

**“PRA RANCANGAN PABRIK STEROID  
DARI RUMPUT LAUT  
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN”**



**DISUSUN OLEH :**

**AGUSTINUS. I. P**

**45 06 044 004**

**NOVRIANTY T. ALLO**

**45 11 044 007**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS “45” MAKASSAR**

**2013**

**PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**PRA RANCANGAN PABRIK STEROID DARI RUMPUT LAUT**

**KAPASITAS 15000 TON/TAHUN**

Oleh:

**AGUSTINUS.I.P**

**STB. 45 06 044 004**

**NOVRIANTY T.ALLO**

**STB. 45 11 044 007**

*Skripsi Tugas Akhir Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana  
Teknik di Jurusan Teknik Industri Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik*

*Universitas "45" Makassar*

*Makassar, November 2013*

Disetujui untuk diseminarkan

**Pembimbing I**



**Prof. Dr. Tjodi Harlim**

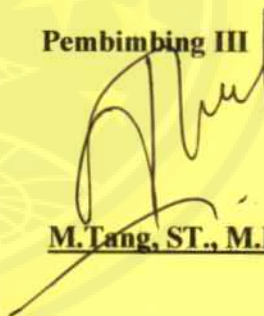


**Pembimbing II**



**Ridwan, ST, M.Si**

**Pembimbing III**



**M. Tang, ST., M.P Kim**

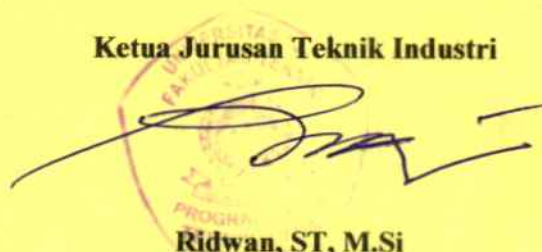
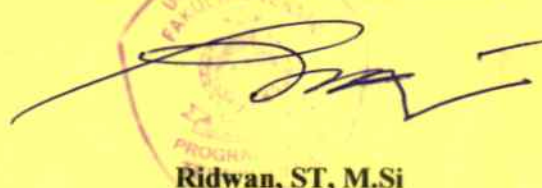
Mengetahui

**Dekan Fakultas Teknik**


**Ir. Syafri, M.Si**

**Ketua Jurusan Teknik Industri**

**Ridwan, ST, M.Si**

*BAB I*  
*PENDAHULUAN*

**BOSOWA**



## INTISARI

Pabrik steroid ini menggunakan bahan baku dari alga laut "Sargassum Sp." Direncanakan pabrik beroperasi dengan kapasitas 15.000 ton/tahun. Steroid yang dihasilkan dengan kemurnian 98 % dilakukan dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut Bensen ( $C_6H_6$ ), kemudian ekstrak dan rafinatnya dipisahkan di Rotary Drum Vakum Filter, proses selanjutnya pada Evaporator untuk memisahkan pelarut dan steroid. Selanjutnya steroid yang berbentuk kristal akan dibawa ke Rotary Drayr untuk dikeringkan. Pabrik ini dirancang dengan :

Lokasi	:	Kawasan Industri Kimia Makassar (KIMA) Sulawesi Selatan.
Luas Tanah	:	16.552 m <sup>2</sup>
Waktu Operasi	:	300 hari/tahun
Bentuk Perusahaan	:	Perseroan Terbatas (PT).

### Analisa Ekonomi

Model tetap	:	Rp. 47.675.524.570
Model kerja	:	Rp. 8.542.345.807
Total kapital Investasi	:	Rp. 56.217.870.380
Harga Jual Steroid	:	Rp. 90.000.000.000
ROI	:	Rp. 57,89 %
Waktu Pengembalian Modal	:	1,27 Tahun
Titik Impas (BEP)	:	34,59 %

Dengan memperhatikan kelayakannya, maka perencanaan pabrik ini layak dan bisa dilanjutkan ketahap perencanaan yang lebih rinci.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas bimbingan dan penyertaan-Nya sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik Tugas akhir ini dilaksanakan untuk memenuhi syarat dal am penyelesaian studi pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas “45” Makassar.

Pada kesempatan ini tak lupa penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Tjodi Harlim, selaku Pembimbing Utama dalam penyusunan tugas akhir ini
2. Bapak Ridwan,ST.,M.Si selaku Pembimbing II dalam penyusunan tugas akhir ini
3. Bapak M.Tang,ST.,M.Pkim, selaku Pembimbing EH dalam penyusunan tugas akhir ini
4. Bapak Ir.Syafri,M.Si, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas “45” Makassar
6. Kedua orang tua atas do'a dan jerih payahnya yang telah memberikan dorongan baik secara moril dan materi. Semoga perjuangannya memberikan hasil sesuai dengan apa yang diharapkan
7. Tak lupa kepada rekan-rekan dan semua pihak yang selama ini telah membantU dalam penyelesaian tugas akhir ini



Kami menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan tugas akhir ini jauh dari sempurna, untuk itu kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penyusun berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat kepada penyusun dan juga bagi semua pihak yang membutuhkannya

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan rahmat-Nya kepada kita semua.

*A m i n*

Makassar, Nopember 2013

*Penyusun*

UNIVERSITAS

**BOSOWA**



## DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
INTISARI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>I.1</b>
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik1 .....	I.1
1.2 Tujuan Dari Pra Rancangan Pabrik Kimia .....	I.3
1.3 Tinjauan Pustaka .....	I.3
1.4 Kapasitas Pabrik .....	I.7
1.5 Lokasi Pabrik .....	I.7
1.6 Proses Utama .....	I.8
<b>BAB II SPESIFIKASI BAHAN/PRODUK DAN DESKRIPSI PROSES .....</b>	<b>II.1</b>
2.1 Bahan Baku .....	II.1
2.2 Produk .....	II.2
<b>BAB III NERACA MASSA DAN PANAS .....</b>	<b>III.1</b>
<b>BAB IV SPESIFIKASI PERALATAN .....</b>	<b>IV.1</b>
<b>BAB V INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA .....</b>	<b>V.1</b>
5.1 Instrumentasi .....	V.1
5.2 Keselamatan Kerja .....	V.4

BAB VI	UTILITAS .....	VI.1
	6.1 Unit Kebutuhan Air .....	VI.1
	6.2 Unit Kebutuhan Steam .....	VI.2
	6.3 Unit Kebutuhan Listrik .....	VI.3
	6.4 Unit Kebutuhan Bahan Bakar .....	VI.3
BAB VII	LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK .....	VII.1
	7.1 Lokasi Pabrik .....	VII.1
	7.2 Tata Letak Pabrik .....	VII.5
BAB VIII	BENTUK ORGANISASI PERUSAHAAN .....	VIII.1
	8.1 Umum .....	VIII.1
	8.2 Bentuk Perusahaan .....	VIII.1
	8.3 Sistem Perusahaan .....	VIII.2
	8.4 Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab .....	VIII.3
	8.5 Jenis Karyawan .....	VIII.9
	8.6 Jadwal Kerja Karyawan .....	VIII.10
	8.7 Kesejahteraan/Jaminan Sosial .....	VIII.12
BAB IX	ANALISA EKONOMI .....	IX.1
	9.1 Total Capital Invesment .....	IX.1
	9.2 Total Production Cost .....	IX.2
BAB X	KESIMPULAN .....	X.1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A PERHITUNGAN NERACA MASSA

LAMPIRAN B PERHITUNGAN NERACA PANAS

LAMPIRAN C PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN

LAMPIRAN D PERHITUNGAN UTILITAS

LAMPIRAN E PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI



---

**BAB I****PENDAHULUAN****1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Pada mulanya orang menggunakan rumput laut hanya untuk sayuran. Waktu itu tidak terbayang zat apa yang terdapat dalam rumput laut. Yang diketahui hanyalah rumput laut tidak berbahaya untuk dimakan. Dengan berjalannya waktu, pengetahuan tentang rumput laut pun semakin berkembang. Orang pun semakin tahu zat apa yang terkandung dalam rumput laut. Pengetahuan itu digunakan agar rumput laut dapat bermanfaat seoptimal mungkin.

Rumput laut telah lama dikenal pertama oleh bangsa Cina kira-kira tahun 2700 SM. Dimasa itu rumput laut digunakan untuk sayuran dan obat-obatan. Pada tahun 65 SM, bangsa Romawi menggunakannya adalah bahan baku kosmetik. Namanya dari waktu ke waktu pengetahuan tentang rumput laut pun semakin berkembang.

Rumput laut memang telah lama dikenal dan dimanfaatkan, tetapi publikasinya baru dimulai pada abad ke - 17 oleh Jepang dan Cina. Jepang dan Cina merupakan bangsa yang maju dalam bidang rumput laut baik produksi maupun pemanfaatan rumput laut.

Kapan pemanfaatan rumput laut di Indonesia tidak diketahui hanya waktu bangsa Portugis datang ke Indonesia kira-kira 1292, rumput laut telah dimanfaatkan sebagai sayuran.

Alga atau ganggang terdiri dari empat kelas, yaitu :

1. Rhodophyceae (alga merah)
2. Phaeophyceae (alga coklat)
3. Chlorophyceae (alga hijau)
4. Cyanophyceae (alga hijau biru)

Pembagian ini berdasarkan pigmen yang dikandungnya. Bila dilihat dari ukurannya, alga terdiri dari mikroskopik dan makroskopik. Alga mikroskopik inilah yang dikenal sebagai rumput laut.

Sumber steroid yang diperoleh dari alam ini dapat berasal dari tumbuhan (alga laut) sert dapat berasal dari hewan (siput). Indonesia yang merupakan negara kepulauan memiliki kekayaan alam pantai yang beraneka ragam, terdiri dari deretan terumbu karang yang merupakan ekosistem khas dari daerah tropis. Ekosistem ini memiliki produktivitas bahan organik yang sangat tinggi, mengakibatkan tingginya keanekaragaman biota yang hidup di daerah tersebut.

Penyebaran kandungan steroid Alga laut tidak merata sangat dipengaruhi oleh iklim, keadaan lingkungan, kedalaman dan tingkat pencemaran laut. Suatu hasil penelitian kandungan steroid alga laut di daerah dingin mengungkapkan bahwa kadar steroid utama tumbuhan yang dipanen pada musim-musim lainnya. Sinar matahari dan lingkungan hidup mempengaruhi kadar maupun jenis-jenis steroid utama yang dikandungnya.

Alga coklat mempunyai pigmen fukosantin yang menyebabkan warna coklat. Contohnya: fucus, turbinaria dan sargassum. Alga ini tumbuh berkelompok dengan

berbagai jenis rumput laut lainnya. Pengelompokan ini tampaknya penting dan saling menguntungkan diantaranya dalam hal penyebaran spora.

Sinar matahari dan lingkungan hidup mempengaruhi kadar dan jenis-jenis steroid yang dikandung oleh alga laut. Adapun alasan lain sehingga alga laut dikembangkan di industri adalah :

- Banyaknya jenis alga laut ( ± 1500 jenis )
- Senyawa kimia aktif yang berpotensi ekonomi tinggi banyak terdapat pada alga coklat dan merah.
- Pertumbuhannya cepat dan sederhana sehingga penyediaan bahan baku akan kontinu.

Mengingat akan hal tersebut diatas, maka steroid yang diambil dari alga laut perlu diketahui dan dipelajari secara mendalam sehingga hasil yang diperoleh bisa optimal. Disamping itu bisa memasok sebagian dari steroid impor Indonesia, dimana selama ini steroid merupakan bahan kimia yang belum ada diproduksi di Indonesia.

## **1.2 Tujuan dari Pra Rancangan Pabrik Kimia.**

Untuk merancang pabrik steroid dengan cara ekstraksi dengan menggunakan panas dan pelarut Bensen.

## **1.3 Tinjauan Pustaka**

### **1.3.1 Tumbuhan Alga Laut**

Terdapat macam-macam nama untuk tumbuhan laut alga di Indonesia, antara lain: ganggang laut, rumput laut dan agar-agar laut. Nama rumput laut paling umum digunakan oleh pedagang alga laut di Indonesia. Bentuk luar tumbuhan laut ini tidak

mempunyai perbedaan susunan kerangka antara akar, batang dan daun. Keseluruhan tumbuhan ini merupakan batang yang disebut "Thallus". Tumbuhan ini mengandung berbagai macam pigmen. Pigmen ini dapat menentukan warna thallus, sehingga biasa digunakan untuk membedakan alga laut dari kelas ke kelas.

Dalam skrining kandungan steroid alga laut, tidak dipisahkan daun, batang, akar atau bagian lain tumbuhan, ini disebabkan karena morfologi alga laut demikian sederhananya belum dapat dibedakan antara akar, batang dan daun.

Alga laut tumbuh hampir di seluruh bagian hidrosfir sampai batas kedalaman lebih kurang dua ratus meter.

Hidup sebagai fitobentos dengan menancapkan atau meletakkan dirinya pada substrat lumpur, pasir, karang, fragmen karang mati, kulit kerang, batu ataupun kayu.

Faktor-faktor oseanografis (fisika, kimiawi dan dinamika) dan macam-macam substrat sangatlah menentukan pertumbuhan alga laut. Cahaya matahari adalah faktor utama yang sangat dibutuhkan oleh tanaman laut, pada kedalaman yang sudah tidak bisa dicapai oleh matahari, alga laut tidak bisa hidup. Iklim dan letak geografis menentukan pula jenis-jenis alga laut yang tumbuh.

### 1.3.2 Komposisi Kimia Alga Laut

Jaringan pertumbuhan alga laut mengandung 75 – 88 % air dan 12 – 25 % padatan. Bahan-bahan anorganik banyak terdapat pada alga laut coklat (27 – 37 % berat kering), tetapi bahan-bahan anorganik ini 75 – 85 % larut dalam air.

Menurut Winarno (1992) komposisi utama dari alga laut yang digunakan sebagai bahan pangan adalah karbohidrat, tetapi karena kandungan karbohidrat

sebagian besar adalah gummi, maka hanya sebagian kecil dari karbohidrat yang dapat diserap dalam pencernaan manusia.

Gummi secara luas digunakan dalam industri pangan pembentuk gel, stabilisator dan emulsifier. Komponen ini berasal dari sumber yang berbeda-beda dan terjadi secara alam. Wiarno mengemukakan bahwa gummi pada hakekatnya suatu polisakarida. Polisakarida yang dihasilkan oleh alga laut disebut fikokoloid.

Pada umumnya ada 3 kelompok fikokoloid, yaitu :

1. Ester sulfit yang larut dalam air, contohnya agar-agar dan keragian.
2. Laminaran yang larut dalam air
3. Poliuronida yang larut dalam alkali, contohnya algin.

Manfaat lain dari beberapa alga laut digunakan sebagai makanan ternak di beberapa negara, seperti Irlandia dan Skotlandia untuk ternak biri-biri, kambing dan lembu.

Alga laut digunakan sebagai pupuk organik karena banyak mengandung kalium, umumnya digunakan untuk meningkatkan hasil panen, terutama pada pemupukan kentang, ubi jalar, ubi kayu. Sebelum digunakan biasanya dicampur dengan pupuk kandang, untuk mempercepat pembusukan.

Pupuk alga laut dapat membantu mengikat pasir tanah, memecah tanah liat atau lumpur, meningkatkan kegemburan tanah (Soegiarto, 1978).

### 1.3.3 Steroid

Steroid adalah senyawa alam yang terdapat dalam jaringan tumbuhan dan hewan. Senyawa steroid mempunyai kerangka inti siklopentanopenhidrofenatren dengan cabang yang berbeda seperti asam empedu, sterol, hormon, arkenal,

sapogenin dan glikosida jantung. Rumus molekul dari steroid adalah  $C_{27}H_{45}OH$  yang termasuk dalam kelompok lipida.

Steroid paling banyak digunakan untuk sintesa obat-obatan kontrasepsi (KB) dan obat-obatan turunan steroid.

Sifat-sifat Fisis :

Steroid berwarna putih berbentuk bubuk dan mempunyai sifat seperti (lengket). Titik didih dari steroid ini sangat tinggi dimana pada suhu  $300^{\circ}C$  akan terjadi dekomposisi. Steroid yang akan dihasilkan adalah steroid dalam bentuk kasar (masih berwarna).

Sifat-sifat fisis lain dari steroid adalah :

- Rumus molekul :  $C_{27}H_{45}OH$
- Berat molekul : 386 kg/kg mol
- Spesifik gravity : 1,067
- Titik lebur :  $150^{\circ}C$
- Titik didih :  $300^{\circ}C$
- Kemurnian % berat : 80 %
- Bentuk : bubuk
- Warna : putih
- Densitas :  $1073,24 \text{ kg/m}^3$
- Cp (Spesifik Heat) :  $0,387 \text{ kal/g}^{\circ}C$

#### 1.4 Kapasitas Pabrik

Penentuan Kapasitas pabrik ini didasarkan pada jumlah produk bahan baku (rumpun laut), berhubung pabrik steroid belum ada di Indonesia.

Tabel 1.1 Produksi Rumpun laut

Tahun	Produksi (Ton/Thn)
2007	614.147
2008	630.740
2009	748.527
2010	824.026
2011	875.150
2012	900.225

Sumber : Buletin Statistik Ujung Pandang

Dengan pertimbangan produksi bahan baku tersebut, maka nilai kapasitas pabrik ditentukan sebesar 15.000 ton/thn.

#### 1.5 Lokasi Pabrik

Penentuan Lokasi Pabrik steroid terutama di tinjau dari penyediaan bahan baku rumput laut (*Sargassum sp*), kemudian sumber bahan pendukung dan pasaran produk.

Dari semua alternative tersebut, maka dipilih Makassar tepatnya pada PT. KIMA (Kawasan Industri Makassar) sebagai Lokasi Pendirian Pabrik. Pada PT KIMA tersedia utilitas yang besar, transportasi bahan baku dan produk lancar serta disekitarnya tersedia banyak buruh.



BAB II

SPESIFIKASI BAHAN/PRODUK  
DAN DESKRIPSI PROSES





## BAB II

### SPEKIFIKASI BAHAN/PRODUK DAN DESKRIPSI PROSES

#### 2.1. Bahan Baku

##### 2.1.1 Sergassum Sp

Bentuk	: Padat (tumbuhan)
Warna	: Coklat
Devisi	: Phaeophyta
Kelas	: Phaeophyceae
Bangsa	: Fucales
Suku	: Sargassaceae
Marga	: Sargassum
Jenis	: Sargassum Spinosium

##### 2.1.2 Pelarut (Bensen)

Rumus molekul	: $C_6H_6$
Titik didih, $^{\circ}C$	: 80,100
Titik beku, $^{\circ}C$	: 5,533
Densitaas, pada 25 $^{\circ}C$ gr/ml	: 0,8737
Tekanan uap pada 26 $^{\circ}C$	: 100
Viskositas(absolut), 20 $^{\circ}C$ , cp	: 0,6468
Temperatur krisis, $^{\circ}C$	: 289,45

Tekanan kritis, atm : 48,6

Panas penguapan (pada 80-100°C, kkal/mol): 8,090

Kelarutannya dalam air adalah 0,180gr/100 gr air pada 25°C.

## 2.2 Produk

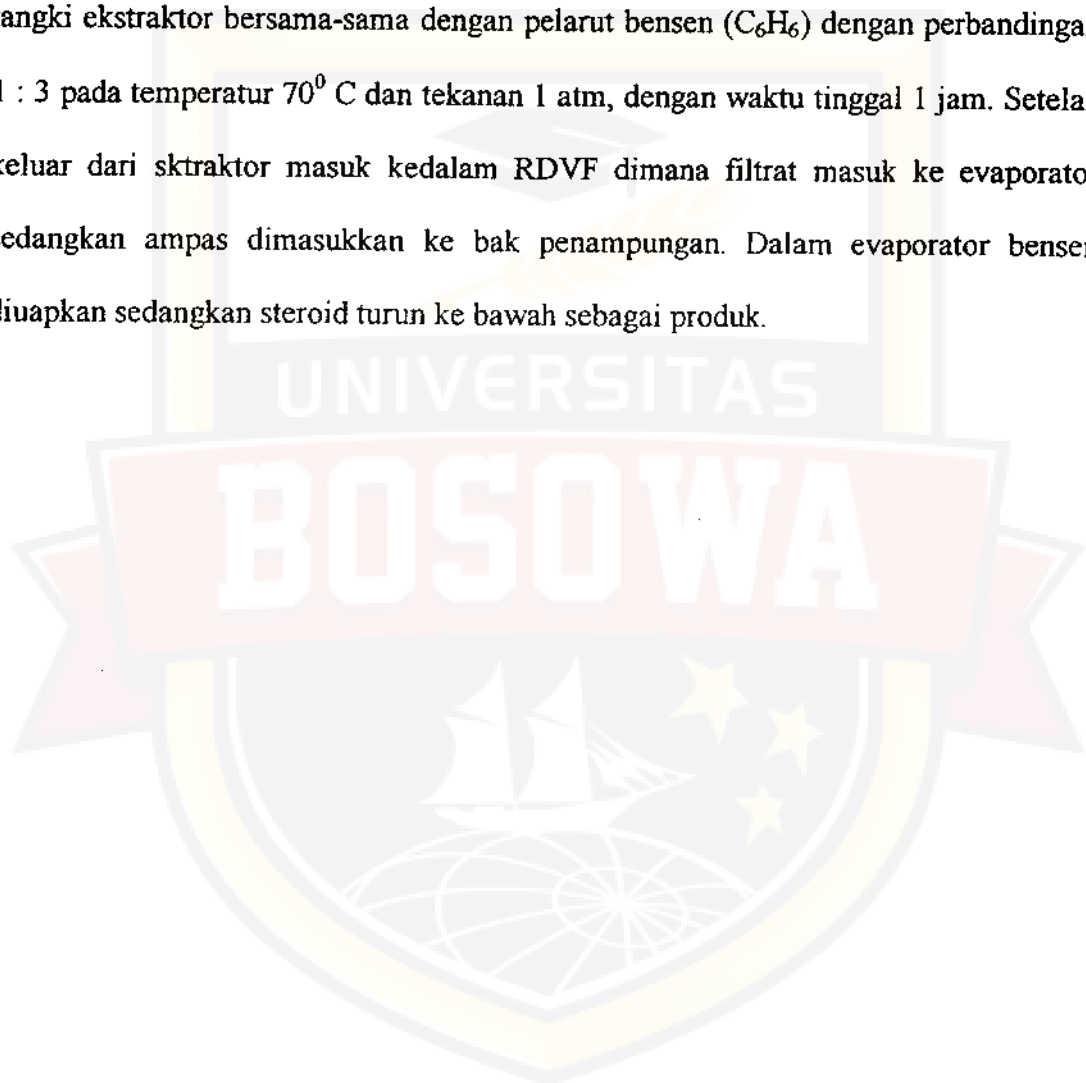
### 2.2.1. Steroid

Rumus molekul	: $C_{27}H_{45}OH$
Berat molekul	: 404,65 kg/kg mol
Spesifik gravitasi	: 1,067
Titik lebur, °C	: 144
Titik didih, °C	: tinggi sekali (pada 300°C ter- jadi dekomposisi)
Kapasitas panas (15°C)	: 0,387 kal/g°C
Bentuk	: Padat
Warna	: Putih
Densitas	: 1073,24 kg/m <sup>3</sup>
Kelarutan	: Dalam air : $0,26 \cdot 10^{-20}$
	Alkohol : $1,1 \cdot 10^{-17}$
	Ether : 18 gr/100 gr ether
	Benzen : 78 gr/100 gr benzen

### 1.6 Proses Utama

Proses pembuatan steroid dari alga coklat (*Sargassum Sp*) dilakukan dengan cara :

Alga kering dengan kadar air 5 % yang telah siap diproses dimasukkan kedalam tangki ekstraktor bersama-sama dengan pelarut bensen ( $C_6H_6$ ) dengan perbandingan 1 : 3 pada temperatur  $70^0$  C dan tekanan 1 atm, dengan waktu tinggal 1 jam. Setelah keluar dari sktraktor masuk kedalam RDVF dimana filtrat masuk ke evaporator sedangkan ampas dimasukkan ke bak penampungan. Dalam evaporator bensen diuapkan sedangkan steroid turun ke bawah sebagai produk.





BAB III

NERACA MASSA DAN PANAS

BOSOWA

## BAB III

## NERACA MASSA DAN PANAS

## A. NERACA MASSA

Satuan : kg/jam

1. Ball Mill

<u>Masuk</u>		<u>Keluar</u>
- Air	: 11585,660	- Air : 11585,660
- Steroid	: 2317,132	- Steroid : 2317,132
- Zat padat	: 217810,408	- Zat padat : 217810,408
Total	: 231713,200	Total : 231713,200

2. Ekstraktor

<u>Masuk</u>		<u>Keluar</u>
- Air	: 11585,660	- Air : 11585,660
- Steroid	: 2317,132 ?	- Steroid : 2085,419
- Zat padat	: 217810,408	- Zat padat : 218042,121
- C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	: 695139,600	- C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> : 695139,600
Total	: 926852,800	Total : 926852,800

3. ROTARY DRUM VAKUM FILTER (RDVF)

<u>Masuk Feed</u>		<u>Keluar Refinat</u>	
Steroid	= 2085,419	Steroid	= 2,085
Air	= 11585,660	Air	= 11,586
Zat Padat	=218042,121	Zat Padat	= 218042,121
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= <u>695139,600</u>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= <u>695,140</u>
Total	=926852,800	Total	= 218750,932
<u>Ekstrak</u>			
		Steroid	= 2083,333
		Air	= 11574,075
		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= <u>694444,460</u>
		Total	= 708101,868
		Total	= 926852,800

4. EVAPORATOR

<u>Masuk Feed</u>		<u>Keluar Refinat</u>	
		<u>Produk Atas</u>	
Steroid	= 2085,333	Air	= 8333,334 ✓
Air	= 11574,075	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= 694444,460 ✓
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= <u>694444,460</u>	<u>Produk Bawah</u>	
Total	=708101,868	Steroid	= 2083,333
		Air	= <u>3240,741</u>
		Total	= 708101,868 } ?

