung jawab kepada Direktur Utama atas segala kegiatan yang menyangkut pemasaran produksi, kebijakan harga dan distribusi produk yang dihasilkan perusahaan.
2. Mengkoordinasi, memimpin dan mengawasi bagian-bagian pemasaran yang mencakup pergudangan, pembelian bahan baku, distribusi dan sarana.

Manajer Pemasaran ini dibantu oleh satu orang kepala bagian pemasaran dan kepala bagian pemasaran dibantu oleh kepala seksi. Kepala seksi tersebut meliputi sebagai berikut:

- Kepala Seksi Penjualan.
- Kepala Seksi Distribusi.

9.4.3.3 Manajer Keuangan

Manajer Keuangan bertanggung jawab atas seluruh pengaturan segala urusan yang berhubungan dengan keuangan perusahaan serta kesejahteraan karyawan.

Manajer keuangan dibantu oleh satu orang kepala bagian keuangan dan kepala bagian tersebut dibantu oleh:

- Kepala Seksi Pembukuan.
- Kepala Seksi Pengadaan.
- Kepala Seksi Keuangan.

9.4.3.4 Manajer Administrasi/ Umum

Tugas dan wewenangnya adalah:

1. Mengawasi dan bertanggung jawab dalam hal administrasi perusahaan.
2. Mengawasi dan bertanggung jawab dalam hal yang umum di perusahaan.

Manajer Administrasi ini dibantu oleh kepala bagian administrasi dan kepala bagian umum. Kepala bagian administrasi dibantu oleh:

- Kepala Seksi Personalia.
- Kepala Seksi Tata Usaha.
- Kepala bagian umum dibantu oleh:
- Kepala Seksi Kesehatan.
- Kepala Seksi Umum.
- Kepala Seksi Keamanan.

9.4.4 Sekretaris

Sekretaris dapat diangkat oleh Direktur untuk menangani masalah surat menyurat untuk pihak perusahaan, menangani kearsipan dan pekerjaan lainnya untuk membantu Direktur dalam menangani masalah administrasi perusahaan.

9.5 Sistem Kerja

Pabrik pembuatan gliserol ini direncanakan beroperasi kontinu selama 24 jam kerja per hari dan 300 hari per tahun. Untuk pekerjaan yang membutuhkan pengawasan terus-menerus selama 24 jam, para karyawan diberikan pekerjaan secara bergilir (*shift work*). Untuk ini jam kerja satu hari dibagi 3 waktu shift, dimana setiap shift masing-masing 8 jam. Untuk karyawan yang non-shift yang tidak memerlukan pengawasan terus-menerus selama 24 jam seperti karyawan administrasi, hari minggu dan hari besar lainnya adalah hari libur sesuai dengan Undang-Undang yang berlaku.

Tabel 9.1 Jam Kerja Karyawan Non Shift

Hari Kerja	Jam Kerja
Senin s/d Jumat	08.00 – 16.00 WIB
Istirahat	12.00 – 13.00 WIB
Sabtu	08.00 – 13.00 WIB

Tabel 9.2 Jam Kerja Karyawan Shift

Shift	Jam Kerja
I	08.00 – 16.00 WIB
II	16.00 – 24.00 WIB
III	24.00 – 08.00 WIB

Untuk melayani 3 shift pabrik dibentuk 4 regu kerja yang diatur sebagai berikut :

Tabel 9.3 Regu Kerja Untuk Karyawan Shift

Regu	Hari									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	I	I	I	-	II	II	II	-	III	III
B	-	II	II	II	-	III	III	III	-	I
C	II	-	III	III	III	-	I	I	I	-
D	III		-	I	I	I	-	II	II	II

Tabel 9.4 Jumlah dan Latar Belakang Pendidikan Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Pendidikan
1.	Dewan Komisaris	1	Ekonomi (S1)
2.	Direktur	3	Teknik Kimia (S1)
3.	Manajer Teknik dan Produksi	1	Teknik Kimia (S1)
4.	Manajer Pemasaran	1	Ekonomi (S1)
5.	Manajer Keuangan	1	Akuntansi (S1)
6.	Manajer Personalia dan Adm. Umum	1	Hukum (S1)
7.	Sekretaris	4	Sekretaris (D3)
8.	Kabag. Teknik	1	Teknik Mesin (S1)
9.	Kabag. Produksi	1	Teknik Kimia (S1)
10.	Kasi. Pemasaran	1	Ekonomi (S1)
11.	Kasi. Keuangan	1	Akuntansi (S1)
12.	Kasi. Adm. Umum	1	Ekonomi (S1)