5. ROTARI DRYER

<u>Masuk</u>		<u>Keluar</u>	
Steroid	= 2083,333	Steroid	= 2083,333
Air	= <u>3240,741</u>	Air	= 42,404
Total	= 5324,074	Air yang menguap	= <u>3198,337</u>
		Total	= 5324,074



**B. NERACA PANAS**

Satuan : kkal/jam

1. Ekstraktor

<u>Panas Masuk</u>		<u>Panas keluar</u>	
Zat padat	= 1.728.325,587	Steroid	= 36.317,572
Air	= 57.928,300	Air	= 521.354,760
Steroid	= <u>4.483,650</u>	Zat padat	= 32.099.808,870
Total	= 1.970.737,537	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= 14.139.139,460
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= 1.442.414,670	Steroid sisa	= 4.035,282
Steam	=43.567.503,670	Total	= <u>46.800.655,880</u>

Total panas masuk : 46.800.665.880

2. Evaporator

Steroid	= 36281,244	Air	= 303.009,284
Air	= 520.833,375	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= <u>18.183.315,930</u>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= <u>14.125.000,321</u>	Total	= 18486325,210
Total	= 14.682.114,940	Steroid	= 44.343,743
Panas Steam	= 4.026.794,764	Air	= 178240,755
Total Panas Masuk	= 18.708.909,700	Total	= 222584,498

Total Panas Keluar = 18.708.909,700



3. Kondensor

<u>Panas Masuk</u>		<u>Panas keluar</u>	
Air	= 303009,284	Air	= 124768,530
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= <u>18183315,930</u>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= 499287,760
Total Panas Masuk	= 18486325,210	Beban Kondensor	= <u>17862268,920</u>
		Total panas keluar	= 18468325,210

4. Cooler Heat Exchanger

<u>Panas Masuk</u>		<u>Panas keluar</u>	
Air	= 458333,370	Air	= 41666,670
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= <u>1768428,170</u>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= <u>1440792,255</u>
Total Panas Masuk	= 18142361,540	Total	= 1482638,952
		Beban Cooler	= <u>16659722,620</u>
		Total panas keluar	= 18142361,540

5. Rotary Dryer

<u>Panas Masuk</u>		<u>Panas keluar</u>	
Panas bahan masuk	= 20234,954	Panas bahan keluar	= 3037,767
Panas udara masuk	= <u>143106,391</u>	Panas udara keluar	= <u>133003,578</u>
Total Panas Masuk	= 163341,345	Total panas keluar	= 163341,345



BAB IV

SPESIFIKASI PERALATAN

BOSOWA

## BAB IV

### SPEKIFIKASI PERALATAN

#### 1. Spesifikasi Belt Conveyor

Kode	: BC
Fungsi	: - Mengangkut alga kering dari gudang ke ball mill - Mengangkut bubuk alga dari ball mill ke silo
Panjang belt conveyor	: 15 m = 49,213 ft
Kapasitas	: 23, 17132 ton/jam
Power	: 1 Hp
Jumlah belt conveyor	: 3 buah

#### 2. Spesifikasi Ball Mill

Kode	: BM
Fungsi	: Menggiling rumput laut menjadi bubuk
Diameter x lebar	: 3 x 2 ft
Ball load	: 1000 lb
Kecepatan	: 30 rpm
Kapasitas Kerja	: 23, 17132 ton/24 jam
Power motor	: 8 Hp
Jumlah	: 1 buah



**3. Spesifikasi Silo :**

Nama alat	: Silo penampungan
K o d e	: S
Fungsi	: Menampung alga bubuk dari ball mill
Volume bahan	: 5690, 54 m <sup>3</sup> /hari
Diameter	: 9 m
Tinggi tangki	: 18 m
Type	: silinder tegak dengan tutup bawah konis
Jumlah	: 1 buah

**4. Spesifikasi Tangki Penampungan Benzen**

Kode	: TP - 01
Fungsi	: Menampung benzen sebagai solvent
Type	: Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk dishead dan tutup bawah flat.
Bahan	: Stainless Steel SA - 334 Grade C
Volume	: 1632,05 m <sup>3</sup> /hari
Tinggi	: 6,71 m
Diameter	: 11,14 m
Tebal silinder	: Tebal tutup atas = 2,3 mc
Tebal tutup bawah	: 0,21 m

Kebutuhan : 13 buah

### 5. Spesifikasi Tangki Ekstraktor

Kode : T – E

Fungsi : Untuk mengekstrak steroid dari alga dengan menggunakan benzen.

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk dishead dan tutup bawah konis

Bahan : Stainless steel SA – 334 Frade C

Volume : 64,5125 m<sup>3</sup>

Tinggi : 4,9127 m

Diameter : 4 m

Tebal silinder = tebal konis = 0,00348

Tebal tutup atas : 0,129 inc

Kebutuhan : 3 buah

Pengaduk

- Type : Paddle
- Power pengaduk : 27,8457 Hp
- Diameter : 1,363 m
- Tinggi impeller dari dasar tangki : 13,419 m

Jacket :

- Luas penampang : 21,2815 ft<sup>2</sup> = 6,4866 m

- Diameter : 6,5415 ft = 1,9939 m
- Tinggi : 1,0361 ft = 0,3158 m

**6. Spesifikasi Tangki Penampung Keluar Ekstraktor**

- Kode : TP - 02
- Fungsi : Menampung hasil yang keluar dari tangki ekstraktor
- Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk dished dan tutup bawah flat.
- Volume : 286,798 m<sup>3</sup>/hari
- Tinggi : 10 m
- Diameter : 6,244 m
- Tebal Silinder : Tebal tutup atas = 2,6 inc
- Tebal tutup bawah : 0,54 inc
- Kebutuhan : 4 buah

**7. Spesifikasi Rotary Drum Vakum Filter**

- Kode : RDVF
- Fungsi : Memisahkan ekstrak dan rafinat
- Kapasitas : 5491,353 lb/ft<sup>3</sup> jam
- Laju air filtrat : 12,2188 gallon/menit ft<sup>2</sup>
- Power rotary filter : 1,86 Hp = 1,39 kW
- Power motor : 2,325 Hp = 1,73 kW

Kebutuhan : 2 buah

#### 8. Spesifikasi Tangki Penampung Keluar RDVF

Kode : TP - 03

Fungsi : Menampung hasil yang keluar dari RDVF

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk dished dan tutup bawah flat.

Volume : 78,063 m<sup>3</sup>/hari

Tinggi : 6 m

Diameter : 4 m

Tebal Silinder : Tebal tutup atas = 0,216 inc

Tebal tutup bawah : 10,251 inc

Kebutuhan : 4 buah

#### 9. Spesifikasi Evaporator

Fungsi : Menguapkan benzen dari steroid

Type : Evaporator berjaket

$W_{\text{Steam}}$  : 1560656,517 lt/jam = 708101,868 kg/jam

$W_{\text{feed}}$  : 14571,542 lb/jam = 6611,408 kg/jam

$Q_{\text{Masuk}}$  : 58258632,080 lb/jam = 14,682114940 kg/jam

T = LMTD : 76,39°C

A : 29,813 ft<sup>2</sup> = 9,087 m<sup>2</sup>

Diameter tangki : 5,518 m  
Tangki silinder : 8,277 m  
Bahan kontaksi : Karbon steel SA-333 Grade C  
Jumlah : 4 Buah

**10. Spesifikasi Tangki Penampung Keluar Evaporator**

Kode : TP - 04  
Fungsi : Menampung steroid yang keluar dari evaporator  
Kontruksi : Beton bertulang  
Jumlah : 1 Buah  
Dimensi bak :  
- Lebar : 10 m  
- Tinggi : 3 m  
- Panjang : 0,086 m  
- Lama penampungan : 1 hari

**11. Spesifikasi Kondensor**

Fungsi : Mengembangkan hasil atas kolom evaporator  
Type : 1 - 2 condesor (horizontal)  
Tekanan : 1 atm  
Suhu bahan masuk :  $100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$   
Suhu bahan keluar :  $25^{\circ}\text{C} = 77^{\circ}\text{C}$



Laju alir uap	: 697685,201 kg/jam = 1537698,183 lb/jam
Suhu pendingin masuk kondesor	: 25°C = 80 °F
Suhu pendingin keluar kondesor	: 80°C = 176 °F
Q	: 70837,043660 BTU/jam = 17862,268930 kkal/jam
A	: 73,8088 ft <sup>2</sup> = 22,4972 m <sup>2</sup>
Uc	: 159,96 BTU/jam. Ft <sup>2</sup> .°F
U <sub>D</sub>	: 100,2 BTU/jam Ft <sup>2</sup> .°F
R <sub>D</sub>	: 0,023 jam Ft <sup>2</sup> .°F/BTU
Ukuran shell	:
ID	: 3 in
Ukuran tube =	
Jumlah tube	: 9 buah
Jumlah pass	: 4 buah
Pitch	: Pitch segitiga 15/lb inc
Panjang tube	: 8 ft
BWG	: 16
OD	: ¾ inc
Jumlah	: 1 buah

## 12. Spesifikasi Dekanter

Kode	: DK
Fungsi	: Untuk memisahkan benzen dan air

Volume bahan	:	789,230 m <sup>3</sup> /jam
Volume tangki	:	876,92 m <sup>3</sup> /jam
Diameter	:	9,2 m
Tinggi tangki	:	14 m
Type	:	Silinder tegak dengan tutup bawah berbentuk konis
Jumlah	:	1 buah

### 13. Spesifikasi Screw Conveyor

Kode	:	S - C
Fungsi	:	Mengangkut steroid menuju rotary drayer
Kapasitas	:	22958,334 lb/jam
Panjang	:	10 m = 32,808 ft
Power motor	:	8,151 HP = 6,08 kW
Kebutuhan	:	1 buah

### 14. Spesifikasi Rotary Dryer

Kode	:	RD
Fungsi	:	Mengeringkan steroid basah hingga kadar air 2%
Type	:	Counter Current Indirect head Rotary Dryer
Bahan	:	Carbon steel
Kapasitas	:	11734,259
Diameter	:	8,0961 ft

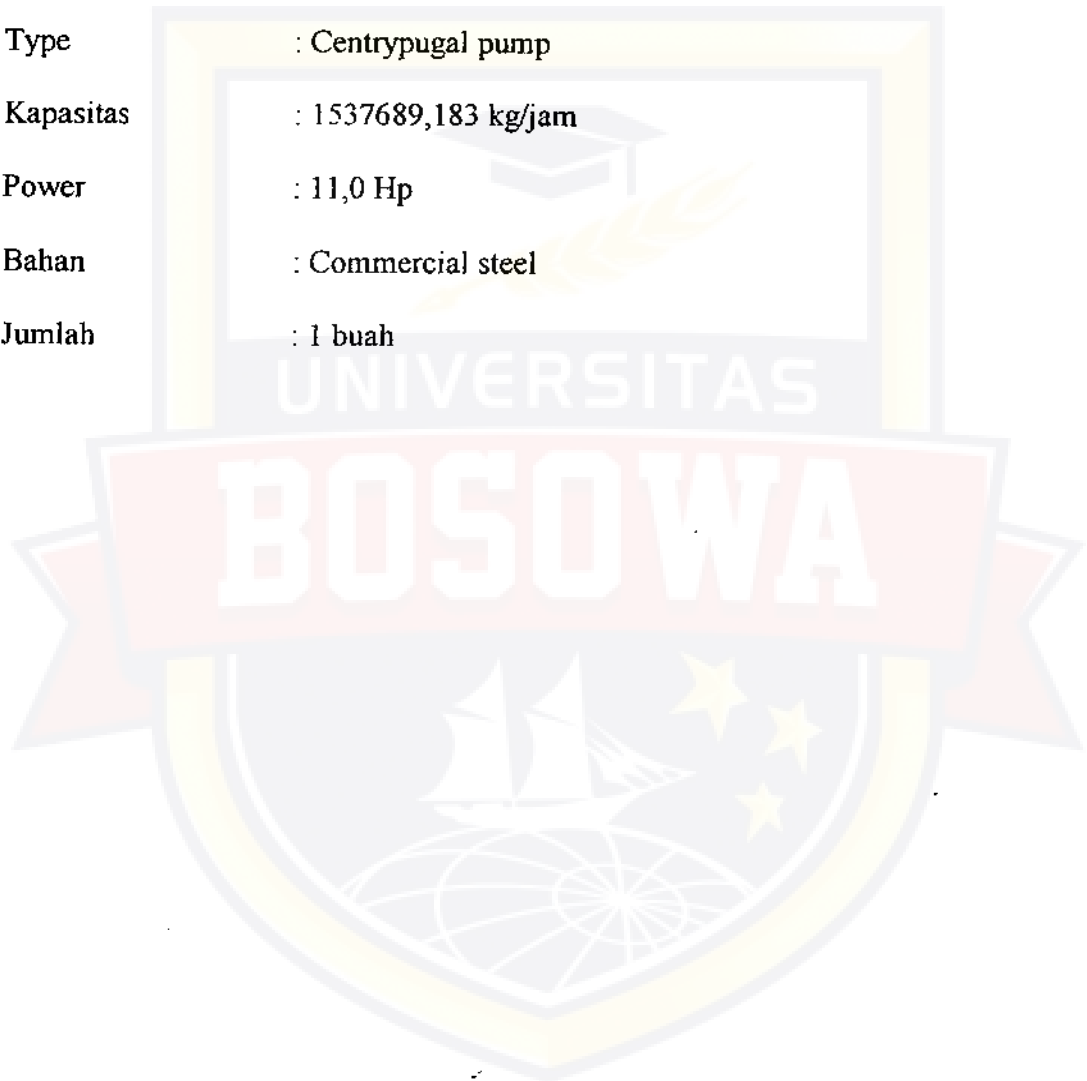
Panjang : 19,025  
Power : 40,9667 HP  
Kebutuhan : 1 buah

**15. Spesifikasi Pompa**

1. Kode : P - 01  
Fungsi : Mengalirkan larutan bensen ke tangki ekstrator  
Type : Centrypugal pump  
Kapasitas : 695139,600 kg/jam = 1532087,678 lb/jam  
Power : 6,4 HP  
Bahan : Commercial steel  
Jumlah : 1 buah
2. Kode : P - 02  
Fungsi : Memompa larutan campuran kapiler press  
Type : Prumatically - dryer diafargma pump  
Kapasitas : 2042783,571 lb/jam  
Power : 11,5 HP  
Bahan : Commercial steel  
Jumlah : 1 buah

3. Pompa (P – 03)

- Kode : P – 03
- Fungsi : Memompa benzen kembali ke tempat penampungan  
(TP – 01)
- Type : Centrypugal pump
- Kapasitas : 1537689,183 kg/jam
- Power : 11,0 Hp
- Bahan : Commercial steel
- Jumlah : 1 buah





*BAB V*  
*INSTRUMENTASI DAN*  
*KESELAMATAN KERJA*

**BOSOWA**

## BAB V

### INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

#### 5.1 INSTRUMENTASI

Instrumentasi merupakan alat kontrol yang digunakan untuk mengawasi suatu proses produksi, bahkan salah satu bagian yang amat penting dalam suatu industri kimia. Selain mengawasi instrumen juga mengatur dan mencatat kondisi operasi menurut kondisi yang dikehendaki dan selalu dalam keadaan optimum, juga apabila terjadi penyimpangan-penyimpangan selama proses berlangsung akan segera diketahui, sehingga pengendalian maupun perbaikannya selama beroperasi harus dijaga sebab dengan terpenuhinya kondisi tersebut dapat dihasilkan produk yang optimum.

Penggunaan instrumentasi dalam industri kimia bertujuan untuk mengatur serta mengontrol variabel proses seperti temperatur, tekanan, aliran, level dan lain-lain. Sistem kontrol dijalankan dengan memakai peralatan antara lain :

1. Penunjuk sesaat (indicating)
2. Pencatat data secara kontinone (recording)
3. Pengontrol (controling)

Dengan menggunakan alat-alat kontrol (instrumentasi) tersebut diharapkan dapat :

1. Proses produksi dapat berjalan sesuai dengan batas-batas operasi yang telah ditentukan optimasinya, sehingga dapat diperoleh hasil yang optimum.

2. Proses produksi berjalan sesuai dengan efisien yang telah ditentukan, dengan demikian umur ekonomis dari peralatan proses lebih terjamin.
3. Mengetahui dan melokalisasi kerusakan/penyimpangan-penyimpangan dari kondisi operasi masing-masing maka dapat dengan cepat diketahui dan dapat dilakukan tindakan untuk mengetahui sedini mungkin.
4. Mengukur semua kondisi operasi pada aliran atau peralatan seperti temperatur, tekanan, laju airdan tinggi permukaan (level).

Pada umumnya pengendalian peralatan proses (instrumentasi) dapat dibedakan berdasarkan proses kerja sebagai berikut :

1. Proses Otomatis

Instrumentasi diatur pada kondisi tertentu. Jika terjadi penyimpangan variabel yang dikontrol maka secara langsung instrumen bekerja secara otomatis, untuk mengembalikan variabel tersebut pada kondisi yang telah ditentukan. Instrumen jenis ini biasanya bekerja sebagai pengendali (controller).

2. Proses semi otomatis/manual

Pada proses alat ini hanya mencatat perubahan-perubahan yang terjadi bila ada penyimpangan yang dikontrol, perubahan-perubahan yang terjadi dapat secara manual untuk mengembalikan variabel tersebut pada kondisi yang ditetapkan. Instrumen ini biasanya bekerja sebagai pencatat (recording) atau penunjuk (indicator).

Untuk menentukan instrumen yang diperlukan dalam suatu peralatan perlu ditinjau kondisi input atau seperti kondisi operasi yang menjadi persyaratan.

Pemilihan serta pemakaian instrumen harus menguntungkan, baik ditinjau dari segi proses maupun segi ekonomis. Kriteria-kriteria tersebut meliputi :

1. Mudah dalam pengoperasian
2. Mudah dalam perbaikan dan peralatan
3. Harga relatif murah dengan kualitas yang memadai
4. Penyimpangan yang mungkin terjadi dengan cepat dapat terdeteksi.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan instrumentasi, adalah :

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

Sistem pengendalian otomatis yang diperlukan dasarnya terdiri atas :

### **1. Sensing Element/Primary Element**

Alat ini merupakan peralatan yang menunjukkan adanya perubahan dari variabel yang diukur.

### **2. Element Pengontrol**

Alat ini merupakan element yang mengadakan harga-harga perubahan dari variabel yang ditunjukan oleh sensing element dn diukur oleh element pengukur untuk mengatur sumber tenaga yang sesuai dengan perubahan yang terjadi. Tenaga diatur dapat berupa tenaga mekanis maupun tenaga elektrik.



### **3. Element Pengukur**

Alat ini merupakan elemen yang sebenarnya merubah output dari elemen primer/sensing element dan melakukan pengukuran termasuk alat-alat pencatat dan alat penunjuk.

### **4. Element Pengontrol Akhir**

Alat ini merupakan elemen yang sebenarnya merubah input kedalam proses sehingga variabel yang diatur/diukur tetap berada didalam range/jangkauan yang diizinkan.

### **5. Keselamatan Kerja**

Keselamatan kerja adalah suatu hal yang mendapat perhatian yang serius dalam proses industri. Oleh sebab itu proses operasi suatu pabrik dapat berjalan lancar apabila para karyawannya dalam keadaan selamat dan sehat dalam menjalankan tugas.

Secara umum keselamatan kerja diartikan sebagai suatu usaha untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, dimana bebas dari kecelakaan, bebas dari kebakaran dan bebas dari penyakit kerja. Keselamatan kerja harus mendapat perhatian khusus dalam merencanakan suatu pabrik. Jaminan keamanan terhadap kemungkinan bahaya akan menjamin produktivitas kerja yang baik, kerana itu karyawan dapat bekerja dengan tenang dan penuh dengan konsentrasi pada pekerjaannya, bahkan keselamatan kerja perlu sekali mendapat untuk tujuan kemanusiaan, ekonomi, sosial dan hukum.

Didalam merencanakan peralatan, tata letak peralatan maupun tata letak ruangan harus diperhatikan atau diperkirakan segi keselamatan kerjanya. Disamping itu perlu diadakan penerangan dan peraturan serta peringatan demi keselamatan bersama antar karyawan.

Jadi dalam proses keselamatan kerja ini diperlukan kesadaran dan perhatian terhadap pencegahannya, agar jangan sampai terjadi hal-hal yang menimbulkan kerugian baik karyawan maupun kerja perusahaan.

Secara umum ruang lingkup dari keselamatan kerja meliputi :

1. Mencegah dan mengurangi kecelakaan, kebakaran dan penyakit akibat kerja.
2. Mengamankan instalasi, alat-alat produksi dan bahan produksi.
3. Menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman.

Kecelakaan kerja menimbulkan kerugian baik harta maupun nyawa, sedangkan penyebab utama dari keselamatan kerja adalah :

- Tindakan yang membahayakan
- Kondisi yang menyebabkan timbulnya bahaya

Kedua penyebab ini disebabkan oleh kegagalan manusia yang meliputi :

- Pendekatan terhadap bawahan dan atasan
- Pembinaan yang baik
- Pengawasan yang ketat
- Pemberian sanksi bila melanggar instruksi keselamatan dan tanda-tanda bahaya.

Bila urutan pencegahan di atas belum juga berhasil maka dilanjutkan dengan pembinaan, demikian seterusnya. Sebagai alternatif dalam pemberian sangsi, sedangkan untuk mencegah yang disebabkan oleh kondisi yang berbahaya diprioritaskan sesuai dengan tingkat bahaya yang terjadi, yaitu :

1. Menghilangkan sumber bahaya
2. Melokalisasi sumber bahaya
3. Mengendalikan bahaya
4. Memakai alat pelindung diri (protektor/masker) sebagai alternatif terakhir.

Pada umumnya bahaya yang dapat ditimbulkan dalam suatu pabrik disebabkan antara lain :

### **1. Bahaya Kebakaran dan Ledakan**

Kemungkinan-kemungkinan yang dapat dicegah atau dikurangi dengan perencanaan tata letak peralatan dan ruangan yang baik, serta pemilihan bahan konstruksi yang memadai dan kondisi operasi sesuai dengan yang direncanakan. Selain itu juga harus disediakan alat-alat untuk kebakaran, pemasangan alarm/tanda bahaya, serta konstruksi beton pada penguat dinding disekitar alat yang mudah meledak.

### **2. Bahan Kimia**

Perlu diperhatikan bahaya-bahaya kimia yang dapat membahayakan kesehatan maupun keselamatan para karyawan, khususnya terhadap bahan-bahan yang bersifat racun, merusak kulit bila tersentuh, mudah terbakar maupun meletak

atau terbakar dan cara pencegahannya. Penempatan-penempatan tangki penyimpanan, serta pembuatan parit-parit di sekita tangki perlu diperhatikan.

### **3. Bahaya Karena Bangunan**

Bangunan dan peralatan proses yang direncanakan harus diatur sedemikian rupa untuk mencegah timbulnya bahaya, selain itu perlu diperhatikan pula hal-hal sebagai berikut :

- Memberi pagar pengaman untuk peralatan yang berputar
- Memberi cukup penerangan terhadap daerah yang dianggap berbahaya
- Memberi penjelasan yang cukup kepada para pekerja akan bahaya-bahaya yang mungkin ditimbulkan oleh peralatan proses.

### **4. Bahaya Karena Listrik**

Gangguan listrik terutama disebabkan oleh terjadi hubungan pendek, kelebihan beban arus dan kurang terpeliharanya mesin-mesin. Adapun cara-cara pengamanan yang dapat dilakukan, adalah :

- Memberi tanda bahaya pada daerah yang bertegangan tinggi agar para pekerja bekerja dengan hati-hati.
- Mengadakan kontrol yang cukup baik terhadap peralatan maupun kabel-kabel listrik.
- Menjauhkan dari tempat yang mudah terbakar seperti pengelasan dan lain sebagainya.

Dari segi perencanaan usaha-usaha yang diperhatikan antara lain :

1. Perpipaan di atas tanah sedikitnya dipasang pada ketinggian dua meter, sedangkan perpipaan yang terletak di permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalulintas pekerja.
2. Sistem pemadam kebakaran harus sesuai dengan sirkulasi arus proses, sehingga apabila terjadi kebakaran, api akan mudah dilokalisasi dengan cepat.
3. Jaringan listrik pada daerah proses diberikan isolasi khusus yang tahan panas.
4. Permukaan yang panas diberikan isolasi secukupnya, begitu juga bagian mesin yang bergerak diberikan kerangka penutup yang sesuai.
5. Mencegah kebocoran pada sistem perpipaan dengan gasket (packing) yang memadai.
6. Pada daerah proses yang rawan dipasang papan yang mudah terlihat oleh karyawan.
7. Pada peralatan yang tinggi diberikan penangkal petir.
8. Untuk pemakaian bahan-bahan yang beracun supaya digunakan pelindung terhadap kemungkinan keracunan.
9. Dipasang alarm atau tanda bahaya, berguna apabila terjadi bahaya dapat diketahui serta adanya tempat berkumpul para karyawan.
10. Disediakan poliklinik yang sarasanya memadai untuk pertolongan pertama pada kecelakaan.



Tindakan pencegahan untuk menghindari timbulnya hal-hal yang tidak diinginkan, tindakan preventif yang harus dilakukan untuk mengurangi atau

mencegah kecelakaan kerja. Menurut peraturan keselamatan kerja secara umum perlu diperhatikan antara lain :

### **1. Tanda-Tanda Mekanis**

Tanda-tanda ini disediakan untuk mencegah pekerja agar terhindar dari kecelakaan. Tanda ini tidak boleh dipindahkan, kecuali apabila diadakan reparasi alat dan harus ditempatkan kembali seperti semula apabila reparasi selesai.

### **2. Kebersihan**

Apabila pabrik bersih dan rapi jauh dari bahaya. Kotoran-kotoran sampah pabrik jangan dibiarkan tertimbun. Alat-alat dan mesin harus dalam kondisi bersih dan lantai harus bersih pula. Bahan-bahan persediaan harus disimpan dalam tempat yang aman, jauh dari pipa-pipa panas, serta tidak menghalangi jalan besar maupun jalan kecil. Peralatan janganlah diletakkan di atas mesin yang tinggi. Singkirkanlah papan yang telah dipakai pada tempat yang telah ditentukan dan lepaskanlah paku-paku. Pasanglah tanda-tanda disekitar lubang dan yang mengganggu jalan. Pakaian dan makanan disimpan di tempat yang telah ditentukan.