13.	Kasi. Personalia	1	Hukum/Fisipol (S1)
14.	Kasi. Peng. Mutu dan Produk	1	Teknik Kimia (S1)
15.	Kasi. Perencanaan Produksi	1	Teknik Kimia/Mesin (S1)
16.	Kasi. Lab. QC dan R & D	1	Teknik Kimia (S1)
17.	Kasi. Utilitas	1	Teknik Kimia (S1)
18.	Kasi. Instalasi dan Prasarana	1	Teknik Elektro (S1)
19.	Kasi. Bengkel dan Maintenance	1	Teknik mesin (S1)
20.	Kasi. Proses	1	Teknik Kimia (S1)
21.	Kasi. Laboratorium	1	Teknik Kimia (S1)
22.	Kasi. Penjualan	1	Ekonomi (S1)
23.	Kasi. Distribusi	1	Ekonomi (S1)
24.	Kasi. Keuangan	1	Ekonomi (S1)
25.	Kasi. Pembukuan	1	Ekonomi (S1)
26.	Kasi. Koordinator Keamanan	1	TNI/POLRI
27.	Kasi. Humas dan Perpustakaan	1	Fisipol (S1)
28.	Kasi. Shift	1	Teknik Industri (S1)
29.	Kasi. Kesehatan	1	Kedokteran (S1)
30.	Kasi. Tata Usaha	1	Ekonomi (S1)
31.	Kasi. Adm. Umum dan Perpajakan	1	Perpajakan (S1)
32.	Karyawan Teknik	30	STM
33.	Karyawan Umum	100	SMA,STM,Diploma
34.	Dokter	2	Kedokteran (S1)
35.	Perawat	6	Akper,Dokter (S1)
36.	Petugas Keamanan	9	SMA sederajat
37.	Petugas Kebersihan	8	SMA sederajat
38.	Supir	10	SMA sederajat
Total		201	-

9.6 Kesejahteraan Karyawan

Untuk mencapai hasil kerja yang maksimal dari setiap karyawan, harus didukung oleh fasilitas-fasilitas yang memadai. Fasilitas yang tersedia pada pabrik pembuatan Gliserol ini adalah:

1. Fasilitas cuti tahunan.
2. Tunjangan hari besar / bonus.
3. Tunjangan kecelakaan kerja.
4. Tunjangan kematian yang diberikan kepada keluarga karyawan yang meninggal dunia akibat kecelakaan kerja maupun diluar kerja yang berhubungan dengan pabrik.
5. Transportasi bus karyawan.
6. Penyediaan tempat beribadah, balai pertemuan dan sarana air dan listrik.
7. Penyediaan seragam dan alat-alat pengaman (sepatu, seragam, helm, kaca mata dan sarung tangan).
8. Pelayanan kesehatan secara cuma-cuma.
9. Jaminan Sosial Tenaga Kerja (Jamsostek) dan Asuransi Kesejahteraan (Askes).

BAB X

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dari perancangan pabrik Gliserol dari Minyak Kelapa Sawit ini dimaksudkan untuk mengetahui kelayakan pabrik agar bisa didirikan dengan pertimbangan ekonomi untung dan rugi. Untuk mengetahui hal tersebut perlu evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dari :

1. Keuntungan / Profit
2. Percent Profit on Investment (POS)
3. Percent Return on Investment (ROI)
4. Pay Out Time (POT)
5. Break Event Point (BEP)
6. Shut Down Point (SDP)
7. Discounted Cash Flow (DCF)

Untuk menunjang factor-faktor tersebut di atas perlu diadakan penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran modal industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri dari:
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Production Cost*) yang terdiri dari:
 - a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya pengeluaran umum (*General Cost*)
3. Total pendapatan

10.1 Perkiraan Harga Peralatan

Tabel 10.1 Indeks Ekonomi Tahun 1994-2002

Tahun	Index
1994	368,1
1995	381,1

1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	395,6

Harga alat proses industri setiap tahun mengalami perubahan sesuai dengan kondisi perekonomian pada saat tersebut. Harga alat tiap tahun mengalami perubahan sesuai dengan kondisi perekonomian yang ada. Untuk mengetahui harga-harga peralatan yang ada sekarang dapat ditaksir berdasarkan harga aktual yang ada di pasar.

Untuk memperkirakan harga alat, diperlukan indeks yang dapat digunakan untuk mengkonversikan harga alat pada masa yang lalu sehingga diperoleh harga alat pada saat sekarang atau mendatang. Penentuan harga alat menggunakan persamaan:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \text{ (Reff. Aries Newton, hal.16)}$$

Dengan : E_x = Harga pembelian alat pada tahun 2017

E_y = Harga pembelian alat pada tahun referensi

N_x = Indeks harga tahun 2017

N_y = Indeks harga tahun referensi.

Untuk jenis alat yang sama tetapi kapasitas berbeda, harga suatu alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan pendekatan sebagai berikut :

$$E_b = E_a \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^n \text{ (Reff. Aries Newton, hal.15)}$$

Dengan : E_a = Harga alat dengan kapasitas diketahui

E_b = Harga alat dengan kapasitas dicari

C_a = Kapasitas alat A

C_b = Kapasitas alat B

n = Eksponen

10.2 Dasar Perhitungan

1. Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi = 30.000 ton/tahun

Satuan tahun operasi = 300 hari

Pabrik didirikan tahun = 2017

Kurs mata uang asing = Rp. 11.500 /US\$1.00 (www.bi.go.id)

2. Kebutuhan bahan baku dan produk

Bahan Baku :

Trigliserida = 4.074,074 kg/jam

NaOH = 476,4 kg/jam

Produk :

Gliserol = 4.166,667 kg/jam

Sabun = 1.021,6094 kg/jam

Harga Bahan Baku dan Produk

Harga Minyak Sawit = Rp. 8.600,- /liter

Harga NaOH = Rp. 12.000,- /kg

Harga Gliserol = Rp. 25.000,- /kg

Harga Sabun = Rp. 4.000,-/kg

10.3 Perhitungan Biaya Produksi (*Production Cost*)

10.3.1 Penaksiran Modal Industri (*Total capital Investment*)

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. Capital investment terdiri dari:

1. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan pembuatannya.

2. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)

Adalah usaha atau modal yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi di suatu pabrik selama waktu tertentu.

10.3.2 Penentuan Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)

Manufacturing cost merupakan jumlah dari direct, indirect, dan fixed manufacturing cost, yang bersangkutan dalam pembuatan pabrik. manufacturing cost meliputi :

1. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Adalah pengeluaran yang berkaitan khusus dalam pembuatan produk

2. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

3. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Adalah harga yang berkenan dengan *fixed capital* dan pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak bergantung pada waktu maupun tingkat produksi.

10.3.3 General Expense

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*, terdiri dari :

1. Administrasi

2. Sales

3. Riset

4. Finance

10.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, dan untuk mengetahui pabrik tersebut potensial atau tidak untuk didirikan, maka dilakukan suatu analisa kelayakan.

Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

10.4.1 Percent Profit on Sales (POS)

$$POS = \frac{Profit}{HargaJualProduk} \times 100 \%$$

10.4.2 Percent Return on Investment

Return on Investment adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun, didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan.

$$ROI = \frac{Profit}{FCI} \times 100\%$$

10.4.3 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. Keuntungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam beberapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *Profit* sebelum dikurangi *depresiasi*.

$$POT = \frac{FCI}{Profit + 0,1 \times FCI} \times 100\%$$

10.4.4 Break Event Point

Break Event Point adalah titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama atau titik batas produksi, dimana pabrik dikatakan tidak untung dan tidak rugi. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan beberapa harga serta unit penjualan harus dicapai agar mendapat keuntungan.

$$BEP = \frac{Fa + 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

Dengan: Fa = Fixed manufacturing cost

Ra = Regulated cost

Va = Variabel cost

Sa = Penjualan cost

10.4.5 Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen kapasitas minimal tersebut dalam satu tahun, maka pabrik harus berhenti operasi atau tutup.

$$SDP = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

Dengan: Fa = Fixed manufacturing cost

Ra = Regulated cost

Va = Variabel cost

Sa = Penjualan cost

10.5 Hasil Perhitungan

10.5.1 Capital Investment

1. Fixed Capital Investment (FCI)

Physical Plant Cost (PPC)

1. PEC = Rp. 58.849.422.470,-

2. Instalasi Alat = Rp. 25.305.251.662,-

3. Pemipaan = Rp. 21.185.792.089,-

4. Instrumentasi = Rp. 17.654.826.741,-

5. Insulasi = Rp. 4.707.953.798,-

6. Listrik = Rp. 7.061.930.969,-

7. Bangunan = Rp. 15.288.750.000,-

8. Tanah = Rp. 12.248.000.000,-

9. Environment = Rp. 5.884.942.247,-

Total PPC = Rp. 168.187.369.704,-

11. Engineering and Construction = Rp. 42.046.842.426,-

Direct Plant Cost (DPC) = Rp. 210.234.212.130,-

12. Contractor Fee = Rp. 12.614.052.728,-

13. Contingency = Rp. 21.023.421.213,-

Fixed Capital Investment (FCI)