Oleh karena itu, meskipun dari segi perencanaan kemungkinan terjadi bahaya diusahakan sekecil mungkin, namun faktor manusia dan kesadaran para karyawan sangat berperan dalam keselamatan kerja. Maka perlu disiapkan program latihan untuk menghadapi keadaan bahaya. Dengan adanya latihan secara periodik tentunya kesadaran karyawan akan selalu ditingkatkan.

### **Pengertian Pengendalian Otomatis**

Pengendalian secara otomatis lebih terinci dan spesifikasi digunakan sebagian besar oleh para ahli rancang.

Instrumen yang digunakan dalam pabrik steroid adalah :

a. Lever Control (LC)

Merupakan suatu peralatan yang ditempatkan pada batas atau tinggi cairan yang dikehendaki pada alat utama dan dihubungkan dengan katup pengeluaran cairan pelarut, sehingga cairan yang dibutuhkan tetap konstan sesuai yang diinginkan.

b. Pressure Control (PC)


Pengendalian tekanan yang diperlukan pada sebagian besar sistem penanganan uap atau gas. Metode pengendalian tergantung dari sifat proses.

c. Temperatur Control (TC)

Pengendalian suhu diperlukan untuk menstabilkan suhu pada suatu alat sesuai dengan kebutuhan suhu pada alat itu.

d. Flow Control (FC)

Pengendalian arus biasanya berkaitan dengan daya tampung dalam suatu tangki penyimpanan atau peralatan lainnya. Dimana dalam hal ini harus ada wadah atau resevoir untuk menyedot perubahan laju arus cairan yang berlebihan.



*BAB VI*  
*UTILITAS*

**BOSOWA**



## BAB VI

### UTILITAS

Utilitas merupakan sarana penunjang untuk berlangsungnya kegiatan proses suatu pabrik karena pada unit ini merupakan bagian yang cukup vital dari pabrik tersebut untuk kelancaran produksinya. Kebutuhan yang direncanakan dari pabrik tersebut meliputi :

1. Unit kebutuhan air
2. Unit kebutuhan stiem
3. unit kebutuhan listrik
4. unit kebutuhan bahan bakar

#### 6.1 Unit kebutuhan air

Kebutuhan air berguna sebagai air pendingin keperluan kantor dan lain-lain.

Kebutuhan air untuk pabrik di peroleh dari sungai, setelah lebih dahulu diadakan waste treatment.

Proses pengaliran air secara total sebanyak = 1.409.485,951 kg/jam

Perhitungan dari unit kebutuhan air dapat dilihat pada lampiran D.

Proses pengolahan air (waste treatment).

Air sungai dipompakan dan dialirkan ke bak penampungan air kemudian di alirkan masuk ke bak pengendapan.

a. Tahap pengendapan

Pada tahap ini lumpur-lumpur yang terikut di endapkan sedangkan air akan mengalir secara overflow menuju ketahap pengumpulan.

b. Tahap penggumpalan

Dalam bak ini air yang mengalir dari bak pengendapan secara overflow akan terbentuk flok-flok lumpur dan kotoran karena adanya pemakaian koagulan ( $\text{Al}_2\text{SO}_4$ )

c. Tahap penyaringan

Tujuan dari tahap ini adalah untuk memisahkan dan mengendapkan partikel halus yang menyatu dengan air. Dari bak ini air akan dipompa ke bak penampungan air pendingin serta ke bak penyaringan guna untuk menyaring kotoran yang belum terendapkan kemudian air dialirkan ke bak air bersih.

Dari bak air bersih kemudian air ditempatkan ketangki ion exchanger dan untuk digunakan sebagai air sanitasi.

Air yang tersimpan pada tangki air lunak akan dialirkan masuk ketangki penampungan air umpan boiler.

## 6.2 Unit Kebutuhan Steam

unit kebutuhan steam ini bertujuan untuk sebagai media pemanas.

Kebutuhan steam yang akan digunakan adalah :  $74.593,430 \text{ kg/jam} = 6877,685 \text{ lb/jam}$

### 6.3. Unit Kebutuhan Listrik.

Listrik berguna sebagai penggerak peralatan seperti pompa, motor proses dan sebagai alat penerangan pada pabrik dan kantor.

Kebutuhan Listrik antara lain :

1. Kebutuhan listrik untuk alat proses =37,285n kw
2. Kebutuhan listrik untuk alat utilitas =26,1 kw
3. Kebutuhan listrik untuk penerangan

<u>Perumahan, bengkel dan lain-lain</u>	=300 kw
Total	=363,385 kw

### 6.4. Unit Kebutuhan bahan bakar

Bahan bakar yang digunakan diesel oil

Spesifikasi peralatan (perhitungan lihat pada lampiran D)

#### 1. Generator

Fungsi : untuk membangkitkan tenaga listrik

Kapasitas : 500 kwatt

Kebutuhan bahan bakar : 111,13 lb/jam

Jumlah : 1 Buah

Power : 1707000 btu/jam

#### 2. Tangki penyimpanan bahan bakar

Nama alat : Tangki penampung bahan bakar

Type : Silinder tegak

Kapasitas : 10,846008 M<sup>3</sup>

Diameter : 2,39 m

Bahan konstruksi	: Carbon steel
Tinggi	: 2,39 m
Jumlah	: 1 buah

Spesifikasi alat proses pengolahan air (waste treatment).

1. Bak penampungan air sungai

Fungsi : Menampung air sungai pada tahap pendahuluan dengan mengendapkan partikel-partikel berat dalam air yang berasal dari sungai.

Bentuk : Empat persegi panjang

Panjang : 26,2 m

Lebar : 15,92m

Tinggi : 2,62m

Bahan konstruksi : Beton bertulang

Kapasitas : 187,5 m<sup>3</sup>

Jumlah : 10 buah

2. Tangki larutan tawas

Fungsi : Menyediakan larutan tawas ( $Al_2(SO_4)_3$ ) untuk di campur ke dalam aliran air yang masuk ketangki koagulasi.

Kapasitas : 43,2 m<sup>3</sup>

Bentuk : Silinder tegak bropengaduk

Diameter : 3,66 m

Tinggi silinder : 4,4 m  
 Diameter konis : 1,83 m  
 Tinggi konis : 1,83 m  
 Jumlah : 1 buah

Pengaduk :

Jenis impeler : Marine propeller dengan 3 blade  
 Diameter : 1,22 m  
 Metaran : 60 rpm  
 Efisiensi motor : 80 %  
 Power : 1 Hp  
 Bahan : Baja carbon  
 Jumlah : 1 buah

3. Tangki Larutan Kapur

Fungsi : Menyediakan larutan kapur untuk di injeksikan ke dalam tangki koagulan.  
 Bentuk : Silinder tegak berpengaduk  
 Kapasitas : 450 m<sup>3</sup>  
 Diameter : 7.99 m  
 Tinggi tangki : 7.99 m  
 Diameter konis : 3,975 m  
 Tinggi konis : 3,995 m  
 Jumlah : 1 buah

Pengaduk :

Jenis : Marineee Propeller dengan 3 blade

Diameter : 2,663 m

Putaran : 60 rpm

Power : 2 Hp

Efisiensi motor : 80 %

Bahan : Baja carbon

Jumlah : 1 buah

## 4. Tangki koagulasi

Fungsi : Menjernihkan air dengan mengendapkan partikel-partikel yang telah menggumpal setelah ditambahkan koagulan (tawas dan larutan kapur).

Bentuk : Silinder tegak dengan tutup bawah berbentuk konis.

Kapasitas : 900 m<sup>3</sup>

Diameter tangki : 10,7 m

Tinggi tangki : 10,7 m

Diameter konis : 5,35 m

Tinggi konis : 5,35 m

Bahan : Baja carbon

Jenis pengaduk : Skraber bridge

Fungsi : Mengumpulkan partikel-partikel kecil

Diameter pengaduk : 8,02 m

Putaran : 0,033 rpm

Power : 1Hp

Efisiensi motor : 80 %

Jumlah : 5 Buah

5. Sand filter

Fungsi : Untuk menyaring partikel-partikel yang melayang yang tidak terendapkan pada tangki koagulasi.

Bentuk : Silinder tegak

Volume : 92,25 m<sup>3</sup>

Diameter : 4,13 m.

Tinggi : 8,26 m

Jumlah : 1 buah

6. Bak Penampungan Air Bersih

Fungsi : Menampung air bersih yang keluar dari penyaringan pasir

Bentuk : Empat persegi panjang

Kapasitas : 4.320 m<sup>3</sup>

Panjang : 41,6 m

Lebar : 24,96 m

Tinggi : 4,16

Bahan : Beton bertulang

Jumlah : 1 buah

7. Tangki Kation

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh adanya garam-garam kation

Bentuk : Silinder tegak dengan bed resin

Kapasitas : 359,5896 gpm

Tinggi : 1,24 m

Diameter : 0,62 m

Bahan : Stainless stell

Jumlah : 1 buah

8. Tangki Anion Ekscainger

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh garam mineral anion.

Bentuk : Silinder tegak

Kapasitas : 394,1532 gpm

Tinggi : 1,24 m

Diameter : 0,62 m

Bahan : Stainless stell

Jumlah : 1 buah

9. Tangki Larutan NaOH

Fungsi : Menyediakan larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion ekscainger.

Bentuk : Silinder tegak berpengaduk.



Kapasitas	: 77,9520 m <sup>3</sup>
Tinggi tangki	: 6,03 m
Diameter	: 4,02 m
Bahan	: Baja carbon
Jenis Impoller	: Marine propellor dengan 3 blade
Diameter	: 1,334 m
Putaran	: 60 rpm
Efisiensi	: 80 %
Power	: 1 Hp
Jumlah	: 1 buah

#### 10. Tangki Larutan NaCl

Fungsi	: Menyediakan larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation ekscainger.
Bentuk	: Silinder tegak berpengaduk.
Kapasitas	: 282,48 m <sup>3</sup>
Diameter tangki	: 6,17 m
Tinggi Tangki	: 9,225 m
Bahan	: Baja carbon
Jenis Impoller	: Marine propellor dengan 3 blade
Diameter	: 2,057 m
Putaran	: 60 rpm
Efisiensi	: 80 %

Power : 1 Hp  
Jumlah : 1 Buah

#### 11. Tangki Penampungan Air Lunak

Fungsi : Menampung air lunak dari unit pelunakan air untuk umpan boiler  
Bentuk : Silinder tegak  
Kapasitas : 432,59 m<sup>3</sup>  
Tinggi : 10,725 m  
Diameter : 7,15 m  
Bahan : Baja carbon  
Jumlah : 5 Buah

#### 12. Tangki Clorinasi

Fungsi : Untuk menghilangkan bakteri yang terdapat dalam air dengan menggunakan gas chlor.  
Bentuk : Silinder tegak  
Kapasitas : 10,125 m<sup>3</sup>  
Diameter : 2,345 m  
Tinggi : 2,814 m  
Bahan : Stainless Steel  
Jumlah : 1 Buah

#### 13. Tangki Penampungan Air Sanitasi

Fungsi : Menampung air untuk keperluan sanitasi.

- Bentuk : Silinder tegak
- Kapasitas : 97,2 m<sup>3</sup>
- Diameter : 4,98 m
- Tinggi : 5,976 m
- Bahan : Stainless Steel
- Jumlah : 1 Buah

14. Bak Penampungan Air Pendingin

- Fungsi : Menampung air pendingin.
- Bentuk : Empat persegi panjang
- Kapasitas : 3834,77 m<sup>3</sup>
- Panjang : 39,8 m
- Lebar : 23,88 m
- Tinggi : 3,98 m
- Bahan : Beton bertulang
- Jumlah : 10 Buah

15. Pompa Air Sungai

- Fungsi : Untuk mengalirkan air sungai menuju bak penampungan/pengendapan.
- Jenis : Pompa configural
- Kapasitas : 75.000 kg/jam
- Diameter : 0,505 Hp
- Power pompa : 5,6 Hp

Power motor : 7 hp

Jumlah : 1 buah

**Spesifikasi unit pengadaan steam**

**Boiler (ketel uap)**

Fungsi : Untuk menghasilkan / pengadaan

Jenis : Fire pire boiler.

Kapasitas : 165.161,35 lb/jam

Efisisensi : 80 %

Power : 5,07 hp

Bahan : Carbon stell

Jumlah : 1 Buah

**Pompa bahan bakar**

Fungsi : Mengalirkan bahan bakar dari tangki penampungan ke boiler

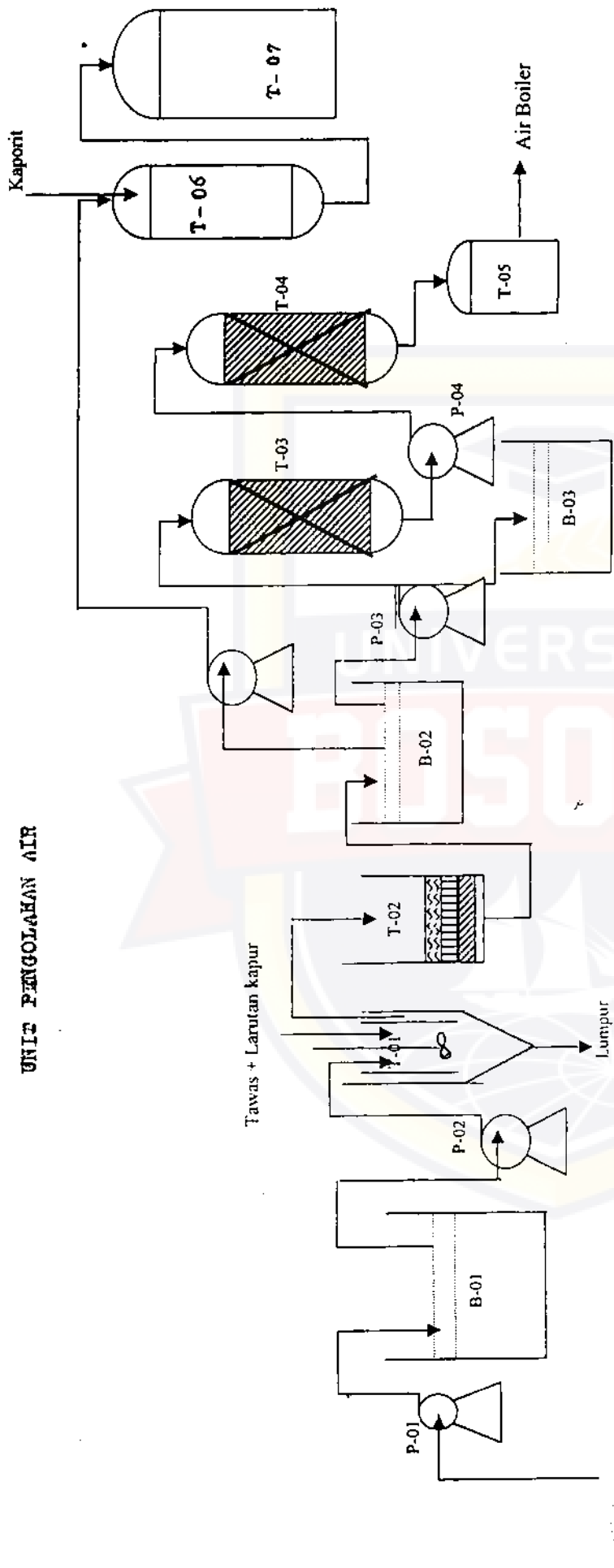
Jenis : Contrifugal

Power : 1 Hp

Bahan konstruksi : carbon stell

Jumlah : 1 Buah

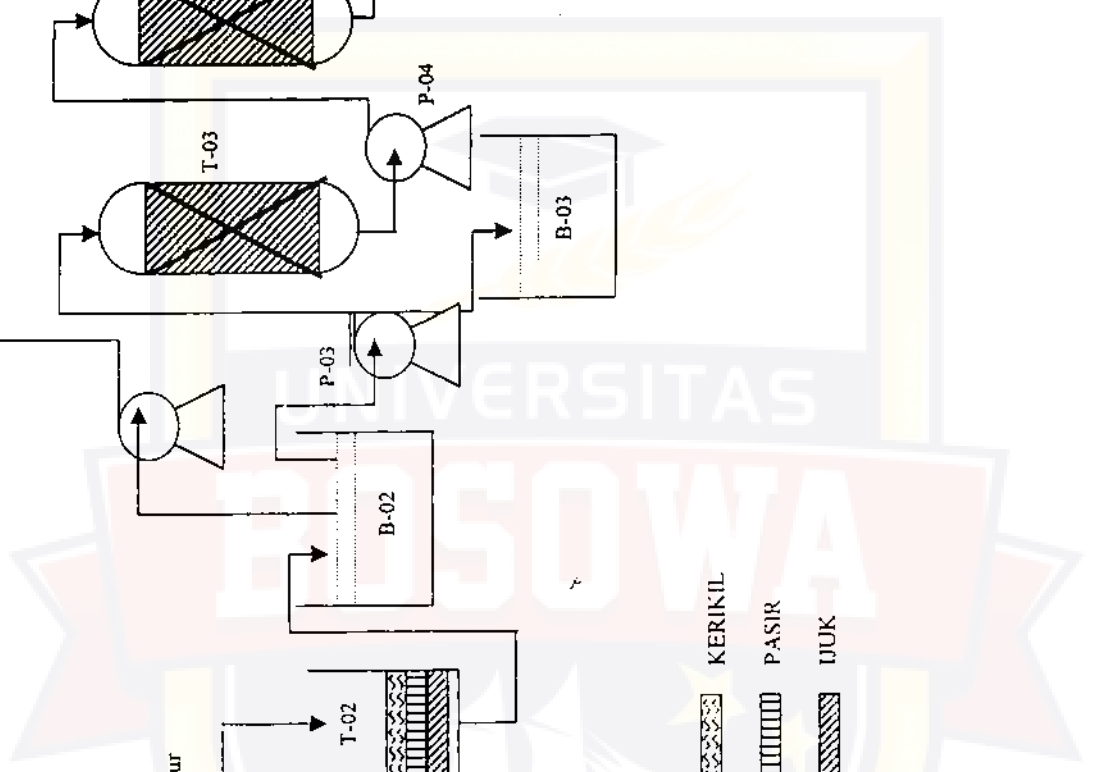
UNIT PENGOLAHAN AIR




Tawas + Larutan kapur

Lumpur

- KERIKIL
- PASIR
- LUK



KODE	KETERANGAN
B - 01	Bak Penampungan Air Sungai
B - 02	Bak Penampungan Air Bersih
B - 03	Bak Penampungan Air Pendingin
B - 04	Tangki Koagulasi
T - 02	Bak Saud Filter
T - 03	Tangki Kation Exchanger
T - 04	Tangki Anion Exchanger
T - 05	Tangki Air Lunak
T - 06	Tangki Klorinasi
T - 07	Tangki Air sanitasi
P	Pompa



BAB VII

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

**BOSOWA**



---

## BAB VII

### LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

#### 7.1. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pada suatu pabrik sebaiknya perlu ditinjau terlebih dahulu faktor-faktor yang mempengaruhi letak dari pabrik tersebut, karena besar sekali pengaruhnya bagi perkembangan lokasi pabrik di kemudian hari. Oleh karena itu dalam menentukan lokasi pabrik perlu pertimbangan beberapa faktor yang mempengaruhi, maka pabrik ini akan didirikan di sekitar Kawasan Industri Makassar Sulawesi Selatan.

Beberapa faktor yang dapat digunakan pada penentuan lokasi pabrik yang dianggap penting antara lain:

#### 1. Faktor Utama

##### A. Bahan Baku

Persediaan bahan baku dalam suatu pabrik, adalah merupakan salah satu faktor penentu dalam memilih lokasi yang tepat. Dilihat dari segi bahan baku yang digunakan maka suatu perencanaan pabrik itu sebaiknya didirikan di daerah dimana sumber bahan baku tersedia, dengan demikian masalah pengadaan dapat ditinjau mengenai bahan baku sebagai berikut:

- \* Dimana letak sumber bahan baku
- \* Kapasitas sumber bahan baku
- \* Bagaimana cara memperoleh dan cara pengangkutan ke lokasi pabrik



- \* Mengenal kualitas bahan baku yang ada, apakah umumnya memenuhi syarat.
- \* Bagaimana kemungkinan-kemungkinan untuk mendapatkan sumber yang lain apakah masih ada bahan lain yang dapat sebagai bahan pengganti.

#### B. Pemasaran

Konsumen steroid antara lain industri kimia, industri obat-obatan dan lain-lain. Untuk jalur pemasaran, lokasi tersebut cukup strategis. Karena aktivitas industri-industri konsumen steroid tersebut banyak di wilayah ini. Sekitar Sulawesi dan wilayah lain yang dapat dilalui dengan transportasi laut maupun udara, terlebih lagi untuk keperluan ekspor, sehingga pendapatan negara melalui devisa dari luar negeri meningkat.

Hal-hal yang perlu diperhatikan di sini:

- \* Di mana hasil produksi dapat dipasarkan
- \* Berapa kemampuan daya serap pasar dan bagaimana pemasarannya di masa yang akan datang.
- \* Pengaruh saingan yang ada
- \* Jarak pasaran dan lokasi pabrik serta bagaimana caranya untuk mencapai daerah pemasaran tersebut.

#### C. Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Sumber tenaga listrik untuk keperluan pabrik ini disuplai tenaga listrik dari PLN. Bahan bakar untuk keperluan generator dapat diperoleh dengan mudah dari unit-unit pemasaran dan Pertamina di sekitar kota Makassar.

Mengenai tenaga listrik dan bahan bakar sehubungan pemeliharaan lokasi pabrik yang perlu diperhatikan adalah:

- \* Bagaimana kemungkinan pengadaan terhadap tenaga listrik di daerah lokasi serta kemungkinan tenaga listrik di daerah lokasi serta kemungkinan memperolehnya dari PLN.
- \* Berapa tenaga listrik dan bahan bakar
- \* Kemungkinan terjadi polusi udara

#### D. Sumber Air

Dalam pabrik ini faktor air merupakan faktor yang sangat penting, selain itu air digunakan untuk kebutuhan proses sanitasi, air pencuci, air minum, pendingin.

Sumber air dapat diperoleh dari 2 (dua) macam cara yaitu:

- \* Langsung dari sumber air (sungai)
- \* Dari perusahaan air minum

Apabila kebutuhan air sangat cukup besar maka air dari sumber air (sungai) adalah efisien, walaupun segi persediaan air terpenuhi tetapi harus diperhatikan juga antara lain:

- \* Sampai berapa jauh sumber itu dapat melayani pabrik
- \* Bagaimana kualitas air yang dapat disediakan
- \* Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air.

## 2. Faktor Khusus

### A. Transportasi

Kelancaran transportasi sangat dibutuhkan utamanya dalam penyediaan bahan baku serta pemasaran produk. Lokasi pabrik yang dekat dengan jalan raya dan pelabuhan sangat mendukung kelancaran pemenuhan kebutuhan bahan baku pemasaran produk.

### B. Tenaga

Tenaga kerja kasar diambil dari sekitar pabrik, sedangkan tenaga ahli diambil dari PTN dan PTS yang ada di Makassar, karena tenaga kerja kasar diambil di daerah sekitar pabrik, diharapkan adanya pabrik ini dapat meningkatkan kesejahteraan penduduk sekitarnya.

### C. Buangan Pabrik

Berdasarkan bahan baku serta proses yang digunakan di pabrik ini maka limbah atau buangan pabrik ini berasal dari:

- \* Proses pencucian bahan baku
- \* Ampas dari penyaringan

### D. Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah

Berdasarkan peraturan pemerintah dan peraturan daerah propinsi Sulawesi Selatan khususnya Makassar sebagai pusat perdagangan kawasan timur Indonesia dengan pertumbuhan ekonomi yang cukup baik tentunya bertekad menciptakan iklim investasi yang baik. Salah satu indikatornya

adalah dibangunnya beberapa kawasan industri yang menunjang industri-industri seperti Kawasan Industri Makassar (KIMA)

#### E. Lingkungan Masyarakat

Lingkungan sosial disekitar pabrik juga akan mempengaruhi kelangsungan pabrik. Berdasarkan pengamatan lingkungan disekitar pabrik ini memiliki sarana dan fasilitas yang memungkinkan kehidupan karyawan, seperti sarana pendidikan, sarana hiburan, sedangkan jarak ke pusat-pusat kota juga tidak jauh, sehingga memungkinkan pula terpenuhinya kebutuhan akan hiburan. Keadaan lingkungan masyarakat sekitar pabrik yang masih sangat dipengaruhi nilai-nilai agama, akan mengurangi ancaman serta gangguan yang dapat mempengaruhi kelancaran dan kelangsungan hidup pabrik.

### 7.2. Tata Letak Pabrik

Dasar perencanaan tata letak pabrik adalah untuk mempermudah/ memperoleh bentuk tata letak yang memberikan efisiensi tinggi dalam suatu kegiatan operasi serta meliputi keselamatan dan keamanan pabrik.

Dalam perencanaan tata letak pabrik, tujuan yang hendak dicapai adalah:

1. Memberi garis kerja bagi karyawan
2. Memberi efisiensi kerja bagi karyawan
3. Memberikan keselamatan kerja yang lebih baik
4. Memudahkan pemeliharaan dan perbaikan.

5. Menekan biaya produksi serendah mungkin.

Untuk mencapai hal-hal tersebut, maka banyak faktor yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Cara meletakkan peralatan harus sedemikian rupa sehingga mempermudah pemeliharaan
2. Diusahakan alat yang sejenis dikumpulkan menjadi satu kelompok sesuai dengan fungsinya.
3. Jarak peralatan satu dengan lainnya harus diatur sedemikian rupa, sehingga aman dalam pengoperasiannya.
4. Faktor keselamatan kerja harus diperhatikan, agar bahaya dapat dihindarkan.
5. Efisiensi pabrik baik dari penghematan energi, tenaga kerja maupun tempat maka tidak dilakukan pemisahan antara unit proses dengan lainnya.
6. Pengaturan ruangan agar memudahkan pengontrolan terhadap pengoperasian pabrik.
7. Distribusi, penanganan bahan baku serta power diupayakan seefisien mungkin.
8. Tata letak bangunan harus memungkinkan untuk pengembangan pabrik pada masa-masa mendatang.
9. Sistem perpipaan tidak boleh mengganggu kegiatan pekerja serta harus diberikan perbedaan warna yang jelas untuk masing-masing proses sehingga mempermudah pengontrolan dan perawatan.

Tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah (area) utama yaitu:



1. Daerah proses
2. Daerah penyimpanan/storage
3. Daerah pemilihan/perawatan pabrik dan bangunan
4. Daerah administrasi
5. Daerah persediaan
6. Daerah perluasan
7. Daerah pabrik/pelayanan pabrik
8. Jalan raya

➤ Daerah Proses

Daerah ini merupakan daerah proses penyusunan perencanaan-perencanaan tata letak peralatan, berdasarkan aliran proses. Daerah proses ini diletakkan ditengah-tengah pabrik sehingga memudahkan pengawasan dan perbaikan pada alat-alat.

➤ Daerah proses

Daerah ini merupakan tempat penyimpanan yang sudah siap untuk dipasarkan.

➤ Daerah penyimpanan

Daerah ini merupakan tempat penyimpanan yang sudah siap untuk dipasarkan.

➤ Daerah pemilihan/perawatan pabrik dan bangunan

Daerah ini merupakan kegiatan perbaikan/perawatan peralatan, terdiri dari beberapa bengkel untuk melayani permintaan perbaikan dari pabrik dan bangunan.

➤ Daerah utilitas

Daerah ini merupakan tempat penyediaan keperluan pabrik yang berupa air, steam dan listrik.

➤ Daerah administrasi

Merupakan kegiatan administrasi pabrik dalam mengatur operasi pabrik serta kegiatan-kegiatan lainnya.

➤ Daerah persediaan

Daerah ini terletak di samping daerah operasi yang berguna mencegah bahaya api.

➤ Daerah perluasan

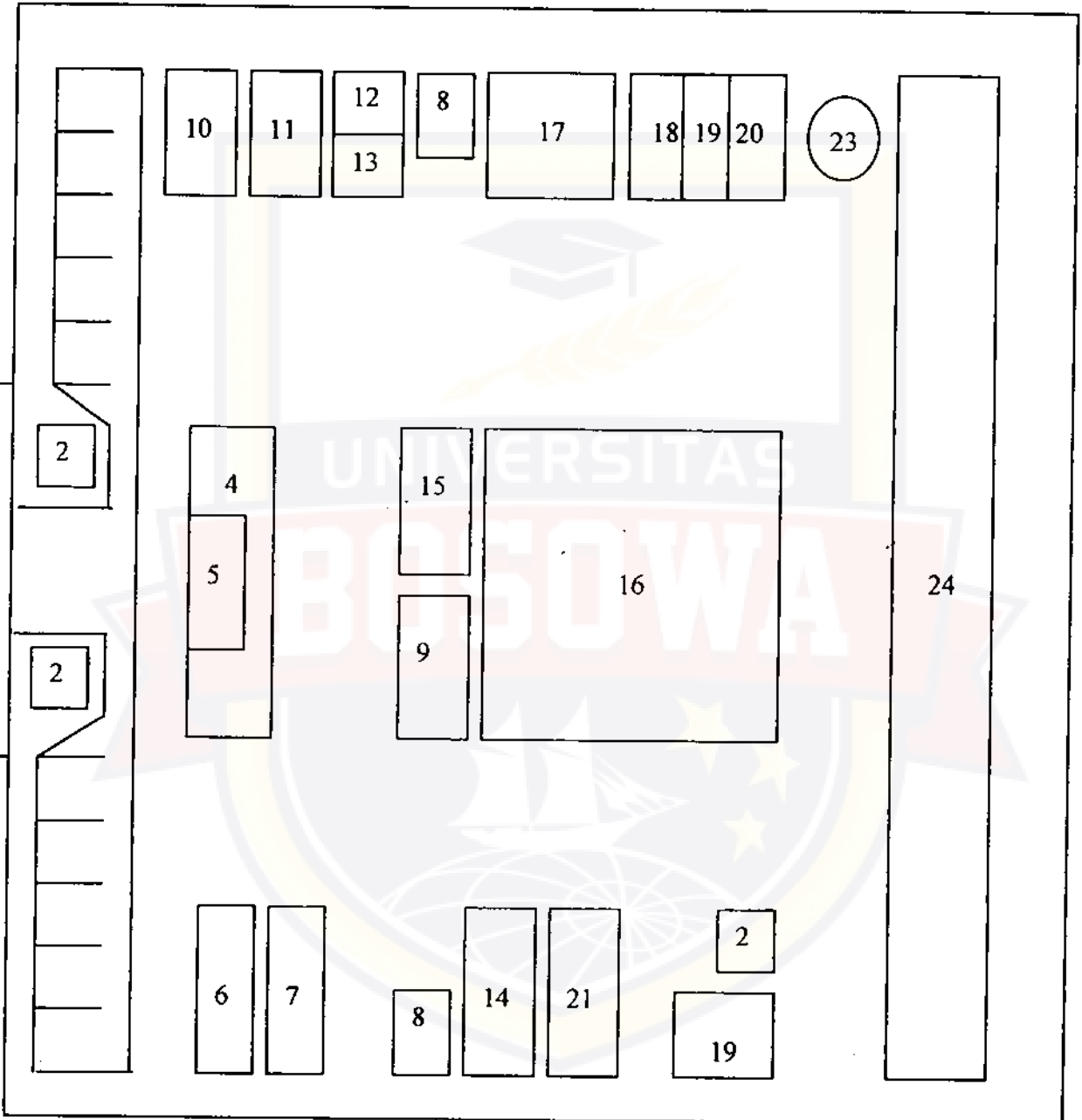
Digunakan untuk keperluan pabrik di masa mendatang, daerah perluasan ini terletak dibagian belakang pabrik mengingat pembuatan produk

Tabel 7.1 Tata Letak Bangunan

No	Ruangan/Tempat	Luas (M <sup>2</sup> )
1	Pintu gerbang	10
2	Pos keamanan	9
3	Parkir karyawan dan tamu	165
4	Kantor	500
5	Ruang tamu	25
6	Ruang pertemuan	225
7	Perpustakaan	40
8	Toilet umum	15
9	Laboratorium	225
10	Mushollah	36
11	Poliklinik	36
12	Kantin	30
13	Koperasi	30
14	Gudang produk	65
15	Ruang kontrol	51
16	Daerah proses	2925
17	Daerah utilitas	1250
18	Ruang pembangkit listrik	150
19	Gudang alat	800
20	Bengkel	140
21	Gudang bahan baku	70
22	Unit generator	150
23	Tangki bahan bakar	15
24	Daerah perluasan	900
25	Jalan dan halaman	8690
	Total	16552



TATA LETAK PABRIK



## BAB VII

### LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

#### 7.1. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pada suatu pabrik sebaiknya perlu ditinjau terlebih dahulu faktor-faktor yang mempengaruhi letak dari pabrik tersebut, karena besar sekali pengaruhnya bagi perkembangan lokasi pabrik di kemudian hari. Oleh karena itu dalam menentukan lokasi pabrik perlu pertimbangan beberapa faktor yang mempengaruhi, maka pabrik ini akan didirikan di sekitar Kawasan Industri Makassar Sulawesi Selatan.

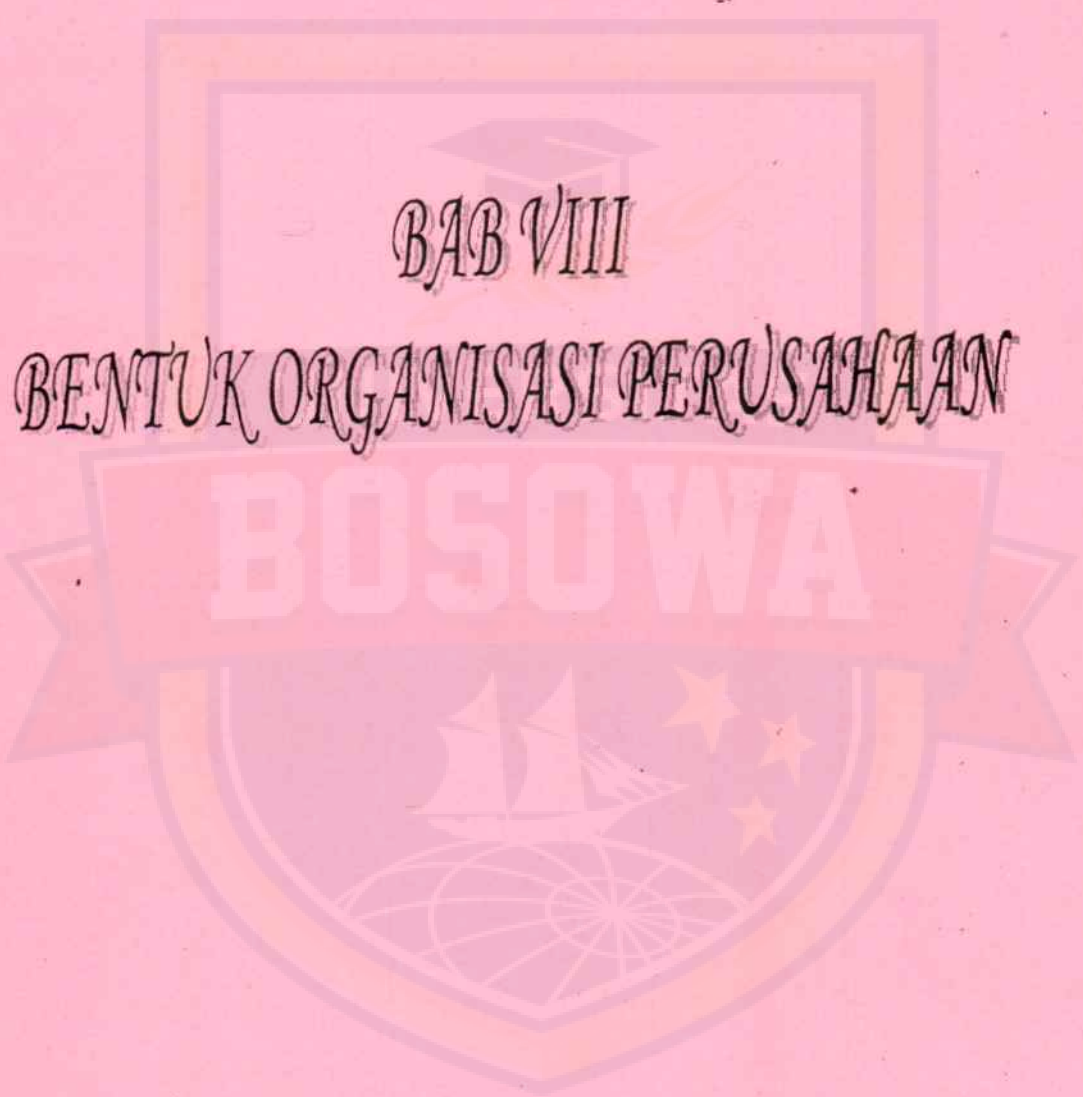
Beberapa faktor yang dapat digunakan pada penentuan lokasi pabrik yang dianggap penting antara lain:

#### 1. Faktor Utama

##### A. Bahan Baku

Persediaan bahan baku dalam suatu pabrik, adalah merupakan salah satu faktor penentu dalam memilih lokasi yang tepat. Dilihat dari segi bahan baku yang digunakan maka suatu perencanaan pabrik itu sebaiknya didirikan di daerah dimana sumber bahan baku tersedia, dengan demikian masalah pengadaan dapat ditinjau mengenai bahan baku sebagai berikut:

- \* Dimana letak sumber bahan baku
- \* Kapasitas sumber bahan baku
- \* Bagaimana cara memperoleh dan cara pengangkutan ke lokasi pabrik



BAB VIII

BENTUK ORGANISASI PERUSAHAAN

**BOSOWA**

## BAB VIII

### BENTUK ORGANISASI PERUSAHAAN

Keberhasilan suatu perusahaan sangat tergantung pada bentuk dan struktur organisasinya. Dalam rangka memperoleh hasil yang baik dalam mengelola suatu perusahaan, diperlukan pemilihan bentuk dan struktur organisasi yang sesuai.

#### 8.1 Umum

Bentuk Perusahaan	:	PT (Perseroan Terbatas)
Nama Perusahaan	:	PT. Steroid Makassar
Status Perusahaan	:	PMDN
Lokasi	:	Kawasan Industri Makassar Propinsi Sulawesi Selatan

#### 8.2 Bentuk Perusahaan

Direncanakan perusahaan ini akan mempunyai badan hukum Perseroan Terbatas (PT) dengan modal dari kredit bank dan penjualan saham perusahaan.

Alasan pemilihan bentuk perusahaan ini didasarkan beberapa faktor, antara lain :

- A. Mudahnya mendapat modal
- B. Tanggungjawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang berkaitan dengan kelancaran perusahaan dikendalikan oleh pemimpin perusahaan.
- C. Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan.

D. Kelangsungan hidup dari perusahaan tidak terpengaruh terhadap berhentinya pemegang saham, direksi dan karyawan.

### 8.3 Sistem Perusahaan

Pabrik Steroid yang akan didirikan merupakan usaha dan status perseroan terbatas (PT). Untuk mendapatkan suatu sistem perusahaan yang baik, ada beberapa azas yang dapat dijadikan sebagai pedoman antara lain :

- Perumusan tujuan organisasi
- Pendelegasian tugas dan kekuasaan
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Organisasi yang fleksibel
- Kapasitas pabrik

Dengan didasarkan pada asas-asas di atas, maka digunakan struktur bentuk organisasi sistem garis. Dalam sistem ini hanya terdapat satu otoritas yaitu otoritas garis.

Otoritas garis adalah seorang atasan mempunyai satu atau lebih atasan, sedangkan bawahan hanya mempunyai satu atasan. Perintah langsung dari atasan kepada bawahan.

Pimpinan pabrik dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab langsung kepada dewan komisaris.

Sedangkan anggota dewan komisaris adalah merupakan wakil dari pemegang saham yang dibentuk dalam rapat umum pemegang saham.

Dalam pelaksanaan pekerja sehari-hari, pemegang saham diwakili oleh dewan komisaris sedangkan pelaksanaannya adalah seorang direktur dan dibantu oleh beberapa kepala bagian yaitu :

- Kepala bagian teknik dan produksi
- Kepala bagian administrasi dan keuangan
- Kepala bagian pengadaan dan pemasaran
- Kepala bagian umum

Dimana masing-masing bagian membawahi beberapa seksi dan dalam pelaksanaan tugasnya, masing-masing kesatuan dalam pimpinan yang merupakan salah satu kebaikan sistem organisasi tetap diperhatikan. Demikian pula kebaikan dalam pembagian pekerjaan yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional.

#### **8.4 Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab**

Pembagian tugas dan tanggungjawab dalam perusahaan ditetapkan sebagai berikut :

##### **8.4.1 Pemegang Saham**

Pemegang saham merupakan kekuasaan tertinggi didalam perusahaan atau orang yang mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Paling sedikit dalam setahun para pemegang saham mengadakan rapat satu kali.

- Mengangkat dan memberikan dewan komisaris
- Mengesahkan hasil-hasil usaha dan neraca perhitungan laba rugi tahunan.

- Membuat peraturan secara umum.

#### 8.4.2 Dewan Komisaris

Pada perusahaan ini dewan komisaris bertindak sebagai wakil pemegang saham yang ditunjukkan dalam rapat untuk pemegang saham serta mengawasi semua kegiatan yang dilakukan oleh pimpinan perusahaan dan menetapkan kebijaksanaan umum yang harus dilaksanakan. Dewan komisaris bertanggung jawab kepada pemegang saham. Tugas dewan komisaris antara lain :

- Menentukan dan memutuskan siapa yang menjabat sebagai direktur dan menetapkan kebijaksanaan perusahaan.
- Menyetujui evaluasi dan menolak tentang hasil-hasil yang diperoleh oleh perusahaan.
- Memberi nasehat kepada direktur, jika direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

#### 8.4.3 Tugas Kepala Bagian dan Seksi-Seksi

##### A. Kepala Bagian Teknik dan Produksi

Bertanggung jawab kepada direktur dalam bidang mutu produksi dan kelancaran produksi.

Kepala bagian produksi membawahi :

- Seksi proses
- Seksi teknik dan pemeliharaan
- Seksi laboratorium

- Seksi utilitas

Tugas seksi proses :

- Mengawasi jalannya proses produksi
- Mengendalikan proses dengan segala peralatan yang ada hingga berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

Tugas seksi teknik dan pemeliharaan :

- Melakukan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
- Mengadakan perbaikan terhadap peralatan pabrik yang mengalami kerusakan serta hal-hal yang berhubungan dengan pekerja teknik lainnya.

Tugas seksi laboratorium :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- Mengawasi dan menganalisa mutu produk.
- Mengawasi hak-hak yang berhubungan dengan limbah industri.
- Melakukan riset dan pengembangan.

Tugas seksi utilitas :

- Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, terutama kebutuhan air dan listrik.
- Melaksanakan dan mengatur sistem pengolahan limbah pabrik.



## B. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Kepala bagian ini bertanggung jawab dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala dalam bidang administrasi dan keuangan ini membawahi :

- Seksi Administrasi
- Seksi kas

Tugas seksi administrasi :

- Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang administrasi dan pembukuan serta masalah perpajakan.

Tugas seksi kas :

- Menghitung penggunaan uang atau harta perusahaan mengamankan keuangan dan membuat perkiraan tentang keuangan dimasa yang akan datang.
- Menghitung perhitungan tentang gaji intensif karyawan.

## C. Kepala Bagian Pengadaan dan Pemasaran

Kepala bagian ini bertanggung jawab pada direktur dalam hal pengadaan bahan baku dan pemasaran produk.

Kepala bagian pengadaan dan pemasaran ini membawahi :

- Seksi pembelian
- Seksi penjualan
- Seksi gudang

Tugas seksi pembelian :

- Melaksanakan pembelian bahan baku dan bahan-bahan peralatan yang diperlukan pabrik
- Mengetahui harga dan mutu bahan baku serta mengelolah pengadaan bahan baku tersebut.

Tugas seksi penjualan :

- Merencanakan daerah penjualan hasil produksi.
- Mengelola sistem penjualan, sehingga pemasaran produk berjalan dengan baik.

Tugas seksi gudang :

- Mengatur dan mengontrol keluar masuknya bahan-bahan atau peralatan yang diperlukan pabrik
- Mengatur dan melaksanakan penjualan produk.
- Membuat laporan berkala mengenai persediaan dan pengeluaran bahan-bahan atau peralatan.

#### D. Kepala Bagian Umum

Kepala bagian umum bertanggung jawab direktur dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala bagian ini membawahi :

- Seksi personalia
- Seksi keamanan dan keselamatan kerja

Tugas seksi personalia :

- Melakukan penerimaan pegawai, membina serta mengatur personil tersebut.
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan disiplin kerja tenang dan dinamis.
- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.
- Mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat diluar lingkungan perusahaan.
- Melakukan pendidikan dan latihan untuk meningkatkan keterampilan dan skill karyawan.

Tugas seksi keamanan dan keselamatan kerja :

- Melakukan pengamanan pabrik, baik itu berupa bahaya dari luar maupun dari dalam
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang dilingkungan pabrik.
- Melakukan pemeliharaan dan pengontrolan alat-alat yang digunakan untuk mencegah terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan.
- Melatih karyawan yang lain mengenai cara-cara penanggulangan kebakaran dan gangguan-gangguan lain.
- Menjaga dan memelihara rahasia yang berhubungan dengan perusahaan.

## 8.5 Jenis Karyawan

Status karyawan dan pabrik ini direncanakan dibagi dalam :

1. Karyawan tetap
2. Karyawan harian
3. Karyawan borongan

### 8.5.1 Karyawan tetap

Karyawan tetap adalah sebagian karyawan terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu direktur utama dalam melaksanakan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik dan produksi maupun administrasi dan keuangan serta karyawan yang diangkat dan diberhentikan berdasarkan surat keputusan dalam segala gaji berdasarkan masa kerja dan kedudukan.

### 8.5.2 Karyawan harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa surat keputusan dan upah yang diterima dihitung perhari kerja (upah harian).

### 8.5.3 Karyawan borongan

Karyawan borongan adalah karyawan yang digunakan pabrik bila diperlukan saja, sifatnya borongan dengan waktu kerja tidak ditentukan pabrik dan mendapat upah sesuai dengan borongan yang diberikan pabrik.

## 8.6 Jadwal Kerja Karyawan

Pabrik ini direncanakan adalah karyawan selama 300 hari pertahun, 24 jam perhari, sedangkan sisa waktu digunakan untuk shut down, pemeliharaan dan perbaikan peralatan pabrik.

Jam kerja karyawan disesuaikan dengan statusdari karyawan, disini dibedakan dua bagian :

- Karyawan tetap (non shift)
- Karyawan ploog (shift)

Karyawan tetap (non shift) adalah karyawan yang tidak langsung menangani pabrik, antara lain : direktur, kepala bagian, kepala seksi dan bawahan yang ada di kantor.

Sedangkan karyawan ploog antara lain adalah karyawan yang lansung menangani produksi, merupakan kelompok kerja yang bekerja bergantian dan biasanya juga masuk pada hari-hari libur.

Yang termasuk karyawan ploog antara lain : operator bagian produksi, sebagian dari bagian teknik dan beberapa dari karyawan bagian gudang dan juga karyawan security.

Pengaturan jam kerja bagi karyawan didasarkan kepada hal-hal sebagai berikut :

- a. Pabrik harus berjalan selama 24 jam/hari.

b. Mempehatikan waktu jam kerja maksimum, yaitu 40 jam dalam satu minggu dan paling sedikit satu hari lembur. Oleh sebab itu dibedakan dalam dua periode waktu kerja terdiri dari :

- Karyawan tetap (non shift)

Bekerja selama 6 hari, mulai dari senin hingga sabtu, sedangkan hari minggu dan hari-hari besar libur.

Senin – Kamis : Pukul 08.00 – 16.00 WIT

Istirahat : Pukul 12.00 – 13.00 WIT

Jumat : Pukul 08.00 – 16.00 WIT

Istirahat : Pukul 11.00 – 13.00 WIT

Sabtu : Pukul 08.00 – 13.00 WIT

- Karyawan shift

Bekerja selama 24 jam tiap hari dan dibagi dalam 3 shift yaitu :

Shift I : Pukul 08.00 – 16.00 WIT

Shift II : Pukul 16.00 – 24.00 WIT

Shift III : Pukul 24.00 – 08.00 WIT

Untuk kelancaran operasi pabrik ini karyawan shift dibagi menjadi 4 regu dengan perincian, 3 regu kerja 1 regu lembur (off), jadwal masing-masing regu dapat dilihat tabel berikut :

Tabel 8.1 Jadwal Kerja Karyawan

Hari ke	Regu I	Regu II	Regu III	Regu IV
1	P	S	M	L
2	P	M	L	S
3	M	L	S	P
4	L	P	S	M
5	S	P	M	L
6	P	M	L	S
7	M	L	P	S
8	L	S	P	M
9	S	P	M	L
10	S	M	L	P
11	M	L	S	P
12	L	S	P	M
13	P	S	M	L
14	P	S	L	M

Keterangan :

P = Pagi : Pukul 08.00 – 16.00 WIT

S = Siang : Pukul 16.00 – 24.00 WIT

M = Malam : Pukul 24.00 – 08.00 WIT

L = Libur

### 8.7 Kesejahteraan/Jaminan Sosial

#### a. Sandang

Pakaian kerja diberikan kepada seluruh karyawan sebanyak dua stel tiap tahun

#### b. Perumahan

Termasuk listrik dan air (ledeng) diperuntukkan pejabat dan tingkat kepala seksi keatas dan tenaga kerja yang dipenting lainnya yang bersangkutan paut dengan proses industri.

c. Kesehatan

Disediakan dokter dan tenaga medis. Pemeriksaan perobatan ditanggung perusahaan (terbatas pada obat-obatan dalam negeri). Bagian karyawan yang menderita sakit ditanggung perusahaan.

d. Cuti Tahunan

Cuti tahunan diberikan selama 12 hari dalam satu tahun dan karyawan yang masih mempunyai hak mendapatkan cuti sakit berdasarkan surat keterangan dokter.

e. Jaminan hari tahunan

Semua karyawan diwajibkan mengasuransikan jiwanya pada asuransi jiwa. Adapun batas umur bekerja 55 tahun, kecuali bila tenaga masih dibutuhkan sehubungan dengan keahliannya, maka karyawan tersebut dapat dipekerjakan lagi.

f. Tunjangan

- Kematian = Karyawan/istri = 5 x gaji pokok
- Perkawinan = 2 x gaji pokok

8.7.1 Struktur Kepegawaian

Dipilih karyawan yang diperlukan sesuai golongan seperti yang terdapat pada tabel berikut :

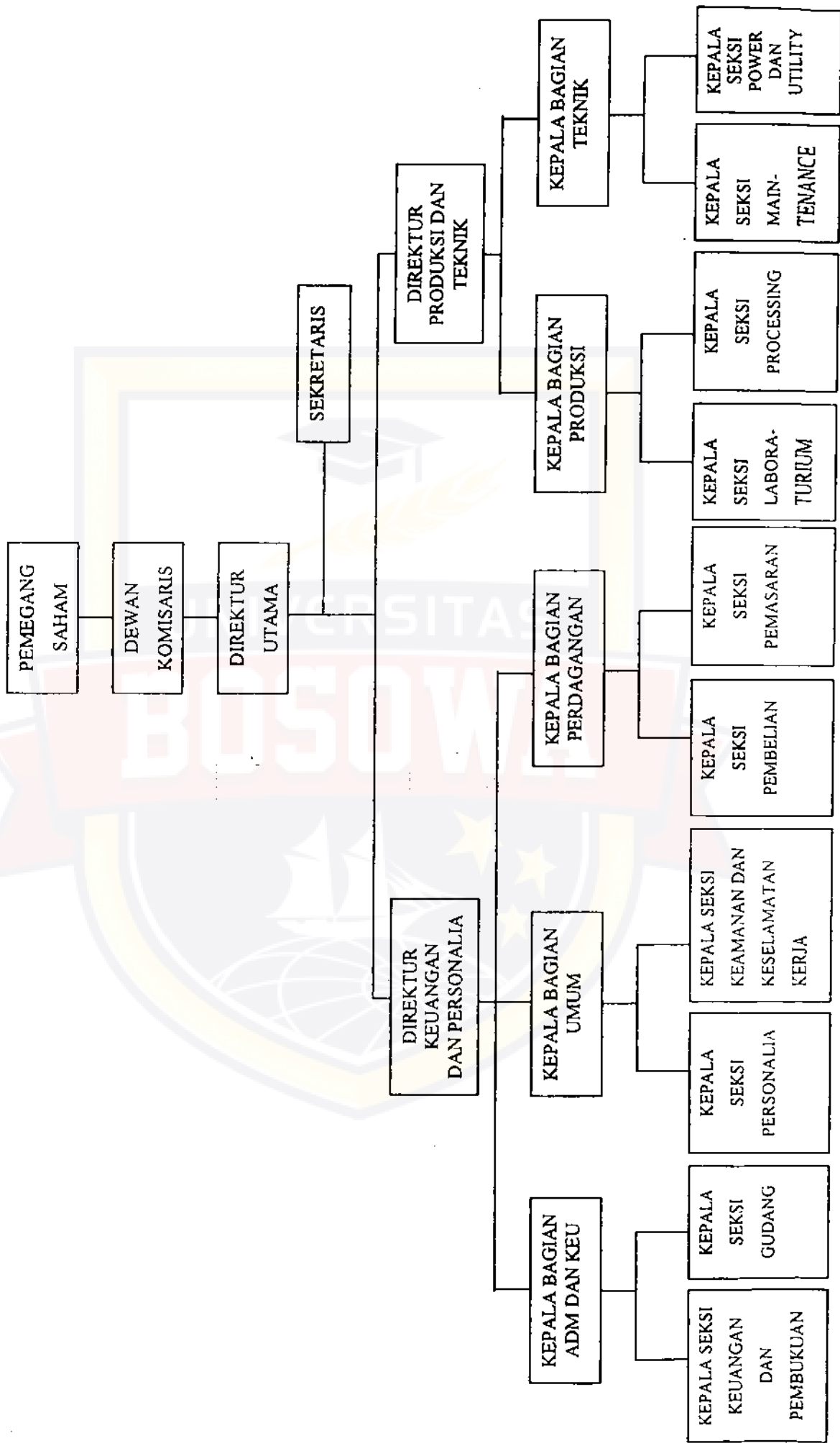



No.	Jabatan	Jumlah (org)	Gol.	Gaji/bln (Rp)	Total (Rp)
1.	Dewan Komisaris	1	I	8.000.000	8.000.000
2.	Direktur Utama	1	I	5.000.000	5.000.000
3.	Direktur Bagian	2	II	2.700.000	5.400.000
4.	Sekretaris	2	IV	800.000	1.600.000
5.	Kepala Bagian	5	III	1.500.000	5.000.000
6.	Kepala Seksi	10	III	1.045.000	10.450.000
7.	Super Visor	5	V	800.000	4.000.000
8.	Kepala Shift	6	VI	750.000	4.500.000
9.	Operator Pabrik	50	VII	650.000	30.000.000
10.	Karyawan	150	VIII	400.000	60.000.000
11.	Sopir	10	IX	300.000	3.000.000
12.	Satpam	7	X	300.000	2.100.000
13.	Buruh Harian	51	XI	300.000	15.300.000
	Jumlah	300			154.350.000

**Keterangan :**

- Golongan I, II : Berpendidikan sarjana dan berpengalaman
- Golongan III, IV, V : Kriminal berpendidikan sarjana muda
- Golongan VI, VII : Berpendidikan minimal SLTA
- Golongan VIII, IX : Struktur organisasi

# STRUKTUR ORGANISASI





BAB IX

ANALISA EKONOMI

BOSOWA

## BAB IX ANALISA EKONOMI

Untuk mengetahui sebuah pabrik yang direncanakan menguntungkan atau tidak, maka perlukan analisa pabrik tersebut.