FCI = DPC + Contractor's Fee + Contingency + Environment
= Rp. 260.690.423.041,-
14. Total Plant Start Up Cost = Rp. 16.818.736.970,-

2. Working capital Investment (WCI)

1. Raw Material Inventory = Rp. 96.303.628.321,-
2. Total In Process Inventory = Rp. 205.496.780,-
3. Total Product Inventory = Rp. 29.591.536.434,-
4. Total Extended Credit = Rp. 38.971.117.536,-
5. Available Cash = Rp. 29.591.536.434,-
Total WCI = Rp. 194.663.315.507,-

10.5.2 Manufacturing Cost Investment (MCI)

1. Direct Manufacturing Cost (DMC)

1. Total Biaya Bahan Baku = Rp. 296.758.698.660,-
2. Total Labour Cost = Rp. 4.020.000.000,-
3. Total Biaya Supervisi = Rp. 1.020.000.000,-
4. Total Maintenance = Rp. 15.641.424.793,-
5. Total Plant Supplies = Rp. 2.346.213.719,-
6. Total Royalties and Patent = Rp. 31.176.894.028,-
7. Total Utilities = Rp. 14.593.746.043,-
Total DMC = Rp. 365.556.977.243,-

2. Indirect Manufacturing Cost (IMC)

1. Total Biaya Payroll Overhead = Rp. 882.000.000,-
2. Total Biaya Laboratorium = Rp. 756.000.000,-
3. Total Plant Overhead = Rp. 3.780.000.000,-
4. Total Shipping & Transportation = Rp. 77.942.235.072,-
5. Total packaging dan labeling = Rp. 116.913.352.608,-
Total IMC = Rp. 200.273.587.680,-

3. Fixed Manufacturing Cost (FMC)

1. Total depresiasi	= Rp. 20.855.233.058,-
2. Total Manufacturing Cost	= Rp. 2.606.904.132,-
3. Total Biaya Asuransi	= Rp. 2.606.904.132,-
Total FMC	= Rp. 26.069.041.323,-

Total Manufacturing Cost Investment (MCI)

Direct Manufacturing Cost	= Rp. 365.488.099.680,-
Indirect Manufacturing Cost	= Rp. 200.273.587.680,-
Fixed Manufacturing Cost	= Rp. 26.069.041.323,-
Total MCI	= Rp. 571.830.728.689,-

10.5.3 Gernerall Expense (GE)

1. Administrasi	= Rp. 7.962.400.000,-
2. Total Sales	= Rp 38.971.117.536,-
3. Total Research	= Rp 23.382.670.522,-
4. Total Finance	= Rp. 78.003.405.433,-
Total General Expense	= Rp. 138.319.593.490,-

10.5.4 Keuntungan

Keuntungan Sebelum Pajak	= Rp. 69.272.028.541,-
Keuntungan Sesudah Pajak	= Rp. 55.417.622.833,-

10.5.5 Analisa Kelayakan

1. Return on Investment (ROI)

ROI sebelum Pajak	= 26,57 %
ROI sesudah Pajak	= 21,26 %

2. Pay Out Time (POT)

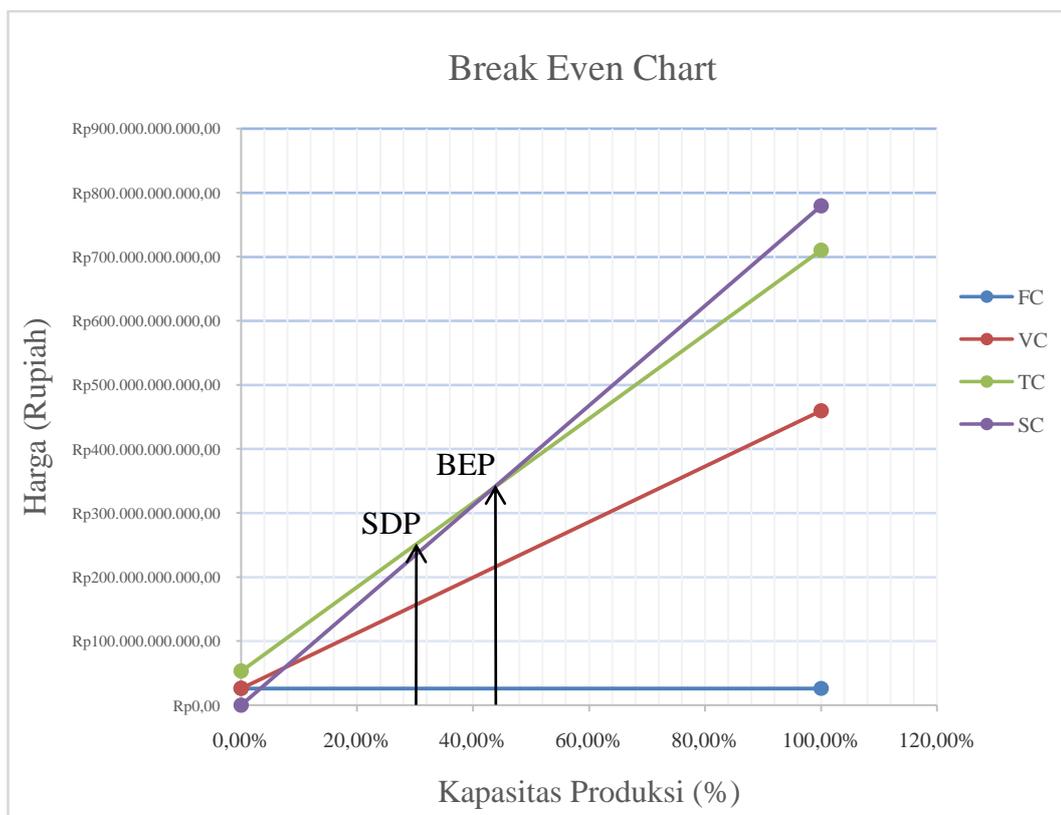
POT sebelum Pajak	= 2,9 tahun
POT sesudah Pajak	= 3,4 tahun

3. Percent Profit On Sales

POS sebelum Pajak	= 8,8 %
-------------------	---------

POS sesudah Pajak	=	7,1 %
4. Break Even Point (BEP)	=	44,38 %
5. Shut Down Point (SDP)	=	30,44 %
6. Discounted Cash Flow (DCF)	=	36,025%

10.5.6 Grafik Break Even Point



Keterangan :

- FC = Fixed Cost
- VC = Variable Cost
- TC = Total Cost
- SC = Sales Cost

BAB XI

KESIMPULAN

Dari hasil analisa perhitungan pada Pra Rancangan Pabrik Gliserol Dari Minyak Kelapa Sawit ini diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Pabrik direncanakan beroperasi selama 300 hari pertahun, 24 jam sehari dengan kapasitas produksi 30.000 ton/tahun.
2. Lokasi pabrik direncanakan didirikan di Kebakkramat, Karanganyar, Jawa Tengah.
3. Bentuk badan usaha yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi yang direncanakan adalah sistem garis dan staff, dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk mengoperasikan pabrik sebanyak 201 orang.
4. Hasil analisa ekonomi adalah sebagai berikut :
 1. Modal Tetap (*Fixed Capital*) = Rp. 260.690.423.041,-
 2. Modal Kerja (*Working Capital*) = Rp. 194.663.315.507,-
 3. *Manufacturing Cost* = Rp. 571.830.728.689,-
 4. *General Expense* = Rp. 138.319.593.490,-
5. Analisis Kelayakan :
 - a. *Percent Return of Investment (ROI) before tax* : 26,57 %
 - b. *Percent Return of Investment (ROI) after tax* : 21,26 %
 - c. *Pay Out Time (POT) before tax* : 2,9 tahun
 - d. *Pay Out Time (POT) after tax* : 3,4 tahun
 - e. *Percent Profit On Sales (POS) before tax* : 8,8 %
 - f. *Percent Profit On Sales (POS) after tax* : 7,1 %
 - g. *Break Even Point (BEP)* : 44,38 %
 - h. *Shut Down Point (SDP)* : 30,44 %
 - i. *Discounted Cash Flow (DCF)* : 36,03 %