- Laju pengambilan modal (Rate of Return)
- Waktu pengambilan modal (pay of time)
- Titik impas (break event point)

Untuk menentukan faktor-faktor di atas, terlebih dahulu perlu diketahui:

1. Total Capital Investment
2. Total Production Cost

### 9.1. Total Capital Investment

Total Capital Investment adalah jumlah uang yang harus dikeluarkan untuk mendirikan suatu pabrik dan biaya untuk menjalankan pabrik selama beberapa waktu tertentu. Secara garis besar Capital Investment dapat dibagi dua, yaitu:

#### A. *Fixed Capital Investment (FCI)*

Yaitu modal yang diperlukan untuk mendirikan suatu pabrik yang meliputi peralatan, pemasangan alat-alat fasilitas penunjang lainnya sehingga pabrik lainnya dapat beroperasi, dari hasil perhitungan di dapat harga Rp. 47.675.524.570

*B. Working Capital Investment (WCI)*

Yaitu modal yang diperlukan untuk menjalankan pabrik yang telah siap beroperasi dalam jangka waktu tertentu (pada awal masa operasi).

Modal tersebut terdiri dari:

- Modal kerja yang diperlukan untuk pembelian bahan baku persediaan gudang
- Biaya produksi
- Pajak
- Gaji karyawan

Karena keterbatasan data yang dibutuhkan untuk membuat analisa ekonomi secara terperinci (detail estimate), maka dalam perancangan ini digunakan "study estimate". Study estimate ini adalah metode di mana suatu investasi pabrik dihitung berdasarkan harga peralatan pabrik.

Pabrik steroid yang direncanakan dengan kapasitas 15.000 ton/tahun, memiliki FCI sebesar Rp. 47.675.524.570 WCI sebesar Rp. 8.542.345.807 dan TCI sebesar Rp. 56.217.870.380

**9.2. Total Production Cost**

Total Production Cost terdiri dari :

Manufakturing cost (ongkos pembuatan)

Manufakturing cost adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan yang berhubungan dengan proses produksi.

Biaya itu terdiri dari:

- *Direct Production Cost (Pengeluaran tetap)*

Yaitu biaya yang tetap konstan dari tahun tidak berubah dengan adanya perubahan laju produksi. Biaya tersebut meliputi; pajak, depresiasi, asuransi dan bunga bank, di dapat Rp. 49.526.172.020.

- *Plant Overhead*

Terdiri dari pelayanan medis dan kesehatan, tunjangan keselamatan, perawatan, fasilitas rekreasi, fasilitas gedung, pengepakan, didapat Rp. 926.100.000,00

- *General Expenses*

Yaitu biaya-biaya yang dikeluarkan untuk menunjang operasi pabrik yang termasuk dalam genral expensi adalah biaya administrasi, biaya pemasaran dan distribusi, biaya penelitian dan pengembangan pajak pendapatan, didapat Rp. 9.143.094.775

### **Break Even Point**

Merupakan kondisi dimana pabrik beroperasi pada kapasitas tidak untung dan tidak rugi. Penentuan titik impas yaitu dengan cara membuat kurva kapasitas Vc Unit Cost. Dari perhitungan lampiran analisa ekonomidiperoleh  $BEP = 34,59\%$

### **Interest Rate of Return (IRR)**

Didefenisikan sebagai discount yang mampu oleh sebuah perusahaan sedemikian rupa sehingga komulatif present value hingga akhir umur perusahaan sama dengan jumlah investasi yang ditanam.

0	-	22.487.148.150	56.217.870.380	-	-	-	-	-
1	70			63.000.000.000	40.217.216.430	22.782.783.570	14.808.809.260	
2	80			72.000.000.000	45.962.533.060	26.037.466.940	16.924.353.440	
3	100			90.000.000.000	57.453.166.330	32.546.833.670	21.155.441.800	
4	100			90.000.000.000	57.453.166.330	32.546.833.670	21.155.441.800	
5	100			90.000.000.000	57.453.166.330	32.546.833.670	21.155.441.800	
6	100			90.000.000.000	57.453.166.330	32.546.833.670	21.155.441.800	
7	100			90.000.000.000	57.453.166.330	32.546.833.670	21.155.441.800	
8	100			90.000.000.000	57.453.166.330	32.546.833.670	21.155.441.800	
9	100			90.000.000.000	57.453.166.330	32.546.833.670	21.155.441.800	
10	100			90.000.000.000	57.453.166.330	32.546.833.670	21.155.441.800	

										(Rp)
4.767.552.457	2.810.893.519	4.497.429.630	7.308.323.149	19.676.254.630	7.973.974.246	18.146.095.980	16.178.470.520			
4.767.552.457	2.810.893.519	3.935.250.926	6.746.144.445	16.865.361.110	9.113.113.424	20.738.395.410	18.489.680.590			
4.767.552.457	2.810.893.519	3.373.072.222	6.183.965.741	14.054.467.590	11.391.391.780	25.922.994.260	23.112.100.740			
4.767.552.457	2.810.893.519	2.810.893.519	5.621.787.038	11.243.574.070	11.391.391.780	25.922.994.260	23.112.100.740			
4.767.552.457	2.810.893.519	2.248.714.815	5.059.608.334	8.432.680.554	11.391.391.780	25.922.994.260	23.112.100.740			
4.767.552.457	2.810.893.519	1.686.536.111	4.497.429.630	5.621.787.035	11.391.391.780	25.922.994.260	23.112.100.740			
4.767.552.457	2.810.893.519	1.124.357.407	3.935.250.926	2.810.893.516	11.391.391.780	25.922.994.260	23.112.100.740			
4.767.552.457	2.810.893.519	280.312.776	2.803.312.776	0	11.391.391.780	25.922.994.260	23.112.100.740			
4.767.552.457	0	0	0	0	11.391.391.780	25.922.994.260	23.112.100.740			
4.767.552.457	0	0	0	0	11.391.391.780	25.922.994.260	23.112.100.740			



0.798020908	12.910.757.730	13.246.925.820
0.636837369	11.774.919.540	12.405.334.090
0.508209536	11.745.790.000	12.687.391.770
0.405561835	9.373.385.987	10.390.744.400
0.323646824	7.480.158.000	8.506.044.223
0.258276932	5.964.322.471	6.964.745.928
0.206110392	4.763.644.143	5.702.731.461
0.164480402	3.801.487.621	4.669.394.453
0.131258800	3.033.666.609	3.823.298.510
0.104747266	2.420.929.364	3.130.515.440



*BAB X*  
*KESIMPULAN*

**BOSOWA**



## BAB X

### KESIMPULAN

Pra rancangan pabrik steroid dari alga laut "Sargassum Sp." Dengan kapasitas 15.000 ton/tahun direncanakan didirikan di daerah Kawasan Industri Makassar (KIMA) Sulawesi Selatan.

Jumlah tenaga kerja yang digunakan ada 300 orang yang tertinggi dalam dua kelompok kerja yaitu karyawan shift dan non shift. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT).

Lokasi pabrik didasarkan pada pertimbangan beberapa faktor baik terhadap bahan baku, tenaga kerja, utilitas, kondisi lingkungan, pemasaran dan fasilitas pendukung lainnya.

Dari hasil perhitungan analisa ekonomi diperoleh :

1. Keuntungan sesudah pajak (laba bersih) = Rp. 21.155.411.800
2. Break Event Point ( BEP) = 34,59 %
3. Pay Out Time (POT)
  - Sebelum pajak = 1,27 tahun
  - Sesudah pajak = 1,84 tahun

Dengan Break Event Point (BEP) yang diperoleh 34,59 % lebih dari 60 %, maka bank dapat memberikan pinjaman,

Berdasarkan data analisa ekonomi tersebut di atas maka dapat disimpulkan bahwa Pra Rancangan Pabrik Steroid dari Alga Laut "Sargassum Sp." ini layak untuk dilanjutkan pada tahap perancangan yang lebih terperinci dan mendirikannya sesuai prosedur yang direncanakan.

---

## DAFTAR PUSTAKA

- Bagder, W.L., and J.T Badchero, 1984, "Introduction To Chemical Engineering". International Studenta Edition, Mc Grow-Hill Book Company, Singapore.
- Brownell, L.E., and Young, E.H. "Proses Equipment Design", Willey Eastern limited, New Delhi.
- Foust, A. S., 1970, "Principles of Unit Operation". Second Edition. John Willey and Sons, Inc, New York.
- Brown, G.G., "Unit Operation".
- Harlim, T., 1982, "Kandungan Steroid Alga Laut di sekitar Pantai Indonesia" disertasi ITB Bandung.
- Kren, D.Q., 1950., "Proses Heat Transfer", Mc. Graw-Hill, Tokyo.
- Mc. Cobe, W.L., and J.C. Smith., 1985, "Unit Operation of Chemical Engineering", Fourth Edition Mc Graw-Hill Company Aukland.
- Perry, R.M., (Editor), Perry's, 1984., "Chemical Engineers Handbook" Mc Graw-Hill Inc. 3 th ed. 6 th ed., New York.
- Winarno, F.G., 1996, "Teknologi Pengolahan Rumput Laut", Jakarta.
- Walas M. Stanley, 1959, "Reaction Kinetic For Engineering", Mc Graw-Hill Book Company, New York.

*LAMPIRAN A*  
*NERACA MASSA*

**BOSOWA**



**LAMPIRAN A**  
**NERACA MASSA**

Kapasitas Produksi = 15.000 ton/thn

$$= \frac{15.000 \text{ ton}}{\text{thn}} \times \frac{1.000 \text{ kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ thn}}{300 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

= 2083,333 kg/jam

Waktu Operasi = 300 hari/thn

Basis 100 kg/jam Rumput Laut

Komposisi Alga Kering

Air = 5 %

Steroid = 1 %

Zat Padat = 94 %

1. BALL MILL



Masuk Aliran 1

Air =  $0,05 \times 100 = 5 \text{ kg}$

Steroid =  $0,01 \times 100 = 1 \text{ kg}$

Zat Padat =  $0,94 \times 100 = 94 \text{ kg}$

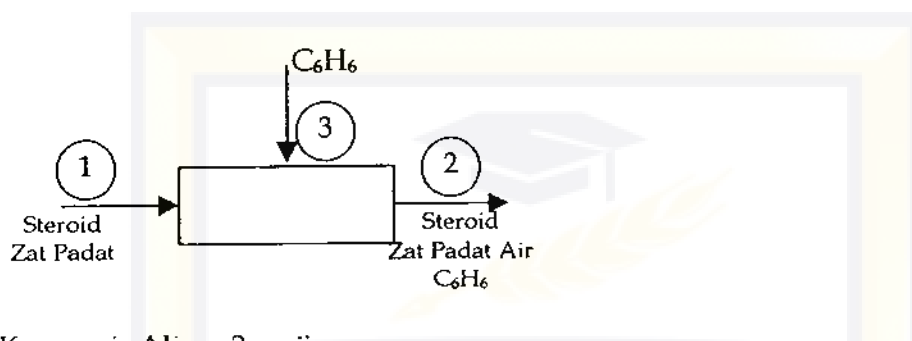
Keluar Aliran 2

Air = 5 kg

$$\text{Steroid} = 1 \text{ kg}$$

$$\text{Zat Padat} = \frac{94 \text{ kg}}{100 \text{ kg}}$$

## 2. EKSTRAKTOR



Komposisi Aliran 2

$$\text{Air} = 5 \text{ kg}$$

$$\text{Steroid} = 1 \text{ kg}$$

$$\text{Zat Padat} = \frac{94 \text{ kg}}{100 \text{ kg}}$$

Pada proses ekstraksi perbandingan C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> terhadap umpan 3 : 1

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> yang ditambahkan = 3 x 100 = 300 kg/jam

Steroid yang terekstraksi 90 %, sisa steroid tertinggal dalam zat padat.

Komposisi Keluar

$$\text{Steroid} = 0,9 \times 1 \text{ kg} = 0,9 \text{ kg}$$

$$\text{Zat Padat} = 94,1 \text{ kg}$$

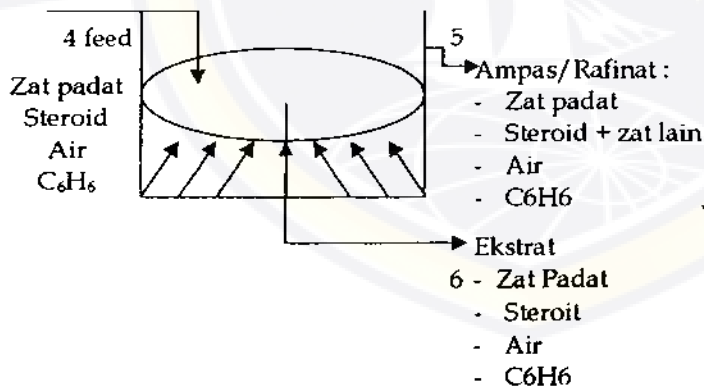
$$\text{Air} = 5 \text{ kg}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = \frac{300 \text{ kg}}{400 \text{ kg}}$$

**KESIMPULAN**

<u>Masuk</u>		<u>Keluar</u>	
Aliran 2		Aliran 2	
Steroid	= 1	Steroid	= 0,9 kg
Air	= 5	Air	= 5 kg
Zat Padat	= $\frac{94}{100}$	Zat Padat	= 94,1 kg
		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= 300 kg
		Total	= 400 kg
Aliran 3			
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= 300 kg		
Total	= 400 kg		

3. ROTARY DRUM VAKUM FILTER (RDVF)





Komposisi Feed

$$\text{Zat Padat} = 94,1 \text{ kg}$$

$$\text{Steroid} = 0,9 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 5 \text{ kg}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = 300 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 400 \text{ kg}$$

Larutan yang terikat dalam zat padat = 0,1 %

Komposisi Refinat

$$\text{Zat Padat} = 94,1 \text{ kg}$$

$$\text{Steroid} = \frac{0,1}{100} \times 0,9 \text{ kg} = 0,0009 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = \frac{0,1}{100} \times 5 \text{ kg} = 0,0005 \text{ kg}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = \frac{0,1}{100} \times 300 \text{ kg} = 0,3 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 94,4059 \text{ kg.}$$

Komposisi Ekstrak

$$\text{Steroid} = 0,9 - 0,0009 = 0,8991 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 5 - 0,0005 = 4,995 \text{ kg}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = 300 - 0,3 = \underline{299,7} \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 305,5941 \text{ kg}$$

$$\text{Total Aliran Keluar} = 94,4059 + 305,5941$$

$$= 400 \text{ kg.}$$

KESIMPULANMasuk

Aliran 4

Zat Padat = 94,1 kg

Steroid = 0,9 kg

Air = 5 kg

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> = 300 kg

Total = 400 kg

Keluar

Aliran 5

Zat Padat = 94,1 kg

Steroid = 0,0009 kg

Air = 0,0005 kg

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> = 0,3 kg

Total = 94,4050 kg

Aliran 6

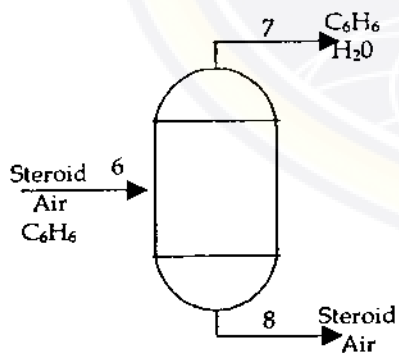
Zat Padat = 0,8991 kg

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> = 4,995 kg

Total = 299,7 kg

Total = 305,5941 kg

## 4. EVAPORATOR



Komposisi Feed Aliran 6

$$\text{Steroid} = 0,8991 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 4,995 \text{ kg}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = \underline{299,7} \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 305,5941 \text{ kg}$$

$$\text{Total Produk} = \frac{20}{100} \times 0,8991 \text{ kg}$$

$$W = \frac{89,91}{20}$$

$$W = 4,4955 \text{ kg}$$

$$\text{Air yang menguap} = \frac{80}{100} \times 4,4955 \text{ kg}$$

$$= 0,8 \times 4,4995 \text{ kg}$$

$$= 3,5964 \text{ kg}$$

$$\text{Steroid} = 4,4955 - 3,5964 = 0,8991 \text{ kg}$$

$$\text{Air dalam produk} = 4,955 - 3,5964 = 1,3986 \text{ kg}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = 299,7 \text{ kg}$$

Komposisi Aliran 8Aliran 7

$$\text{Steroid} = 0,8991 \text{ kg}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = 299,7 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = \underline{1,3986} \text{ kg}$$

$$\text{Air} = \underline{3,5964} \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 2,2977 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 303,2964 \text{ kg}$$

### KESIMPULAN

Masuk Aliran 6

Steroid = 0,8991 kg

Air = 4,995 kg

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> = 299,7 kg

Total = 305,5941 kg

Keluar Aliran 7

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> = 299,7 kg

Air = 3,5964 kg

Total = 303,2964 kg

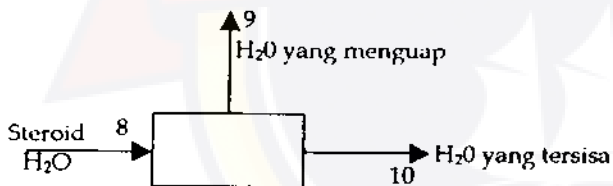
Aliran 8

Steroid = 0,8991 kg

Air = 1,3986 kg

Total = 2,2977 kg

Rotari Drayer



#### Komposisi Feed

Steroid = 0,8991 kg

Air = 1,3986 kg

Total = 2,2977 kg

Kandungan air dalam produk = 2 %

$$\frac{2}{98} = \frac{x}{0,8991}$$

$$x = \frac{2 \times 0,8991}{98}$$

$$= 0,0183 \text{ kg}$$

$$\text{Air yang menguap} = 1,3986 - 0,0183 \text{ kg}$$

$$= 1,3803 \text{ kg}$$

#### Komposisi Aliran 10

$$\text{Steroid} = 0,8991 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = \underline{0,0183 \text{ kg}}$$

$$\text{Total} = 0,9174 \text{ kg}$$

### KESIMPULAN

Masuk Aliran 8

$$\text{Steroid} = 0,8991 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = \underline{1,3986 \text{ kg}}$$

$$\text{Total} = 2,997 \text{ kg}$$

Aliran 10

$$\text{Steroid} = 0,8991 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = \underline{0,0183 \text{ kg}}$$

$$\text{Total} = 0,9174 \text{ kg}$$

$$\text{Faktor pengkali} = \frac{2083,333}{0,8991} = 2317,132 \text{ kg}$$

Keluar Aliran 9

$$\text{Air} = 1,3083 \text{ kg}$$

## 1. Ball Mill

## Komposisi Aliran 1

## Masuk

$$\text{Air} = 5 \times 2317,132 = 11585,660 \text{ kg}$$

$$\text{Steroid} = 1 \times 2317,132 = 2317,132 \text{ kg}$$

$$\text{Zat Padat} = 94 \times 2317,132 = 217810,408 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 100 \times 2317,132 = 231713,200 \text{ kg}$$

## Keluar Aliran 2

$$\text{Air} = 5 \times 2317,132 = 11585,660 \text{ kg}$$

$$\text{Steroid} = 1 \times 2317,132 = 2317,132 \text{ kg}$$

$$\text{Zat Padat} = 94 \times 2317,132 = 217810,408 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 100 \times 2317,132 = 231713,200 \text{ kg}$$

Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)
Air	11585,660	11585,660
Steroid	2317,132	2317,132
Zat Padat	217810,408	217810,408
TOTAL	231713,200	231713,200

## 2. Ekstraktor

## Komposisi Aliran 2

## Masuk

$$\text{Air} = 5 \times 2317,132 = 11585,660 \text{ kg}$$

$$\text{Steroid} = 1 \times 2317,132 = 2317,132 \text{ kg}$$

$$\text{Zat Padat} = 94 \times 2317,132 = 217810,408 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 100 \times 2317,132 = 231713,200 \text{ kg}$$

## Keluar Aliran 3

$$\begin{aligned} \text{C}_6\text{H}_6 &= 300 \times 2317,132 = 695139,600 \text{ kg} \\ \text{Total} &= 400 \times 2317,132 = 926852,800 \text{ kg} \end{aligned}$$

## Keluar Aliran 4

$$\begin{aligned} \text{Steroid} &= 0,9 \times 2317,132 = 2085,419 \text{ kg} \\ \text{Air} &= 5 \times 2317,132 = 11585,660 \text{ kg} \\ \text{Zat Padat} &= 94,1 \times 2317,132 = 218042,121 \text{ kg} \\ \text{C}_6\text{H}_6 &= 300 \times 2317,132 = 695139,600 \text{ kg} \\ \text{Total} &= 400 \times 2317,132 = 926852,800 \text{ kg} \end{aligned}$$

Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)
Air	2317,132	2085,419
Steroid	11585,660	11585,660
Zat Padat	217810,408	218042,121
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	695139,600	695139,600
TOTAL	926852,800	926852,800

## 3. Rotary Drum Vakum Filter (RDVF)

## Komposisi Feed

## Keluar Aliran 4

$$\begin{aligned} \text{Steroid} &= 0,9 \times 2317,132 = 2085,419 \text{ kg} \\ \text{Air} &= 5 \times 2317,132 = 11585,660 \text{ kg} \\ \text{Zat Padat} &= 94,1 \times 2317,132 = 218042,121 \text{ kg} \\ \text{C}_6\text{H}_6 &= 300 \times 2317,132 = 695139,600 \text{ kg} \\ \text{Total} &= 400 \times 2317,132 = 926852,800 \text{ kg} \end{aligned}$$

Keluar

Rafinat Aliran 5

$$\text{Steroid} = 0,0009 \times 2317,132 = 2085 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 0,005 \times 2317,132 = 11,586 \text{ kg}$$

$$\text{Zat Padat} = 94,1 \times 2317,132 = 218042,121 \text{ kg}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = 0,3 \times 2317,132 = 695,140 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 94,4059 \times 2317,132 = 218750,932 \text{ kg}$$

Komposisi Ekstrak Aliran 6

$$\text{Steroid} = 0,8991 \times 2317,132 = 2083,333 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 4,995 \times 2317,132 = 11574,075 \text{ kg}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = 299,7 \times 2317,132 = 694444,460 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 305,5941 \times 2317,132 = 708101,868 \text{ kg}$$

Komponen	Feed Masuk (kg)	Refinet (kg)	Ekstrak (kg)
Steroid	2085,419	2085	2083,333
Air	11585,660	11,586	11574,075
Zat Padat	218042,121	218042,121	-
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	695139,600	695,140	694444,460
TOTAL	926852,800	218750,932	708101,868

#### 4. Evaporator

Komposisi Feed

Keluar Aliran 6

$$\text{Steroid} = 0,8991 \times 2317,132 = 2083,333 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 4,995 \times 2317,132 = 11574,075 \text{ kg}$$



$$\text{C}_6\text{H}_6 = 299,7 \times 2317,132 = 694444,460 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 305,5941 \times 2317,132 = 708101,868 \text{ kg}$$