Dari hasil analisis ekonomi dapat disimpulkan bahwa Pabrik Gliserol dari Minyak Kelapa Sawit dengan Kapasitas 30.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, ”**Statistik Perdagangan Luar Negeri**”, Medan : Badan Pusat Statistik, 2002 – 2006
- Brownell, L.E, Young, E. H, 1959, “**Process Equipment Design**”, Wilay Eastern Ltd, New York.
- Considine, Douglas M. 1985, “**Instruments and Control Handbook**”, 3 rd Edition, Mc Graw-Hill, Inc., USA
- Davidson, L. Robert, 1980, “**Handbook of Water Soluble Gums and Resins**”, Mc Graw Hill Book Company, New York
- Degremont, 1979, “**Water Treatment Handbook**”, 5th Edition, Jhon Willey, London
- Foust, A.S, 1979, “**Principle of Unit Opertions**”, 3rd Edition, Jhon Willey & Sons, Inc, London
- Geankoplis,C.J, 1997, “**Transport Process and Unit Opertion**”, Prentice-Hall, Inc, New York.
- Kern, D.Q, 1965, “**Process Heat Transfer**”, Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- Kawamura, 1991, “**An Integrated Calculation of Waste Water Engineering**”, New York : Jhon Willey & Sons Inc.
- Ketaren, S, 1986, ”**Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan**”, Cetakan I, UI-Press, Jakarta
- Kirk, R.E, Othmer, D.F, 1949, “**Encyclopedia of Chemical Engineering Technology**”, Vol. 18, The Intescience Publisher Division of Jhon Willey & Sons Inc, New York
- Levenspiel, Octave, 1999, “**Chemical Reaction Engineering**”, Jhon Willey & Sons Inc, New York
- Lorch, Walter, 1981, “**Handbook of Water Purification, Britain**”, Mc Graw-Hill Book Company, Inc.
- Manulang, M. (Alih Bahasa, 1982, **Dasar – dasar Marketing Modern**, Edisi 1, Yogyakarta : Penerbit Liberty
- Metcalf and Eddy Inc, 1991, “**Waste water Engineering Treatment Disposit and Reuse**”, Mc Graw-Hill Book company, New York

- Nalco, 1988, **“The Nalco Water Handbook”**, New York : Mc Graw-Hill Book Company
- Perry, R.H, Green, D, 1999, **“Chemical Engineering Handbook”**, Mc Graw-Hill Company, New York
- Reklaitis, G.V., 1983, **“Introduction to Material and Energy Balance”**, Mc Graw- Hill Book Company, New York
- Rusjdi, Muhammad, 2004, **“PPN dan PPnBM : Pajak Pertambahan Nilai dan Pajak atas Barang Mewah”**, PT. Indeks Gramedia, Jakarta
- Rusjdi, **Muhammad**, 2004, **“PPh Pajak Penghasilan”**, PT. Indeks Gramedia, Jakarta
- Smith, J.M, H.C. Van Ness dan M.M. Abot, 1996, **“Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic”**, Mc Graw-Hill Book Company, New York
- Sutarto, 2002, **“Dasar-Dasar Organisasi”**, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Timmerhaus, K. D., Peters, M.S., 2004, **“Plant Design and Economics for Chemical Engineering 5th edition”**, Jhon Willey & Sons Inc, New York
- Ulrich, D. A., 1984, **“A Guide to Chemical Engineers Process Design and Economics”**, Jhon Willey & Sons Inc. New York
- Walas & Stanley M, “Chemical Process Equipment”**, United States of America : Butter worth Publisher, 1988.