Keluar

Aliran 7

$$\text{Air} = 3,5964 \times 2317,132 = 8333,334 \text{ kg}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = 299,7 \times 2317,132 = 694444,460 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 303,2964 \times 2317,132 = 702777,794 \text{ kg}$$

Aliran 8

$$\text{Steroid} = 0,8991 \times 2317,132 = 2083,333 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 1,3986 \times 2317,132 = 3240,741 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 2,2977 \times 2317,132 = 5324,074 \text{ kg}$$

Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	Keluar (kg)
Steroid	2085,333	-	2083,333
Air	11574,075	8333,334	3240,741
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	694444,460	694444,460	-
TOTAL	708103,868	702777,794	5324,074

## 5. Rotari

Feed Masuk

Aliran 8

$$\text{Steroid} = 0,8991 \times 2317,132 = 2083,333 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 1,3986 \times 2317,132 = 3240,741 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 2,2977 \times 2317,132 = 5324,074 \text{ kg}$$

Aliran 9 Keluar

$$\text{Air} = 1,3803 \times 2317,132 = 3198,337 \text{ kg}$$

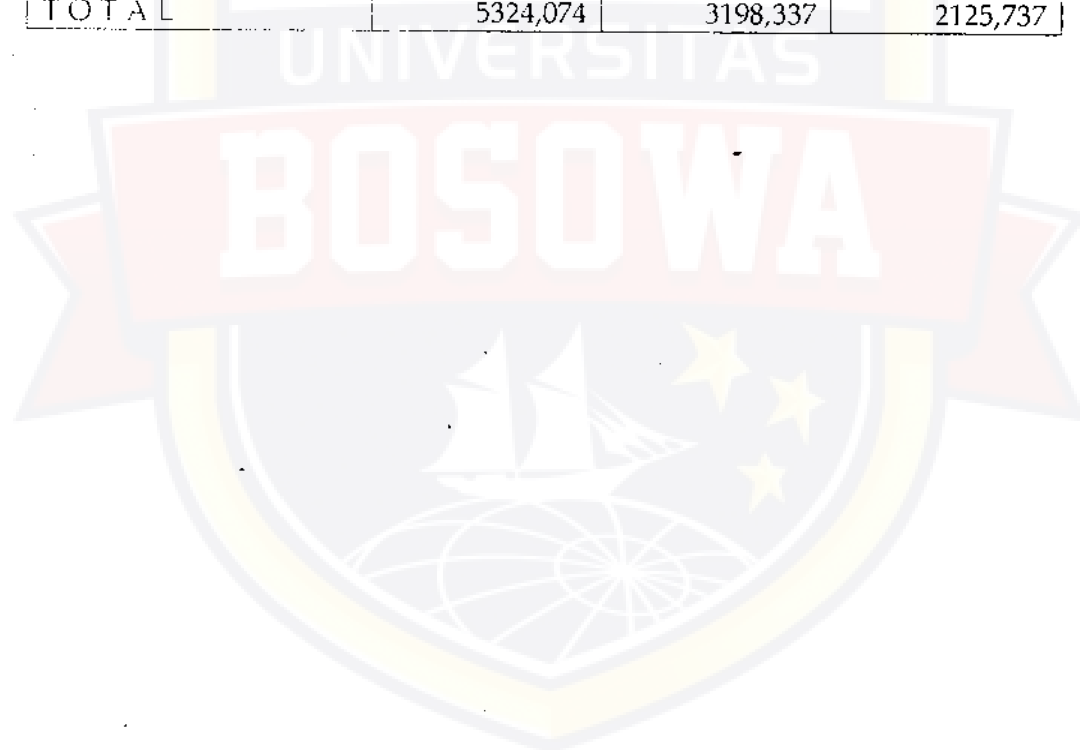
Aliran 10 Keluar

$$\text{Steroid} = 0,8991 \times 2317,132 = 2083,333 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 0,0183 \times 2317,132 = 42,404 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 0,917 \times 2317,132 = 2125,737 \text{ kg}$$

Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	Keluar (kg)
Steroid	2083,333	-	2083,333
Air	3240,741	3198,337	42,404
TOTAL	5324,074	3198,337	2125,737



*LAMPIRAN B*  
*NERACA PANAS*

**BOSOWA**



LAMPIRAN B  
NERACA PANAS

Data kapasitas perubahan berdasarkan PERRY'S HAND BOOK TABEL 3 - 181  
Hal.134

Komponen	Temperature °C	CP (kkal/kg °C)
Steroid		0,387
H <sub>2</sub> O		1
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	30	0,415
	70	0,452
	80	0,463
Alga	30	1,587
	70	3,275

Dimana :

$$CP \text{ Alga} = 0,291 + 0,00096 T dt$$

Contoh Perhitungan CP Alga

$$\begin{aligned}
 CP \text{ Alga (30°)} &= \int_{25}^{30} 0,291 + 0,0009 T dt \\
 &= 0,291 + \frac{0,00096 T^2}{2} \Big|_{25}^{30} \\
 &= 0,291(30 - 25) + \frac{0,00096}{2} (30^2 - 25^2) \\
 &= 1,587 \text{ Kkal / kg } ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

dengan cara yang sama diperoleh tabel diatas untuk Alga persamaan yang digunakan dalam neraca panas.

$$Q = M \cdot CP \cdot \Delta T$$

Q = Panas Yang Dikandung

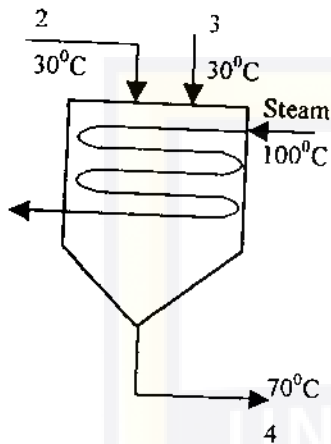
M = Massa bahan

CP = Kapasitas Panas Bahan

ΔT = Perbedaan Termperatur

Digunakan temperatur Refensi = 25 °C

### 1. EKSTRAKTOR



$$Q = M.CP. \Delta T$$

Panas Masuk Aliran 2

Q Zat padat	= 217810,408 . 1,587 . (30 - 25)	= 1728325,587 kkal
Q Air	= 11585,660 . 1 . (30 - 25)	= 57928,300 kkal
Q Steroid	= 2317,132 . 0,387 . (30 - 25)	= <u>4483,650 kkal</u>
Total		= 1790737,537 kkal

Panas Masuk Aliran 3  $Q = M.CP. \Delta T$

Q C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= 695139,600 . 0,415 . (30 - 25)	= 1442414,670 kkal
Total panas masuk aliran 2 + 3		= 3233152,207 kkal

Panas Keluar Aliran 4

Q Steroid	= 2085,419 . 0,387 . (70 - 25)	= 36317,572 kkal
Q Air	= 11585,600 . 1 . (70 - 25)	= 521354,700 kkal
Q Zat padat	= 217810,408 . 3,275 . (70 - 25)	= 32099808,870 kkal
Q C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= 695139,600 . 0,452 . (70 - 25)	= 14139139,460 kkal

$$Q \text{ Steroid sisa} = 231,713 \cdot 0,387 \cdot (70-25) = 4035,282 \text{ kkal}$$

$$\text{Total} = 46800655,880 \text{ kkal}$$

$$\text{Beban Ekstraktor} = \text{panas keluar} - \text{panas masuk}$$

$$= 46800655,880 - 3233152,207$$

$$= 43567503,670 \text{ kkal}$$

untuk pemanasan digunakan steam jenuh 100°C dengan latent head steam ( $\lambda_s$ ) = 639,9 kkal/kg.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Steam} &= \frac{Q}{\lambda_s} = \frac{43567503,670 \text{ kkal}}{693,9 \text{ kkal/kg}} \\ &= 68084,863 \text{ kg} \end{aligned}$$

### KESIMPULAN

#### Panas Masuk

#### Aliran 2

$$\text{Zat padat} = 1728325,587 \text{ kkal}$$

$$\text{Air} = 57928,300 \text{ kkal}$$

$$\text{Steroid} = \underline{4483,650 \text{ kkal}}$$

$$\text{Total} = 1790737,537 \text{ kkal}$$

#### Panas Keluar

#### Aliran 4

$$\text{Zat padat} = 32099808,870 \text{ kkal}$$

$$\text{Air} = 521354,700 \text{ kkal}$$

$$\text{Steroid} = 36317,572 \text{ kkal}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = 14139159,460 \text{ kkal}$$

$$\text{Steroid sisa} = \underline{4035,282 \text{ kkal}}$$

$$\text{Total} = 46800655,880 \text{ kkal}$$

Aliran 3

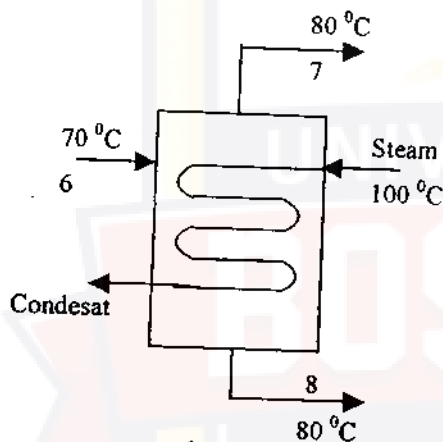
$$C_6H_6 = \underline{1442414,670 \text{ kkal}}$$

$$\text{Total} = 3233152,207 \text{ kkal}$$

$$\text{Panas steam} = \underline{34567503,670 \text{ kkal}}$$

$$\text{Total panas masuk} = 46800655,880 \text{ kkal}$$

## 2. EVAPORATOR



$$\lambda C_6H_6 (80 ^\circ C) = 65,08 \text{ kkal/kg mol}$$

$$\lambda H_2O (80 ^\circ C) = 269,5 \text{ kkal/kg mol}$$

Panas Masuk Aliran 6

$$Q \text{ Steroid} = 2083,33 \times 0,387 \cdot (80 - 25) = 36281,244 \text{ kkal}$$

$$Q \text{ Air} = 11574,075 \times 1 \cdot (80 - 25) = 520833,375 \text{ kkal}$$

$$Q C_6H_6 = 694444,460 \times 0,452 \cdot (80 - 25) = \underline{14125000,321 \text{ kkal}}$$

$$\text{Total} = 14682114,940 \text{ kkal}$$

Panas Masuk Aliran 8  $Q = M \cdot CP \cdot \Delta T$

$$Q \text{ Steroid} = 2083,33 \times 0,387 \cdot (80 - 25) = 44343,743 \text{ kkal}$$

$$Q_{\text{Air}} = 3240,741 \text{ kkal} = \underline{178240,755 \text{ kkal}}$$

$$\text{Total} = 222584,498 \text{ kkal}$$

Panas Keluar Aliran 7

$$Q = M \cdot CP \cdot \Delta T + M\lambda$$

$$Q_{\text{Air}} = 8333,334 \times 1 \cdot (80 - 25) + \frac{8333,334}{18} (269,5) = 303009,284$$

$$Q_{\text{C}_6\text{H}_6} = 694444,460 \times 0,463 \cdot (80 - 25) + \frac{694444,460}{78} (56,08) = \underline{18183315,930 \text{ kkal}}$$

$$\text{Total} = 18486325,210 \text{ kkal}$$

Total panas keluar (Aliran 7 + 8) = 18708909,700 kkal

$$\text{Beban Evaporator} = \text{Panas keluar} - \text{Panas masuk}$$

$$= 18708909,700 - 14682114,940$$

$$= 4026794,764 \text{ kkal}$$

$$\text{kebutuhan Steam (m)} = \frac{Q}{\lambda S}$$

Digunakan jenuh 100°C dengan latent head steam ( $\lambda S$ ) = 639,9 kkal/kg

$$M_{\text{Steam}} = \frac{4026794,764 \text{ kkal}}{639,9 \text{ kkal / kg}}$$

$$= 6292,850 \text{ kg/jam}$$



KESIMPULANPanas Masuk

Aliran 6

Steroid = 36281,244 kkal

Air = 520883,357 kkal

 $C_6H_6$  = 14125000,321 kkal

Total = 14682114,940 kkal

Panas Keluar

Aliran 7

Air = 303009,284 kkal

 $C_6H_6$  = 18183315,930 kkal

Total = 18486325,210 kkal

Aliran 8

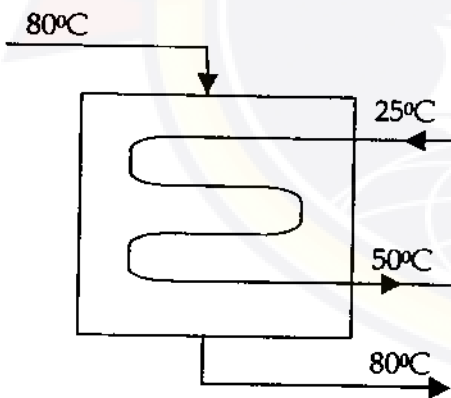
Panas steam = 4026794,764 kkal Steroid = 44343,743 kkal

Total panas masuk = 18708909,700 kkal Air = 178240,775 kkal

Total = 222584,498 kkal

Total = 18708909,700 kkal

## 3. KONDENSOR



Panas masuk = panas keluar aliran 7 pada Evaporator

= 18486325,210 kkal.

Panas keluar

$$\begin{aligned} Q_{\text{Air}} &= \frac{8333,334}{18} \times 269,5 \\ &= 124768,530 \text{ kkal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{H6C6}} &= \frac{694444,460}{78} \times 56,08 \\ &= 499287,760 \text{ kkal} \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 624056,289 \text{ kkal.}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban KONDENSOR} &= \text{Panas masuk} - \text{Panas keluar} \\ &= 18486325,210 - 624056,289 \\ &= 17862268,920 \text{ kkal} \end{aligned}$$

Kebutuhan air pendingin

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Air}} &= \frac{Q}{C_p \cdot \Delta T} \\ &= \frac{17862268,920}{1 \cdot (50 - 25)} \\ &= 714490,757 \text{ kg} \end{aligned}$$

### KESIMPULAN

#### Panas Masuk

$$\text{Steroid} = 303009,284 \text{ kkal}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = 18183315,930 \text{ kkal}$$

$$\text{Total} = 18486325,210 \text{ kkal}$$

#### Panas Keluar

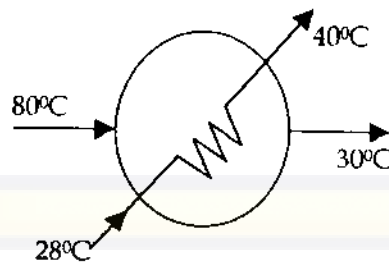
$$\text{Air} = 124768,530 \text{ kkal}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = 499287,760 \text{ kkal}$$

$$\text{Beban kondensator} = 17682268,920 \text{ kkal}$$

$$\text{Total} = 18486325,210 \text{ kkal}$$

## COOLER HEAT EXCHANGER (H.E)



Masuk

$$\text{Air} = m \cdot C_p \cdot \Delta t = 8333,334 \cdot 1 \cdot (80-25) = 458333,370 \text{ kkal}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = m \cdot C_p \cdot \Delta t = 694444,460 \cdot 0,463 \cdot (80-25) = \underline{17684028,170 \text{ kkal}}$$

$$\text{Total} = 18142361,540 \text{ kkal}$$

Keluar

$$\text{Air} = m \cdot C_p \cdot \Delta t = 8333,334 \cdot 1 \cdot (30-25) = 41666,670 \text{ kkal}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = m \cdot C_p \cdot \Delta t = 694444,460 \cdot 0,463 \cdot (80-25) = \underline{1440972,255 \text{ kkal}}$$

$$\text{Total} = 1482638,925 \text{ kkal}$$

$$\text{Beban Cooler} = \text{Panas keluar} - \text{Panas masuk}$$

$$= 18142361,540 - 1482638,925$$

$$= 16659722,620 \text{ kkal}$$

$$M \text{ Airt pendingin} = \frac{Q}{C_p \cdot \text{air} \cdot (55 - 28)}$$

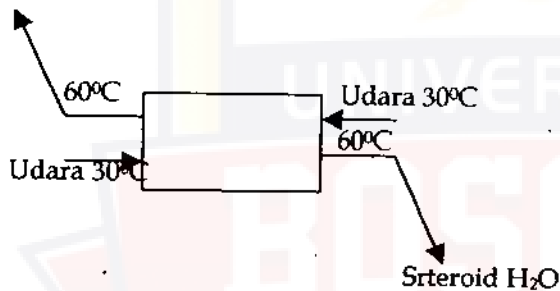
$$= \frac{16659722,620 \text{ kkal}}{1 \cdot (55 - 28) \text{ kkal / kg}}$$

$$= 617026,764 \text{ kg}$$

**KESIMPULAN**

<u>Panas Masuk</u>		<u>Panas Keluar</u>	
Air	= 458333,370 kkal	Air	= 41666,670 kkal
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= <u>17684028,170 kkal</u>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	= <u>1440792,255 kkal</u>
Total	= 18142361,540 kkal	Total	= 1482638,925 kkal
		Beban Cooler	= <u>16659722,620 kkal</u>
		Total	= 18142361,540 kkal

## 4. ROTARY DRYER

Panas bahan masuk ( $t = 30^{\circ}\text{C}$ )

$$Q_{\text{Steoid}} = m \cdot C_p \cdot \Delta t = 2083,333 \cdot 0,387 \cdot (30-25) = 4031,249 \text{ kkal}$$

$$Q_{\text{H}_2\text{O}} = m \cdot C_p \cdot \Delta t = 3240,741 \cdot 1 \cdot (30-25) = \underline{16203,705 \text{ kkal}}$$

$$\text{Total} = 20234,954 \text{ kkal}$$

Panas bahan keluar ( $t = 60^{\circ}\text{C}$ )

$$Q_{\text{Steoid}} = m \cdot C_p \cdot \Delta t = 2083,333 \cdot 0,387 \cdot (60-25) = 28218,745 \text{ kkal}$$

$$Q_{\text{H}_2\text{O}} = m \cdot C_p \cdot \Delta t = 42,404 \cdot 1 \cdot (60-25) + \frac{42,404}{18} = \underline{41666,670 \text{ kkal}}$$

$$\text{Total} = 30337,767 \text{ kkal}$$

Menghitung massa uap air

$$\text{Suhu udara masuk} = 30^{\circ}\text{C} = 86^{\circ}\text{f}$$

$$\% \text{ Humidity} = 68 \%$$

dari Humidity chart didapat

$$H = 0,0165 \text{ lb uap air / lb udara kering} \dots (\text{fig. 20 - 11 Perry})$$

Misalkan

$$\text{Jumlah udara masuk} = x \text{ kg (basis kering)}$$

$$\text{Temperatur udara masuk (} t_g \text{)} = 100^{\circ}\text{C} = 230^{\circ}\text{f}$$

Mencari suhu wet bulb udara panas pada interface ( $t_w$ )

$$W_w - W_g = \frac{hg}{29 \lambda_w \cdot kg \cdot p \lambda_w} (t_g - t_w) \dots \text{Persamaan 8.30 banc Hero}$$

$$\text{Absolut Humidity udara (} W_g \text{)} = 0,0018 \dots (\text{fig 20 - 11 Perry})$$

$$\lambda_w = 1034,3 \text{ BTU/16}$$

$$W_w - W_g = 0,045 - 0,018$$

$$= 0,03$$

$$W_w - W_g = \frac{hg}{29 \lambda_w \cdot kg \cdot p \lambda_w} (t_g - t_w)$$

$$\frac{hg}{29 kg} = 0,026 \dots \dots \text{Banchero Hal. 384}$$

$$0,03 = \frac{0,26}{1034,3} (230 - t_w)$$

$$T_w = 110^{\circ} \text{ f}$$

Mencari suhu udara keluar

$$NTU = \ln \left[ \frac{tg1 - tw}{tg1 - tw} \right] \dots \dots \dots \text{Banchreo Hal. 508}$$

tg 1 = suhu udara masuk

tg 2 = suhu udara keluar

Harga NTU = 1,5 - 2

Diambil NTU = 1,5

$$1,5 = \ln \left[ \frac{230 - 110}{Tg2 - 110} \right]$$

tg 2 = 130°f = 58,33°f

Panas Humidity udara masuk

Cs = 0,24 + 0,45 . . . . . MC Cabe hal. 166

H = 0,0165 lb uap air / lb udara kering

Cs = 0,24 + 0,45 (0,0165)

= 0,2474 kkal/kg udara kering

to = 25°C

λ 25°C = 1050,1 BTU/lb = 583,4 kkal/kg

Jumlah panas yang dibawah oleh udara panas masuk dryer

Qi = x {Cs(Tg1-T0) + λ.H} . . . . . Pers. 23 - 9 MC. Cabe Hal. 206

= x {0,2474 (110 - 25) + 583,2 . (0,0165)}

= 30,652 x kkal.

Dari lampiran A air yang menguap = 8290,930 Kg

$$H \text{ udara} = \frac{8290,930 + 0,0165 \cdot x}{x} \cdot \text{Kg uap air / Kg udara kering}$$

Panas humidity udara panas keluar

$$\begin{aligned} C_s &= 0,24 + 0,45 H \\ &= 0,24 + 0,45 \left\{ \frac{8290,930 + 0,0165x}{x} \right\} \\ &= 0,24 + \left\{ \frac{3730,919 + 7,425 \times 10^{-3}}{x} \right\} \text{ kkal / Kg udara kering} \end{aligned}$$

Jumlah uap air yang dibawah udara keluar dryer

$$Q = x \{ C_s (t_{g2} - t_g) + H \}$$

$$Q = x \left\{ 0,24 + \frac{(3730,919 + 7,452 \times 10^{-3} x)}{x} (58,33 - 25) + \frac{8290,390 + 0,0165x}{x} \right\}$$

$$Q = x \left\{ 7,9992 + \frac{124351,530}{x} + 0,247 + \frac{8290,930}{x} + 0,0165 \right\}$$

$$Q = 7,9992x + 124351,530 + 0,247x + 8290,930 + 0,0165x$$

$$Q = 132642,460 + 8,2627x$$

Neraca panas pada dryer

$$\text{Panas bahan masuk} = 45697,919 \text{ kkal}$$

$$\text{Panas udara masuk} = \underline{8290,930 \times \text{kkal}}$$

$$\text{Total} = 45697,919 + 8290,930 \times$$

Panas keluar dryer

$$\text{Panas bahan keluar} = 30337,767 \text{ kkal}$$

$$\text{Panas udara keluar} = \underline{132633,720} + 8,2627 \times$$

$$\text{Total} = 162971,487 + 8,2627 \times$$

$$\text{Panas masuk} = \text{panas keluar}$$

$$45697,919 + 8290,930 \times = 162971,487 + 8,2627 \times$$

$$\times = \frac{117273,568}{8282,667} = 14,159 \text{ Kg / jam}$$

$$\text{Jadi udara yang dibutuhkan} = 14,159 \text{ Kg / jam}$$

Untuk memanaskan udara digunakan steam

$$Q = 8290,930 \times 14,159$$

$$= 117391,278$$

$$160^\circ\text{C} = 663,4 \text{ kkal / kg}$$

$$\text{m steam} = \frac{117391,278}{663,4}$$

$$= 176,954 \text{ kg}$$

### KESIMPULAN

Panas masuk

Panas keluar

$$\text{Panas bahan masuk} = 45697,919$$

$$\text{Panas bahan keluar} = 30337,767$$

$$\text{Panas udara masuk} = \underline{117391,278}$$

$$\text{Panas udara keluar} = \underline{132751,430}$$

$$\text{Total} = 163089,197$$

$$\text{Total} = 163089,197$$





LAMPIRAN C  
SPESIFIKASI PERALATAN



## LAMPIRAN C

SPEKIFIKASI PERALATAN

## 1. Belt Conveyor

Fungsi : Mengangkut alga kering dari gudang ke Ball mill

Mengangkut bubuk alg dari Ball mill ke Silo

Laju Aliran Massa : 231713,200 kg

231,7132 Ton / jam

Power yang dibutuhkan :

$$P = \frac{F(L + L_0)(T + 0,03W.S) + T\Delta Z}{990} \quad \text{(Brown 57)}$$

Dimana :

$\Delta z$  (tinggi elevasi) = 23 ft

F (faktor fiksi untuk anti fiksi) = 0,03

L (panjang Belt Conveyor) = 15 m = 49,213 ft

L<sub>0</sub> (anti fiction) = 150

T (kapasitas angkut) = 231,7132 ton / jam

Dari tabel 15 Brown diperoleh

S (kecepatan putar Conceyor) = 250

Lebar Belt = 18 In

Berat Belt = 1 lb / in x 18 in

Jadi :

$$P = \frac{0,03(49,213 + 150)(231,7132 + 0,03 \times 18 \times 250) + 231,7132 \times 23}{990}$$

$$= 1,4 \text{ HP} \qquad = 1,5 \text{ HP}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 80 \%$$

$$\text{Efisiensi power} = 85 \%$$

$$P = \frac{1,5}{0,8} = 1,87 \text{ HP}$$

$$= 2 \text{ HP}$$

Spesifikasi Conveyor

Kode : BC

Fungsi : - Mengangkut alga kering dari gudang ke ball mill  
- Mengangkut bubuk alga dari ball mill ke silo

Panjang Belt Conveyor : 15 m = 49,213 ft

Kapasitas : 23,17132 ton / jam

Power : 2 HP

Jumlah belt Conveyor : 3 unit

## 2. Ball Mill

Fungsi : Menggiling rumput laut menjadi bubuk

Laju aliran massa : 23,17132 ton / jam

Dari Tabel II Brown diperoleh ukuran ball mill

Diameter x Lebar = 3 x 2 ft

Ball Load = 1000 lb

Kecepatan = 30 rpm

Kapasitas rata-rata ton / 24 jam

$\frac{1}{2}$  in – 100 mesh = 1 – 10 ton / 24 jam

$\frac{3}{4}$  in – 48 mesh = 20 – 24 ton / 24 jam

$1\frac{1}{2}$  in – 10 mesh = 11 – 9 ton / 24 jam

Power motor = 8 HP

Kapasitas kerja = 23,17132 ton / 24 jam

Speaifikasi Ball Mill

Fungsi : Menggiling rumput laut menjadi bubuk

Diameter lebar = 3 x 2 ft

Bal mill = 1000 lb

Kecepatan = 30 rpm

Power motor = 8 HP

Kapasitas kerja = 23,17132 ton / 24 jam

Jumlah = 1 buah

### 3. Silo

Fungsi : Menampung alga bubuk dan Bill mill

Type : Slinder tegak dengan tutup bawah berbentuk konis

Laju umpan masuk = 231713,200 kg x 24 jam / hari

= 5561116,8 kg / hari

Densitas ( $\rho$ ) bahan = 977,255 kg / m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Volume bahan} &= \frac{5561116,8 \text{ kg / hari}}{977,225 \text{ kg / m}^3} \\ &= 5690,54 \text{ m}^3 / \text{hari} \end{aligned}$$

Bahan yang mengisi tangki 80 % dari volume tangki

$$V = \frac{100}{80} \times 5690,54 = 7113,175$$

Digunakan 8 buah silo dengan ukuran yang sama

$$\text{Volume persilo} = \frac{7113,175}{8} = 889,146$$

$$\text{Tinggi Silender, } H_s = \frac{3}{2} \times D$$

$$\text{Luas permukaan, } A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$\begin{aligned} V &= \text{Volume silender} + \text{Volume konis} \\ &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times \frac{3}{2} \times D + \frac{\frac{\pi}{4} \times D^2}{6 \tan \alpha} \\ &= 1,775 D^3 + 0,131 D^3 \end{aligned}$$

$$889,146 = 1,308 D^3$$

$$D^3 = \frac{889,146}{1,308} = 679,568$$

$$\begin{aligned} D &= (679,568)^{1/3} \\ &= 8,792 \text{ m} = 9 \text{ m} \end{aligned}$$

$$D = 9 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi silinder } H_s = \frac{3}{2} \cdot D = \frac{3}{2} \cdot 9 \text{ m} = 13,5 \text{ m}$$

Tutup bawah berbentuk konis ( $45^\circ$ )

$$\begin{aligned} HC &= \frac{1}{2} D \operatorname{tg} \alpha \\ &= \frac{1}{2} \cdot 9 \operatorname{tg} 45^{\circ} \\ &= 4,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Tinggi total tangki

$$\begin{aligned} H &= H_s + H_c \\ &= 13,5 + 4,5 \\ &= 18 \text{ m} \end{aligned}$$

Spesifikasi Silo

Nama alat : Silo penampung

Kode : S

Fungsi : Menampung alga bubuk dari Ball mill

Volume beban :  $5690,54 \text{ m}^3 / \text{hari}$

Diámetro : 9 m

Tinggi tangki : 18 m

Type : Silender tegak dengan tutup bawah konis

#### 4. Tangki Penampungan Benzen

Fungsi : Menampung Benzen sebagai Solvent

Type : Silender tegak dengan tutup atas berbentuk dislud dan tutup bawah flat.

Laju aliran massa : 695139,600

Kondisi penyimpanan

- Suhu :  $30^{\circ} \text{C}$

- Tekanan : 1 atm

Estimasi waktu tinggal untuk konsumsi 1 hari

Kebutuhan  $\text{C}_6\text{H}_6$  selama 1 hari

$$= 695139,600 \text{ kg / jam} \times 24 \text{ jam / hari}$$

$$= 16683350,4 \text{ kg / hari} = 36770104,2 \text{ lb / jam}$$

$$\rho_{\text{C}_6\text{H}_6} = 873,7 \text{ kg / m}^3$$

$$= 54,54 \text{ lb / ft}^3$$

$$\text{Volume } \text{C}_6\text{H}_6 = \frac{16683350,4 \text{ kg / hari}}{873,7 \text{ kg / m}^3}$$

$$= 19095,055 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

Direncanakan menggunakan 13 buah tangki, jadi volume  $\text{C}_6\text{H}_6$  pada

$$\text{setiap tangki} = \frac{19095,055}{13} = 1468,85 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

Volume liquida = 90 % volume tangki

$$\text{Volume tangki} = \frac{1468,85}{0,9} = 1632,05 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

Perhitungan diameter tangki ( $\phi t$ )

Volume tangki total = Volume silender + volume head

$$= \frac{\pi}{4} \cdot D_t^3 \times H + 0,000076 D_t^3$$

Tinggi silender,  $H_s$  =  $\frac{3}{2} \cdot D_t$

Maka :

$$1632,05 = \frac{\pi}{4} \cdot Dt^3 \times 1,5 + 0,000076 Dt^3$$

$$1632,05 = 1,1776 Dt^3$$

$$Dt = 11,14 \text{ m} = 11 \text{ m} = 434,17 \text{ in}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} H_s &= \frac{3}{2} \times Dt \\ &= \frac{3}{2} \times 11,14 \\ &= 16,71 \text{ m} = 54,82 \text{ ft} \end{aligned}$$

Perhitungan Tekanan Perancangan

- Tekanan Hidrostatik (PH)

$$\begin{aligned} Ph &= \rho \times g \times h \\ &= 54,54 \text{ lb / ft}^3 \times 1 \times 54,82 \text{ ft} \\ &= 2989,88 \text{ lb / ft}^2 \end{aligned}$$

- Tekanan Perancangan ( $\rho$ )

$$\begin{aligned} P &= PH + 5 \% PH \\ &= 1,05 \times PH \\ &= 1,05 \times 2989,88 \\ &= 3139,37 \text{ lb / ft}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan tebal dinding silinder dan tebal penutup atas

- Tebal minimum dinding silinder ( $t_s$ )



$$T_s = \frac{PR}{SE - 0,6\rho} + C \dots \dots \dots \text{(Pers. 13 - 1, Browell. Hal ..254)}$$

Direncanakan bahan yang digunakan adalah stainlessstell

SA - 334 grade C . . . . . (APP D hal .... 355 Browell and Young)

Dimana :

- Ts = Tebal minimum silinder
- P (Tekanan Rancang) = 3139,37 lb / ft 2
- R (Jari-jari silinder) = 1/2 x D = 1/2 11,14 = 5,57 m
- S (Allowble strass) = 11,700 psi = 8,07 . 10<sup>7</sup> N / m<sup>2</sup>
- E (Efesiensi pengelasan) = 80 %
- C (Faktor korosi) = 3 mm = 0,003 m

Maka :

$$T_s = \frac{3139,37 \text{ ln/ ft}^2 \times 434,17 \text{ in}}{(11,700 \text{ psix}0,8) - (0,6 \times 3139,37) \text{ lb/ ft}^2} + 0,003$$

$$= 2,3 \text{ in}$$

Diambil tebal aktual dinding silinder 2,5 in

Tebal minimum penutup atas (th)

$$th = \frac{0,885xpxr}{SE - 0,1P} + C \dots \dots \dots \text{(Pers. 13 - 12, Browell hal...258)}$$

Dimana

R (jari-jari mahkota) = D = 11,14

Sf (sambungan lurus) = 2 in = 0,0508 m

$$\text{Maka : } th = \frac{0,885 \times 3139,37 \times 217,085}{(11.700 \times 0,8) - (0,1 \times 3139,37)} + 0,003$$

$$th = 0,21 \text{ in}$$

Spesifikasi tangki C6H6 :

Kode : TP - 01

Fungsi = Menampung C6H6 sebagai savent

Type = Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk dishead dan tutup bawah flat

Volume = 1632,05 m<sup>3</sup> / hari

Tinggi = 6,71 m

Diameter = 11,14 m

Tebal silinder = 2,3 in

Tebal tutup bawah = 0,21 in

Kebutuhan = 13 buah

5. Tangki Ekstraktor

Fungsi = Untuk mengekstrak steroid dari alga dengan menggunakan Benzen.

Type = Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk dished dan tutup bawah berbentuk konis

Laju umpan masuk = 926852,800 kg / hari

$\rho$  Campuran = 997,7 kg / m<sup>3</sup>

Volume bahan =  $\frac{926852,800}{997,7}$

= 928,98 m<sup>3</sup> / hari

Dirancang menggunakan 3 buah tangki, jadi volume bahan tiap tangki

$$= 309,66 \text{ m}^3 / \text{hari} = 12,9025 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

Waktu pengisian = 1 jam

Waktu ekstraksi = 3 jam

Waktu pengeluaran = 1 jam

Jadi waktu 1 batch = (1 + 3 + 1) jam = 5 jam

Volume = 12,9025 m<sup>3</sup> / jam x 5 jam

$$= 64,5125 \text{ m}^3$$

Direncanakan bahan yang mengisi bagian 80 % dari

volume tangki :

$$V = \frac{100}{80} \times 64,5125 \text{ m}^3$$

$$= 80,6 \text{ m}^3$$

Perhitungan diameter tangki (Dt)

Tinggi silinder = Hs =  $\frac{3}{2} \times D$

Luas penampang tangki A =  $\frac{\pi}{4} \times Dt^2$

$$V = A \times Hs$$

$$V = \frac{\pi}{4} \times Dt^2 \times \frac{3}{2} \times D$$

$$80,6 = 1,1775 D^3$$

$$D = 4,09 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi silinder, } H_s &= \frac{3}{2} \times D_t \\
 &= \frac{3}{2} \times 409 \text{ m} \\
 &= 6,135 \text{ m} \quad = 7 \text{ m}
 \end{aligned}$$

#### Perhitungan tekanan perancangan

Tinggi bahan dalam silinder (HL)

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bahan} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times HL \\
 64,5152 &= \frac{\pi}{4} \times 4,09^2 \times HL \\
 HL &= 4,9127 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tekanan Hidrostatik, PH :

$$\begin{aligned}
 PH &= \rho \times \frac{g}{9c} \times HL \\
 &= 997,7 \text{ kg / m}^3 \times 9,81 \text{ m / s}^2 \times 4,9127 \text{ m} \\
 &= 48082,741 \text{ N / m}^2
 \end{aligned}$$

Tekanan perancangan P :

$$\begin{aligned}
 P &= PH + 5 \% PH \\
 &= 48082,741 + (0,05 \times 48082,741) \\
 &= 50486,878 \text{ N / m}^2
 \end{aligned}$$

#### Perhitungan tebal dinding silinder dan penutup atas

Tebal minimum dinding silinder (ts)

$$ts = \frac{P.R}{SE - 0,6P} + C \dots \dots \dots \text{ (Pers. 13.1 - Brownell hal ... 354)}$$

Direncanakan bahan yang digunakan adalah :

Stainless steel 5 A – 334 grade C (APP D hal . . . 335 Brownell ang Young)

Dimana :

$t_s$  = tebal minimum silinder

$P$  (Tekanan rancangan) =  $50486,878 \text{ N / m}^2$

$R$  (Jari-jari silinder) =  $\frac{1}{2} \times D = \frac{1}{2} \times 4,09 = 2,045 \text{ m}$

$S$  (Allowble stress) =  $11.700 \text{ psi} = 8,07 \cdot 10^7 \text{ N / m}^2$

$E$  (Efisiensi pengelasan) =  $80 \%$

$C$  (Faktor korosi) =  $3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}$

$$\text{Maka : } t_s = \frac{50486,878 \text{ N / m}^2 \times 2,045 \text{ m}}{(8,07 \cdot 10^7 \text{ N / m}^2 \times 0,8) - (0,6 \times 50486,878)}$$

$$= 0,00315 \text{ m} = 0,124 \text{ inc}$$

Diambil tebal aktual dinding silinder

- Tebal minimum penutup atas ( $t_h$ )

$$t_h = \frac{0,885 \times P \times R}{S \cdot E - 0,1P} + C \dots \dots \dots (\text{Pers. 13,2 Brownell hal 258})$$

$$t_h = \frac{0,885 \times 50486,878 \times 4,09}{(8,07 \cdot 10^7 \times 0,8) - (0,1 \times 50486,878)} + 0,003$$

$$= 0,00328 \text{ m} = 0,129 \text{ inc}$$

Perhitungan tutup bawah berbentuk konis

Sudut konis  $45^\circ$

- Tinggi baris (HK)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1/2.D}{h}$$

$$h = \frac{1/2.D}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{1/2 \times 4,09}{\operatorname{tg} 45^\circ} = 2,045 \text{ m}$$

• Tebal minimum Konis (tc)

$$\begin{aligned} t_c &= \frac{P \times D t}{2005 \alpha (SE - 0,6D)} + C \quad \dots \dots \dots (\text{Brownell hal ... 118}) \\ &= \frac{50486,878 \times 4,09}{2.005 \alpha (8.07.10^7 \times 0,8) - (0,6 \times 504686,878)} + 0,003 \\ &= 0,00322 \text{ m} = 0,127 \text{ inc} \end{aligned}$$

Perhitungan Pengaduk

Jenis pengaduk yang digunakan adalah flour blade paddle ... (Brownell hal 507)

Dimana :

$$\frac{D_t}{D_i} = 3 \quad : \quad \frac{Z_t}{D_i} = 3$$

$D_i$  = Diameter Impeller

$D_t$  = Diameter Tangki

Diameter Impeller ( $D_i$ )

$$\frac{D_t}{D_i} = 3$$

$$D_i = \frac{D_t}{3} = \frac{4,09}{3}$$

$$= 1,363 \text{ m} = 4,4730 \text{ ft}$$

Perbandingan tinggi cairan dalam tangki dengan diameter impeller

$$\frac{Z_t}{D_i} = \frac{D_t}{D_i} = \frac{4,09}{3} = 1,363 \text{ (memenuhi)}$$

Tinggi impeller dari dasar tangki

$$Z_t = 3D_i = 13,419 \text{ ft}$$

Power pengaduk

Direncanakan :

$$\text{Putaran pengaduk (n)} = 100 \text{ rpm} = 1,7 \text{ rps}$$

$$\rho \text{ campuran} = 997,7 \text{ kg/m}^3 = 62,2864 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ campuran} = 0,000672 \text{ lb/ft} \cdot \text{sec}$$

$$N_{ee} = \frac{\eta \cdot D^2 P}{\mu} \dots \text{ (Brownell hal ... 598)}$$

$$= \frac{1,7 \times 4,4730^2 \times 62,2864}{0,000672}$$

$$= 31522613,095$$

Dari fig 499 Broen didapat  $\rho_0 = 0,9$

$$P = \frac{\rho_0 \times (n)^3 \times (D_i)^5 \times P}{9c}$$

$$= \frac{0,9 \times (1,7)^3 \times (4,4730)^5 \times 62,2864}{32,2}$$

$$= 15315,145 \text{ ft lbf/lbm}$$

$$= 27,8457 \text{ HP}$$

Perhitungan tebal baffle

$$\frac{J}{Dt} = \frac{1}{12}$$

Dimana :

$$Dt = 13,419 \text{ ft}$$

$$J = \frac{Dt}{12}$$

$$= \frac{13,419}{12}$$

$$= 1,118 \text{ ft}$$

$$= 0,0931 \text{ inc}$$

#### Spesifikasi Tangki Ekstraktor

Kode	: T - E
Fungsi	: Untuk mengekstrak steroid dan alga dengan menggunakan Benzen
Type	: Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk dished dan tutup bawah berbentuk konis
Bahan	: Stainlees stell 54 - 334 grade c
Volume	: 64,5125 m <sup>3</sup>
Tinggi	: 4,9127 m
Diameter	: 4 m
Tebal tutup atas	: 0,129 inc
Tebal tutup bawah	: 0,129 inc
Kebutuhan	: 3 buah



Pengaduk :

Type : paddle

Power pengaduk : 27,8457 HP

Diameter : 1,363 m

Tinggi impeller dan tangki : 13,419 m

6. Tangki Penampung Keluar Ekstraktor (Tp - 02)

Fungsi : Menampung hasil yang keluar dari fungsi ekstraktor

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk dished dan tutup bawah flat.

$\rho$  Campuran : 897,7 kg / m<sup>3</sup>  $\rightarrow$  56,043 lb / ft<sup>3</sup>

Laju umpan masuk : 926852,800 kg / jam  
2042783,571 lb / jam

$$\begin{aligned} \text{Volume bahan} &= \frac{926852,800 \text{ kg / jam}}{897,7 \text{ kg / m}^3} \\ &= 1032,474 \text{ m}^3 / \text{hari} \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan 4 buah tangki, jadi volume bahan

pada tiap tangki = 258,118 m<sup>3</sup> / hari

Volume liguida = 90 %

$$\text{Volume tangki} = \frac{258,118}{0,9} = 286,798 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

Perhitungan diameter tangki (Dt)

- Volume tangki total : Volume silinder + volume head

$$= \frac{\pi}{4} \cdot Dt^3 \cdot H + 0,000076 Dt^3$$

$$\text{Tinggi silinder, } H_s = \frac{3}{2} \times Dt$$

Maka :

$$286,798 = \frac{\pi}{4} \cdot Dt^3 \cdot 1,5 + 0,000076 Dt^3$$

$$286,798 = 1,1776 Dt^3$$

$$Dt = 6,244 \text{ m} = 30,729 \text{ ft}$$

Perhitungan tekanan perancangan

- Tekanan Hidrostatik, PH

$$\begin{aligned} PH &= \rho \times \frac{9}{91} \times H \\ &= 56,043 \text{ lb / ft}^3 \times 1 \times 30,729 \text{ ft} \\ &= 1722,145 \text{ lb / ft}^2 \end{aligned}$$

- Tekanan Perancangan P

$$\begin{aligned} P &= PH + 5 \% PH \\ &= 1,05 \times 1722,145 \text{ lb / ft}^2 \\ &= 1808,252 \text{ lb / ft}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan tebal dinding silinder dan tebal penutup atas – tebal minimum dinding silinder (ts)

$$ts = \frac{P.R}{S.E - 0,6P} + C \quad \dots \dots \dots (\text{Pers. 13 - 1 Brownell hal 254})$$

Direncanakan bahan yang akan digunakan adalah stainless steel 5A – 334 Grade C (APP D hal. 335 Brownell and Young)

Dimana :

ts	= tebal minimum silinder
P (Tekanan rancangan)	= 1808,252 lb / ft <sup>2</sup>
R (Jari-jari silinder)	= ½ x D = ½ x 6,244 = 3,122 m
S (Allowble stress)	= 11.700 psi = 8,07 . 10 <sup>7</sup> N / m <sup>2</sup>
E (Efesiensi pengelasan)	= 80 %
C (Faktor korosi)	= 3 mm = 0,003 m

Maka :

$$ts = \frac{1808,525 \text{ lb / ft}^2 \times 122,913 \text{ in}}{(11.700 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 1808,252 \text{ lb / ft}^2)} + 0,003$$

$$= 2,6 \text{ in}$$

Diambil tebal dinding silinder = 3 in

- Tebal minimum penutup atas (th) :

$$th = \frac{0,885 \times P \times r}{S \cdot E - 0,1P} + C \quad \dots \dots \dots (\text{Pers. 13 - 12 Brownell hal ... 258})$$

$$= \frac{0,885 \times 1808,252 \times 3,122}{(11.700 \times 0,8) - (0,1 \times 1808,252)} + 0,003$$

$$= 0,54 \text{ in}$$

### Spesifikasi Tangki Penampung keluar Ekstraktor

Kode	: Tp - 02
Fungsi	: Menampung hasil yang keluar dari tangki ekstraktor.
Type	: Silinder tegak dengan tutup alas berbentuk dished dan tutup bawah berbentuk flat

Volume	: 286,798 m <sup>3</sup> / hari
Tinggi	: 10 m
Diameter	: 6,244 m
Tebal silinder alas	: 2,6 inc
Tebal silinder bawah	: 0,54 inc
Kebutuhan	: 4 buah

#### 7. Filter Press (Rdvt)

Fungsi : Memisahkan ekstrak dengan rafinat

Type : Rotary drum valcum filter (RDVF)

Komponen bahan masuk : 926852,800 kg / jam

: 2042783,571 lb / jam

Densitas campuran ( $\rho$ ) : 897,7 kg / m<sup>3</sup>

: 897,7 kg / m<sup>3</sup> x  $\frac{Llb / ft^3}{16,0185kg / m^3}$

: 56,0414 lb / ft<sup>3</sup>

Laju alir volume filtrat

$$= \frac{2042783,571lb / jam}{56,0414lb / ft^3}$$

$$= 36451,296 ft^3 / jam$$

$$= 10,125 ft^3 / detik$$

$$= 4545,424 galon / menit$$

Dari tabel 19 – 25 Perry edisi 5 hal 19 – 86 dipilih :

- Flow filtering
- Konsentrasi solid < 5 %
- Laju alir filtrat 0,01 – 13 galon / menit ft<sup>2</sup>

Dari Perry edisi 5 Tabel 19 – 23 Hal. 19 – 77 diperoleh dimensi rotary :

- Panjang Drum : 12 ft
- Diameter Drum : 8 ft
- Luas permukaan filtrat : 372 ft<sup>2</sup>

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Laju alir filtrat} &= \frac{4545,424 \text{ galon / menit}}{372 \text{ ft}^2} \\ &= 12,2188 \text{ galon / menit ft}^2 \end{aligned}$$

(jadi memenuhi syarat 0,01 – 13 galon / menit ft<sup>2</sup>)

Dari tabel 19 – 28 Perry edisi 5 solid dengan karakteristik larutan :

- Kapasitas 200 – 2000 lb / jam
- Tekanan vakum filtrasi > 16 – 29 in Hg
- Power lebih besar dari 1 HP

Kapasitas Rotary Drum Vakum Filter :

$$= \frac{2042783,571 \text{ lb / jam}}{372 \text{ ft}^2}$$

$$= 5491,353 \text{ lb / ft}^2 \cdot \text{jam}$$

Menentukan Power Rotary Drum Vakum Filter (dari Perry edisi 3 hal ... 989)

$$\begin{aligned} \text{Power Rotary Filter} &= 0,005 \times A \\ &= 0,005 \times 372 \\ &= 1,86 \text{ HP} \\ &= 1,39 \text{ kW} \end{aligned}$$

(Memenuhi Syarat yakni  $> 1 \text{ HP}$ )

- Jika efisiensi motor 80 % maka :

$$\begin{aligned} \text{Power} &= \frac{1,86}{0,8} = 2,325 \text{ HP} \\ &= 1,73 \text{ kW} \end{aligned}$$

Spesifikasi Rotary Drum Vacum Filter (RDVF)

Kode	: RDVF
Fungsi	: Memisahkan ekstrak dan rafinat
Kapasitas	: 5491,353 lb/ft <sup>2</sup> . jam
Laju Alir Filtrat	: 12,2188 galon/menit.ft <sup>2</sup>
Power RDVF	: 1,86 HP = 1,39 kW
Power motor	: 2,325 HP = 1,73 kW
Kebutuhan	: 2 buah

#### 8. TANGKI PENAMPUNG KELUAR RDVF

Fungsi	: Menampung hasil yang keluar dari RDVF
Type	: Silinder tegak dengan tutup atas bentuk dished dan tutup flat
$\rho$ campuran	: 875,696 kg/m <sup>3</sup> = 54,669 lb/ft <sup>3</sup>

$$\text{Laju Umpan masuk} = 218750,930 \text{ kg / jam}$$

$$= 482127,054 \text{ lb / jam}$$

$$\text{Volume bahan} = \frac{218750,932 \text{ kg / jam}}{875,696 \text{ kg / m}^3}$$

$$= 249,802 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

Direncanakan menggunakan 4 buah tangki, jadi volume bahan pada

$$\text{Setiap tangki} = 62,4505 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

$$\text{Volume Liquida} = 80 \%$$

$$\text{Volume tangki} = \frac{62,4505}{0,8} = 78,063 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

Perhitungan Diameter tangki (ot)

$$\text{Volume tangki total} = \text{Volume silinder} + \text{volume head}$$

$$= \frac{\pi}{4} \cdot Dt^3 \cdot Hs + 0,000076 \cdot Dt^3$$

$$\text{Tinggi silinder } Hs = \frac{3}{2} \times Dt$$

Maka :

$$78,063 = \frac{\pi}{4} \cdot Dt^3 \cdot 1,5 + 0,000076 \cdot Dt^3$$

$$78,063 = \frac{\pi}{4} \cdot Dt^3 \cdot 1,5 + 0,000076 \cdot Dt^3$$

$$Dt = 4 \text{ m} = 157,48 \text{ inc}$$

Jadi :

$$Hs = \frac{3}{2} \times 4 = 6 \text{ m} = 19,686 \text{ ft}$$

## Perhitungan Tekanan Perancang

## - Tekanan Hirostatis (PH)

$$\begin{aligned}
 Ph &= \rho \times q/qc \times h \\
 &= 54,54 \text{ lb/ft}^3 \times 1 \times 19,686 \text{ ft} \\
 &= 1076,213 \text{ lb/ft}^2
 \end{aligned}$$

- Tekanan Perancangan ( $\rho$ )

$$\begin{aligned}
 \rho &= PH + 5\% PH \\
 &= 1,05 \times 1076,213 \\
 &= 1,05 \times 1076,213 \text{ lb/ft}^2 \\
 &= 1130,023 \text{ lb/ft}^2
 \end{aligned}$$

## Perhitungan tebal dinding silinder dan tebal penutup atas.

- Tebal minimum dinding silinder ( $t_s$ )

$$\frac{P.R}{S.E - 0,6P} + C \dots \text{(Pers. 13 - 1 Brownel hal. 253)}$$

Direncanakan bahan yang digunakan adalah stainless stel 54 - 334 grade C (APPD hal. 335 Brownell and Young)

Dimana :

$t_s$  = Tebal minimum silinder

P (Tekanan Rancang) = 1130,032 lb/ft<sup>2</sup>

S (Allowble Stress) = 11,700 psi =  $8,07 \times 10^7$  N/m<sup>2</sup>

E (Efisiensi Pengelasan) = 80%

C (Faktor Korosi) = 3 mm = 0,003 m

R (Jari-jar silinder) =  $\frac{1}{2} \times D = \frac{1}{2} \times 4 = 2 \text{ m}$ .