www.environmental.com

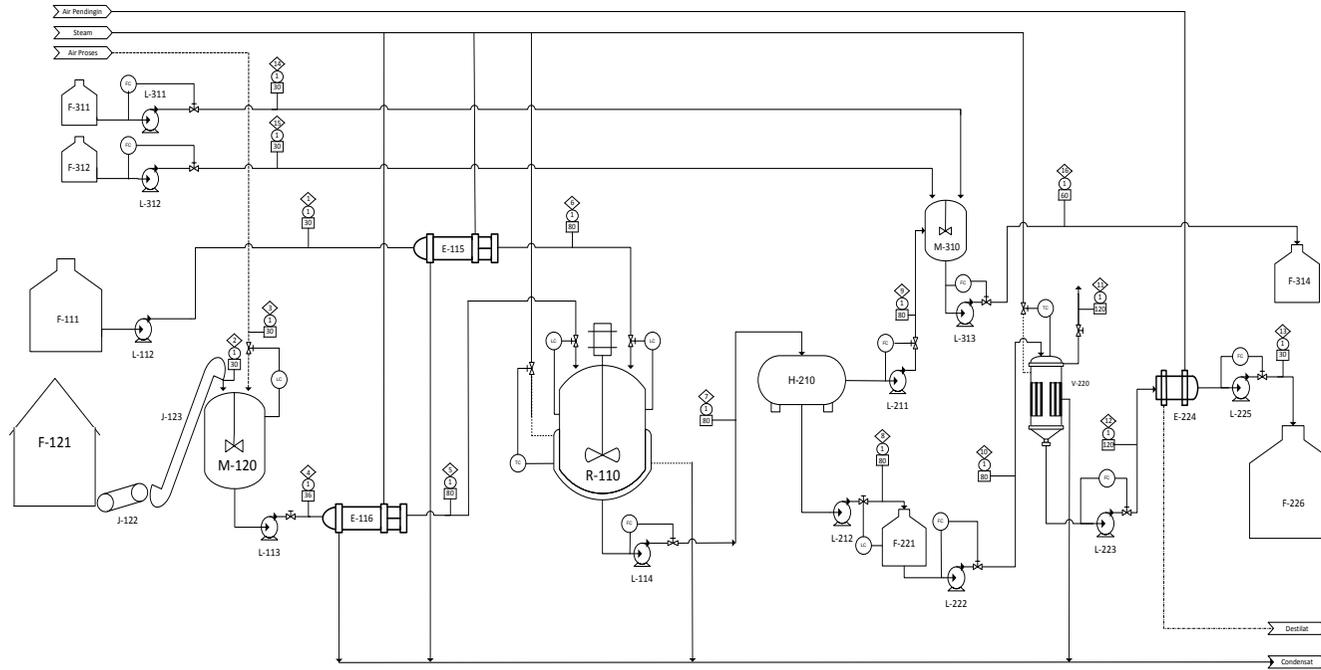
www.islamic-medicine.net

www.wikipedia.com

www.yahooanswer.com

www.bi.go.id

**DIAGRAM ALIR PROSES
PABRIK GLISEROL DARI MINYAK KELAPA SAWIT
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**



KODE ALAT	NAMA ALAT
R-110	Reaktor
F-111	Tangki Minyak Sawit
L-112	Pompa Minyak Sawit
L-113	Pompa NaOH
L-114	Pompa Saponifikasi
E-115	Pemanas Minyak Sawit
E-116	Pemanas Larutan NaOH
M-120	Mixer
F-121	Gudang NaOH
J-122	Conveyor
J-123	Bucket Elevator
H-210	Separator
L-211	Pompa Sabun
L-212	Pompa Gliserol
V-220	Evaporator
F-221	Tangki Produk Bawah Separator
L-222	Pompa Tangki Bawah
L-223	Pompa Evaporator
E-224	Cooler
L-225	Pompa Cooler
F-226	Tangki Produk
M-310	Tangki Pencampuran
L-311	Pompa Pewangi
L-312	Pompa Pewarna
L-313	Pompa Tangki pencampuran
F-314	Tangki Produk Sampling

KETERANGAN GAMBAR	
LC	Level Controller
PI	Pressure Indicator
PC	Pressure Controller
TC	Temperature Controller
LI	Level Indicator
FC	Flow Controller
VR	Volume Recorder
◇	Nomor Arus
○	Tekanan Absolut (Atm)
□	Temperature (°C)
⊗	Controll Valve

No.	NOMOR ARUS KOMPONEN	SATUAN (KG/JAM)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.	NaOH		476,40		476,40	476,40											
2.	H ₂ O			1.358,02	1.358,02	1.358,02											135,80
3.	Triglycerida	4.074,07					4.074,07										407,41
4.	Sabun						476,40			476,40							476,40
5.	Gliserol						3.666,67			3.666,67							1,10
7.	Pewarna														0,51		0,51
8.	H ₂ O												722,22				
9.	Jumlah	4.074,07	476,40	1.358,02	1.834,42	1.834,42	4.074,07	5.908,50	4.888,90	1.019,61	4.888,90	4.166,67	722,22	4.166,67	0,51	1,10	1.021,61

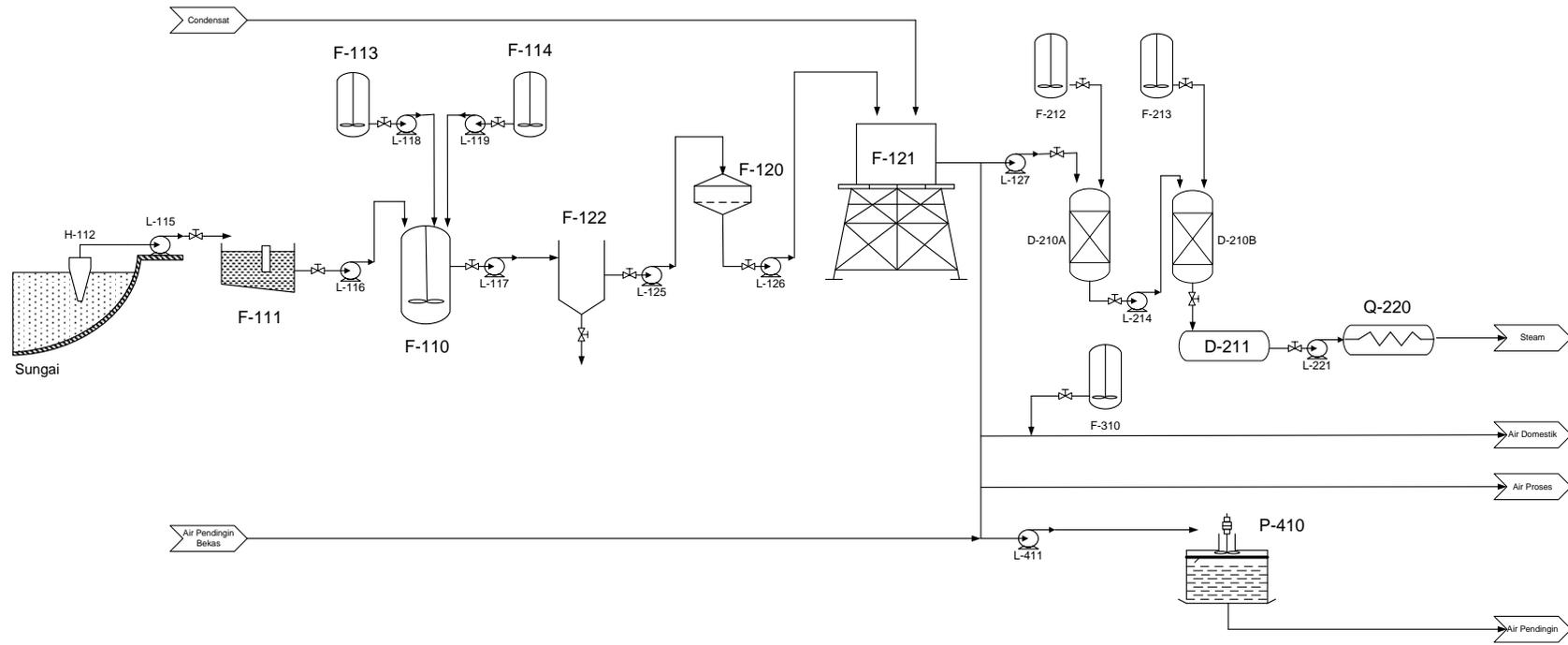

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI

DIAGRAM ALIR PROSES
PRARANCANGAN PABRIK GLISEROL
DARI MINYAK KELAPA SAWIT DENGAN
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN

Oleh :
GUNAWAN
15090213D

PEMBIMBING :
1. Ir. Sumardiyo, MT
2. Argoto Mahayana, ST, MT

DIAGRAM ALIR PROSES UNIT PENGOLAHAN AIR



No.	KODE	KETERANGAN	No.	KODE	KETERANGAN
1.	F-110	Tangki Pencampuran	14.	D-210A	Cation Exchanger
2.	F-111	Bak Sedimentasi	15.	D-210B	Anion Exchanger
3.	H-112	Screening	16.	D-211	Deaerator
4.	F-113	Tangki Pelarutan Alum	17.	F-212	Tangki Pelarutan Asam Sulfat
5.	F-114	Tangki Pelarutan Soda Abu	18.	F-213	Tangki Pelarutan NaOH
6.	L-115	Pompa Screening	19.	L-214	Pompa Cation Exchanger
7.	L-116	Pompa Sedimentasi	20.	L-215	Pompa Clarifier
8.	L-117	Pompa Tangki Pelarutan	21.	L-216	Pompa Filtrasi
9.	L-118	Pompa Alum	22.	L-217	Pompa Menara Air
10.	L-119	Pompa Soda Abu	23.	Q-220	Boiler
11.	F-120	Tangki Filtrasi	24.	L-221	Pompa Deaerator
12.	F-121	Menara Air	25.	F-310	Tangki Kaporit
13.	F-122	Clarifier	26.	P-410	Cooling Tower