Maka :

$$C_s = \frac{1130,932 \text{ lb/ft}^2 \times 78,74 \text{ in}}{(11.700 \text{ psix} 0,8) - (0,6 \times 1130,023 \text{ lb/ft}^2)} + 0,003 \text{ m}$$

$$= 10,251 \text{ in}$$

Diambil tebal aktual dinding silinder = 10,5 inc

- Tebal minimum penutup atas (th) :

$$th = \frac{0,88 \times P \times r}{S.E - 0,1P} + C \dots \text{ (Pers.13-12 Brownell Hal...258)}$$

$$= \frac{0,885 \times 1130,032 \times 2}{(11.700 \text{ psix} 0,8) - (0,1 \times 1130,023)} + 0,003$$

$$= 0,216 \text{ inc}$$

#### Spesifikasi Tangki Penampung Keluar RDVF

- Kode : TP - 03
- Fungsi : menampung hasil yang keluar dari RDVF
- Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk dished dan tutup bawah berbentuk flat.
- Volume : 78,063 m<sup>3</sup>/hari
- Tinggi : 6 m
- Diameter : 4 m
- Tebal silinder : Tebal tutup atas : 0,216 in
- Tebal tutup bawah : 10,251 in
- Kebutuhan : 4 buah

## 9. EVAPORATOR

Fungsi : Untuk menguapkan cairan Benzen dari steroid pada suhu 70°C dan keluar suhu 80°C.

Type : Evaporator

Media pemanas : Steam pada suhu 100°C

$\rho$  campuran : 993,961 kg/m<sup>3</sup> = 62,0529 lb/ft<sup>3</sup>

1. Dari perhitungan neraca massa dan panas

$$W_{\text{feed}} = 708101,868 \text{ kg/jam}$$

$$1560656,517 \text{ lb/ft}^3$$

$$W_{\text{Steam}} = 6611,408 \text{ kg/jam}$$

$$= 14571,548 \text{ lb/ft}^3$$

$$Q_{\text{Masuk}} = 14682114,940 \text{ kkal/jam}$$

$$= 14682114,940 \text{ kkal/jam} \times 3,9680 \text{ BTU/kkal}$$

$$= 58256302,080 \text{ BTU/jam}$$

2. LMTD

Fluida panas	Fluida dingin	Dift
100°C	80°C	20°C
100°C	70°C	30°C

direncanakan menggunakan 4 buah tangki, volume bahannya adalah 178,101 m<sup>3</sup>/jam.

Volume liquida = 90 % volume tangki.

$$\begin{aligned} \text{Volume tangki} &= \frac{100}{90} \times 178,101 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 197,89 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

#### Perhitungan Diameter tangki

$$\text{- Tinggi silinder, } H_s = \frac{3}{2} \times D$$

$$\text{- Luas penampang tangki } \quad A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$V = A \times H_s$$

$$V = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times \frac{3}{2} \times D$$

$$197,89 = 1,1775 D^3$$

$$D = 5,518 \text{ m} = 217,26 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi silinder, } H_s = \frac{3}{2} \times D$$

$$= \frac{3}{2} \times 5,518$$

$$= 8,277 \text{ m} = 27,15 \text{ ft}$$

#### Perhitungan tekanan perancangan

- Tekanan Hidrostatik, PH :

$$\begin{aligned} PH &= P \times g/gc \times H \\ &= 62,0529 \text{ lb/ft}^3 \times 1 \times 27,15 \text{ ft} \\ &= 1684,738 \text{ lb/ft}^2 \end{aligned}$$

- Tekanan Perancangan, P :

$$\begin{aligned} P &= PH + 5 \% PH \\ &= 1,05 \times 1684,738 \text{ lb/ft}^2 \\ &= 1768,975 \text{ lb/ft}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Tebal Dinding Silinder dan Penutup Atas

- Tebal minimum dinding silinder (ts) :

$$t_s = \frac{P.R}{S.E - 0,6P} + C \dots \dots \dots \text{(Pers. 13 - 1 Brownell hal 254)}$$

Direncanakan bahan yang digunakan adalah stainless steel 54 - 334 grade C (APP D hal... 335 Brownell and Young)

Dimana :

- P (Tekanan rancang) = 1768,975 lb / ft 2
- R (Jari-jari silinder) = 1/2 x D = 1/2 x 5,518 m = 2,759 m
- S (Allowble stress) = 11.700 psi = 8,07 x 10<sup>7</sup> N / m<sup>2</sup>
- E (Efisiensi pengelasan) = 80 %
- C (faktor korosi) = 3 mm = 0,003 m

Maka :

$$t_s = \frac{1768,975 \times 108,63}{(11.700 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 1768,975)} + 0,003 \text{ mc}$$

$$= 2,3 \text{ inc}$$

- Tebal minimum penutup atas (th) :

$$t_h = \frac{0,885 \times P \times R}{S.E - 0,6P} + C \dots \dots \dots \text{(Pers. 13 - 12 Brownell hal ... 258)}$$

$$= \frac{0,885 \times 1768,975 \times 2,759}{(11.700 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 1768,975)} + 0,003$$

$$= 0,473 \text{ inc}$$

Perhitungan penutup bawah berbentuk konis

$$\text{Sudut konis} = 45^\circ$$

- Tinggi Konis (HK) :

$$Tg = \frac{1/2 D}{h}$$

$$h = \frac{1/2 D}{tg \alpha} = \frac{1/2 \cdot 5,518}{tg 45^\circ} = 2,759 \text{ m}$$

- Tebal minimum konis (tc)

$$\begin{aligned} Tc &= \frac{\rho x D t}{2 \cos \alpha (S.E - 0,6 \rho)} + C \dots \dots \text{(Brownell, hal... 118)} \\ &= \frac{1768,975 x 5,18}{2 \cos \alpha \{(11.700 x 0,8) - (0,6 x 1768,975)\}} + 0,003 \\ &= 0,834 \text{ inc} \end{aligned}$$

Diambil tebal aktual konis = 1,5 inc

- Tinggi total tangki (H)

$$\begin{aligned} H &= \text{Tinggi silinder} + \text{tinggi tutup atas} + \text{tinggi konis} \\ &= 8,277 + 0,473 + 0,834 \\ &= 9,584 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan Jacket

$$A = t \cdot \pi \cdot d$$

$$T = \frac{A}{\pi \cdot d}$$

$$A = 29,813 \text{ ft}^2$$

$$d = 5,518 \text{ m} = 18,104 \text{ ft}$$

$$t = \frac{29,813 \text{ ft}^2}{3,14 \times 18,104 \text{ ft}} \quad t = 0,5245 \text{ ft}$$

### Spesifikasi Evaporator

Fungsi = Menguapkan Benzene dan steroid

Type = Evaporator berjacket

W feed = 1560656,517 lb/jam = 708101,868 kg/jam

W steam = 14571,542 lb/jam = 6611,408 kg/jam

Q masuk = 58258 632,080 BTU/jam = 14 682 114,940 kkal/jam

T = LMTD = 73,39°F

A = 29,813 ft<sup>3</sup> = 9,087 m<sup>3</sup>

Diameter tangki = 5,518 m

Tinggi Silinder = 8,277 m

Bahan konstruksi = carbon stell 54,33 gradee c

Jumlah = 4 buah

### 10 Tangki Penampung Keluar Evaporator

Fungsi = Menampung steroid yang keluar dari evaporator

Type = Empat persegi panjang

Laju umpan masuk = 5324,074 kg/jam = 221,836 kg/jam

Densitas bahan = 1 hari

Volume bahan =  $\frac{221,8364 \text{ kg} / \text{jam}}{993,961 \text{ kg} / \text{m}^3} = 0,2232 \text{ m}^3 / \text{hari}$

Waktu penampungan = 1 hari

$$\text{Volume bahan} = \frac{0,2232 \text{ m}^3 / \text{hari}}{0,2232 \text{ kg} / \text{m}^3} \times 1 \text{ hari}$$

Bahan yang mengisi bak 85 % dari volume bak :

$$\text{Volume BAK} = \frac{0,2232 \text{ m}^3}{0,85} = 0,2626 \text{ m}^3$$

Bak berbentuk empat persegi panjang :

Ukuran Bak :

- Kedalaman Bak (T) = 3 m

- Lebar Bak (L) = 10 m

- Panjang Bak (P) =  $\frac{V}{T.L} = \frac{0,2626 \text{ m}^3}{(3 \times 10) \text{ m}^2} = 0,0086 \text{ m}$

Spesifikasi tangki penampung steroid yang keluar dari evaporator

Kode = TP - 04

Type = Menampung steroid yang keluar dari evaporator

Konstruksi = Beton bertulang

Dimensi Bak :

- Lembar : 10 m

- Tinggi : 3 m

- Panjang : 0,0086 m

- Lama Penampungan : 1 hari

## 11. CONDENSOR

Fungsi	= Mengembunkan hasil atas kolom evaporator
Tekakan operasi	= 1 atm
Type	= 1 - 2 condensor (horizontal)
Rate	= 702777,794 kg/jam = 1548922,258 lb/jam
Titik didih	= 100°C : 212°F
Suhu air	= 25°C : 77°F

Direncanakan digunakan :

8 ft tube ¾ inc OD 16 BWG pitch segitiga <sup>15</sup>/<sub>16</sub> inc.

## 1. Neraca panas

Beban Condensor

$$= 17\,862\,268,930 \text{ kkal/jam}$$

$$= 70\,837\,043,660 \text{ BTU/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{rate air pendingin} &= \frac{17682,268930 \text{ kkal / jam}}{1 \times (50 - 25)} \\ &= 714490,757 \text{ kg / jam} \end{aligned}$$

Fluida Panas	Fluida Dingin	Δt
212°F	176°F	36°F
212°F	86°F	126°F

Suhu kalorik

$$T_c = T_1 = 212^\circ F$$

$$T_c = \frac{172 + 86}{2} = 131^\circ F$$



Penentuan harga  $U_D$ 

a. Asumsi :  $U_D = 75 - 150$

coba  $U_D = 100$

$$A_o = \frac{Q}{U_D \times LMTD} = \frac{70837,043660}{100 \times 71,84} = 9,8603 \text{ ft}^2$$

$$Nt = \frac{\Delta_D}{1 \times a^1} = \frac{9,8603}{8 \times 0,1963} = 6,2788$$

b. Coba tube pass  $n = 4$  dari Tabel 9

$$Nt = 47$$

$$I_D = 31 \text{ inc}$$

$$A_{\text{baru}} = Nt \times L \times a^1$$

$$= 47 \times 8 \times 0,1963$$

$$= 73,8088 \text{ ft}^2$$

$$U_D \text{ koneksi} = \frac{Q}{A \times LMTD} = \frac{70837,043660}{73,8088 \times 71,84} = 100,2 \text{ BTU / jam ft}$$

(memenuhi)

Fluida panas dalam shell

Untuk pressure drop yang rendah dipakai  $\beta \text{ max} = 3 \text{ L}$

$$C^1 = PT/OD = \frac{15}{16} - \frac{3}{4} = 0,1875$$

$$a_s = \frac{10 \times C^1 \times B}{144PT} = \frac{31 \times 0,1875 \times 31}{144 \times \frac{15}{16}} = 1,334 \text{ ft}^2$$

$$G_s = \frac{1537698,183 \text{ lb/jam}}{1,334 \text{ ft}^2} = 1152073,56 \text{ lb/jam ft}^2$$

$$G'' = \frac{m}{L \times Nt^{2/3}} = \frac{1537698,183}{8 \times 33500^{2/3}} = 184,9628$$

Assumsi  $h = h_0 = 200 \text{ BTU/ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$

$$h_{i0} = h_D + \frac{10}{OD} \rightarrow \text{dimana } OD = \frac{3}{4} \text{ in} = 0,0625 \text{ ft}$$

$$= 200 \times \frac{31}{0,75} = 8266,667 \text{ BTU/jam ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$T_w = t_a + \frac{h_o}{h_o + h_{i0}} (T_v - t_a) \dots (\text{fig. 5-31 kern})$$

$$= 131 + \frac{200}{(200 + 8266,667)} \cdot (212 - 131)$$

$$= 132,9^\circ \text{ F} = 133^\circ \text{ F}$$

$$t_f = \frac{T_w + T_v}{2} \dots (\text{fig 12-10 kem})$$

$$= \frac{133 + 212}{2}$$

$$= 172,5^\circ \text{ F}$$

$$K_f = 0,0878 \dots \dots \dots \text{Tabel 4}$$

$$S_f = 0,88 \dots \dots \dots \text{Tabel 6}$$

$$U_f = 0,378 \text{ Cp}$$

Dari fig 12,9 hal 267 kern :

$$H = hw = 160 \text{ BTU/jam ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$TW = ta + \frac{ho}{ho + hio}(TV - Ta) \dots \dots \dots (\text{fig 5,31 kern})$$

Dimana  $ta = tc$

$$TW = 131 + \frac{200}{(200 + 8266,667)}(212 - 131)$$

$$= 132,9 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Fluida dingin lewat tube :

Luas permukaan (at)

$$at = 0,302 \text{ (tabel kern)}$$

$$at = \frac{Nt \times at}{144 \times n} = \frac{33,5 \times 0,302}{144 \times 4} = 0,02 \text{ ft}^2$$

Kecepatan aliran massa (Gt)

$$Gt = \frac{wt}{at} = \frac{1537 \text{ } 698,183 \text{ lb/jam}}{0,02 \text{ ft}} = 76884909,15 \text{ lb/jam ft}^2$$

Kecepatan (v)

$$V = \frac{Gt}{3600 \times P} = \frac{76884909,15}{3600 \times 62,5} = 1334807,45 \text{ ft/dt}^2$$

$$T = 131 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\mu = 0,0125 \text{ cps} \dots \dots \dots (\text{fig 15 kern})$$

$$= 0,0125 \times 1,42$$

$$= 0,031 \text{ lb/ft jam}$$



$$D_s = 0,62 = 0,0517 \text{ ft}$$

$$\text{Ref} = \frac{GT \times ID}{\mu} = \frac{76884909,15 \times 0,0517}{0,031} = 128224187,2$$

Untuk

$$V = 1,335 \text{ ft} / \text{s}^2$$

$$t_c = 131 \text{ } ^\circ \text{F}$$

$$h_i = 350$$

$$h_{io} = h_i \times \frac{ID}{OD} \rightarrow OD = \frac{3}{4} \text{ inc} = 0,0625 \text{ ft}$$

$$= 350 \times \frac{0,62}{6,75}$$

$$= 289,333 \text{ BTU} / \text{jam ft} \text{ } ^\circ \text{F}$$

$$VC = \frac{h_o \times h_{io}}{h_o + h_{io}}$$

$$= \frac{160 \times 8266,667}{160 + 8266,667}$$

$$= 159,96 \text{ BTU} / \text{jam ft} \text{ } ^\circ \text{F}$$

$$RD = \frac{VC - UD}{VC \times UD}$$

$$= \frac{159,96 - 29,265}{159,96 \times 29,265}$$

$$= 0,023 \text{ jam ft} \text{ } ^2 \text{ } ^\circ \text{F} / \text{BTU}$$

$$\text{RD yang diisinkan} = 0,001$$

Rd hitung > Rd ketentuan berarti memenuhi syarat

### Pressure Drop

Fluida panas

1. Pada : TV = 212 0 F

$$\mu = 0,0095 \text{ cps} \dots \dots \text{ (fig 15 kern)}$$

$$= 0,0095 \times 2,45$$

$$= 0,023 \text{ lb / jam ft}$$

$$De = 0,55 \text{ in} = 0,0458 \text{ ft} \dots \dots \text{ (fig 28 kern)}$$

$$\text{Ris} = \frac{DexGs}{\mu}$$

$$= \frac{0,0458 \times 1152073,56}{0,023}$$

$$= 22941,290$$

$$f = 0,0023 \dots \dots \text{ ( fig 29 kern)}$$

$$2. N + 1 = \frac{12 \times L}{8} = \frac{12 \times 8}{31} = 2,09 \cdot 10^{-3} \text{ psi}$$

$$3. \Delta pr = \frac{\Delta n \cdot v^2 \cdot 62,5}{sg \cdot 2g \cdot 144}$$

$$= \frac{4 \times 4 \times (1,335)^2 \cdot 62,5}{1 \times 2 \times 32,2 \times 144}$$

$$= 0,1922 \text{ psi}$$

$$4. \Delta pt = 2,09 \cdot 10^{-3} + 0,1922$$

$$= 0,19429$$

Spesifikasi Kondensor

Fungsi : Menggemburkan hasil atas kolom evaporator

Type : 1 – 2 condensor

Tekanan : 1 atm

Suhu bahan masuk :  $100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$

Suhu bahan keluar :  $25^{\circ}\text{C} = 77^{\circ}\text{F}$

Laju alir uap :  $697685,201 \text{ kg / jam} = 1537698,183 \text{ lb / jam}$

Suhu pendingin masuk condensor =  $25^{\circ}\text{C} = 77^{\circ}\text{F}$

Suhu pendingin keluar condensor =  $80^{\circ}\text{C} = 170^{\circ}\text{F}$

Q =  $70837,043660 \text{ BTU / jam}$

=  $17862,268930 \text{ kkal / jam}$

A =  $73,8088 \text{ ft}^2 = 22,4972 \text{ m}^2$

VC =  $159,96 \text{ BTU / jam ft}^{20}\text{F}$

UD =  $100,2 \text{ BTU / jam ft}^{20}\text{F}$

Rd =  $0,023 \text{ jam ft}^{20}\text{F / BTU}$

Ukuran shell

ID = 3 inc

Ukuran tube

Jumlah tube = 9 buah

Jumlah pass = 4 buah

Pitch = pitch segitiga 15 / lb in

Panjang tube = 8 ft

$$\begin{aligned} \text{BWG} &= 16 \\ \text{OD} &= \frac{3}{4} \text{ inc} \\ \text{Jumlah} &= 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

## 12. DEKANTER

$$\begin{aligned} \text{Fungsi} &= \text{untuk memisahkan Benzen dari air} \\ \text{Type} &= \text{Silinder tegak dengan tutup bawah berbentuk konis} \\ \text{Laju umpan masuk} &= 702777,794 \text{ kg/jam} \\ \text{Densitas bahan} &= 874,04 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Volume bahan} &= \frac{702777,794 \text{ kg/jam}}{874,04 \text{ kg/m}^3} = 804,057 \text{ m}^3 / \text{jam} \\ \text{Tinggi liquida} &= 90\% \text{ volume tangki} \\ \text{Volume tangki} &= \frac{804,057}{0,9} = 893,400 \text{ m}^3 / \text{jam} \\ \text{Tinggi Silinder, HS} &= \frac{3}{2} \times D \\ \text{Luas permukaan, A} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \\ V &= A \times HS \\ &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times \frac{3}{2} \times D \\ 893,400 &= 1,1775 D^3 \\ D &= 9,0642 \quad \text{m} = 9,2 \text{ m} \\ \text{Tinggi Selinder} &= \frac{3}{2} \times 9,0642 \\ &= 13,5963 \text{ m} \end{aligned}$$

Tutup bawah berbentuk konis ( $45^\circ$ )

$$\begin{aligned} HC &= \frac{1}{2} \times Tg \alpha \\ &= \frac{1}{2} \text{ tg } 45^\circ \\ &= 0,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Tinggi total tangki

$$\begin{aligned} H &= HS + HC \\ &= 13,5963 + 0,5 \\ &= 14,0963 \text{ m.} \end{aligned}$$

#### Spesifikasi Dekanter

Kode	= DK
Fungsi	= untuk memisahkan Benzen
Volume bahan	= 789,230 m <sup>3</sup> /jam
Volume tangki	= 876,92 m <sup>3</sup> /jam
Diameter	= 9,2 m
Tinggi tangki	= 14 m
Type	= silinder tegak dedngan tutup bawah berbentuk konis
Jumlah	= 1 buah

#### 13. SCREW CONVEYOR

Fungsi	= mengangkut steroid ke rotary dryer
Rate bahan	= 5324,074 kg/jam
	= 11734,259 lb/jam



Power minimum

$$P = \frac{CxLxWxF}{33.000}$$

Dimana :

$$W \text{ (Bulk densitas)} = 60 \text{ lb/ft}^3$$

$$C \text{ (Kapasitas)} = \frac{11734,259 \text{ lb/jam}}{60 \text{ lb/ft}^3}$$

$$F \text{ (Faktor bahan)} = 2,5$$

$$L \text{ (Panjang conveyor)} = 10 \text{ m} = 32,808 \text{ ft}$$

Maka :

Power minimum yang dibutuhkan :

$$P = \frac{382,6389 \times 32,808 \times 60 \times 2,5}{33.000}$$

$$= 5,7061 \text{ HP} = 6 \text{ HP} = 4,474 \text{ kw}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 70 \% \text{ ..... (fig 14-36, Peter ... 520)}$$

$$P = \frac{5,7061}{0,7} = 8,151 \text{ HP}$$

#### Spesifikasi Screw conveyor

Kode = S - C

Fungsi = mengangkat steroid menuju rotary dryer

Kapasitas = 22958,334 lb/jam

Panjang = 10 m = 32,808 ft

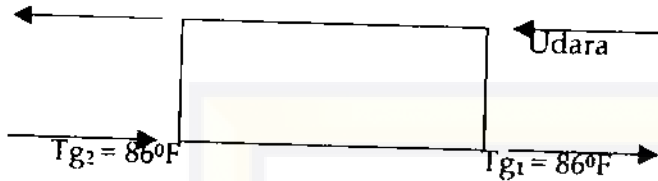
Power motor = 8,151 HP = 6,08 kw

Kebutuhan = 1 buah

## 14. Rotary Dryer

Fungsi = untuk mengeringkan kristal steroid sampai kadar 20%

Type = counter current indirect head rotary dryer



- Masuk

Steroid basah = 5324,074 kg/jam = 11734,259 lb/jam

- Keluar

Steroid kering = 2125,737 kg/jam = 4685,1243 lb/jam

H<sub>2</sub>O menguap = 32,0286 kg/jam = 77,2240 lb/jam

Cp steroid = 0,387 kkal/kg °C = 0,387 BTU/lb °F

Mencari suhu Wet bulb pada interval (tw)

$$\frac{hg}{2gxKGxP} = 0,26 \dots \dots \text{(Badger tabel 8 - 1 hal. 384)}$$

Dimana :

hg = koefisien perpindahan panas fasa gas, BTU/jam ft °F

KG = koefisien perpindahan massa fasa gas, lb/jam ft °F

P = Tekanan total, atm

Udara yang dipakai

Suhu dry bulb = 80°F

Suhu web bulb = 77°F

Absolut humidity udara (WE) = 0,018 lb uap air/lb udara kering (badger 8-3)

Asumsi  $t_w = 105^\circ\text{F}$

Absolut humidity udara jenuh (Ww) = 0,045 lb uap air/lb udara kering

$$\lambda_w = 1034,3 \text{ BTU/lb}$$

$$W_w - W_G = 0,045 - 0,018$$

$$= 0,03 \text{ lb uap air / lb udara kering}$$

$$\theta = \frac{hg(tg_1 - t_w)}{2g \times KG \times P \times \lambda W} = \frac{0,26(230 - 105)}{1034,3} = 0,03$$

Syarat :  $\theta = W_w - W_G$  . . . . . (Badger, pers. 8 - 29)

$$0,03 = 0,03$$

Mencari suhu udara keluar

Syarat, NTU = 1,5 - 2,5

Ditetapkan, NTU = 1,5

$$\text{NTU} = \text{Ln} \left[ \frac{tg_1 - t_w}{tg_2 - t_w} \right] \dots \dots \text{(Badger pers. 10 - 17)}$$

Dimana :

$tg_1$  = suhu udara masuk

$tg_2$  = suhu udara keluar

$$1,5 = \text{Ln} \left[ \frac{230 - 110}{tg_2 - 110} \right]$$

$$tg_2 = 137^\circ\text{F} = 58,33^\circ\text{C}$$

Kebutuhan panas

$$\text{Berat umpan} = 11734,259 \text{ lb/jam}$$

$$\text{H}_2\text{O yang menguap} = 77,2240 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Steroid kering} = 11734,259 - 77,2240$$

$$= 11657,035$$

Kandungan air dalam produk.

$$\frac{x}{11657,035 + x} = 0,02$$

$$x = 0,36645 \times 0,02x$$

$$x - 0,02x = 0,36645$$

$$x = 0,374 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Total produk} = 11657,035 + 0,374 = 11657,409 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Uap air} = 77,2240 - 0,374 = 76,85 \text{ lb/jam}$$

Panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu produk :

$$\begin{aligned} Q &= WC \times C_p \times (t_1 - t_2) + W_{\text{air}} \times C_p_{\text{air}} \times (t_1 - t_2) \\ &= 11657,035 \times 0,387 \times (140 - 86) + 0,374 \times 1 \times (140 - 86) \\ &= 243628,913 \text{ BTU/jam} \end{aligned}$$

$$\lambda_{\text{air pada } 105^\circ\text{F}} = 1034,3 \text{ BTU/lb} \dots \text{ (Kern, tab 7 p. 8,7)}$$

$$C_p_{\text{uap air pada } 105^\circ\text{F}} = 0,45 \text{ BTU/lb} \dots \text{ (Kern, fig 3 p. 805)}$$

Panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air :

$$\begin{aligned} Q_L &= ML (C_p_{\text{uap}} (t_w - t_2) + \lambda_{\text{air}} + C_p_{\text{uap air}} (t_{g1} - t_w)) \\ &= 76,85 (1(105 - 86) + 1034,3 + 0,45 (230 - 105)) \\ &= 85268,975 \text{ BTU/jam.} \end{aligned}$$

- Total panas yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} Q_t &= 243628,913 + 85268,975 \\ &= 328897,888 \text{ BTU/jam} \end{aligned}$$

- Panas humidity rata-rata udara masuk

$$\begin{aligned} &= 0,24 + 0,455 \text{ WG} \\ &= 0,24 + 0,45 \cdot (0,018) \\ &= 0,2481 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

Digunakan panas humidity rata-rata  $CS = 0,25$

$$G'GS \times CS (t_{g1} - t_{g\lambda}) = gt$$

$$G'GS \times 0,25 (230 - 137) = 328897,888 \text{ BTU/jam}$$

$$G'GS \times 23,35 = 328897,888$$

$$G'GS = 14146,146 \text{ lb velocity, lb udara kering/jam}$$

Dimana :

$G'GS$  = superficial massa velocity, lb udara kering/jam

$S$  = luas penampang dryer, ft

$$\begin{aligned} W_2 &= \frac{W_{\text{uap}}}{G'GS} + WG \\ &= \frac{76,85}{14146,146} + 0,018 = 0,0234 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CS_2 &= 0,24 \times 0,45 \cdot W_2 \\ &= 0,24 + 0,45 \cdot (0,0234) = 0,02505 \end{aligned}$$

$$CS = \frac{CS_1 + CS_2}{2} = \frac{0,2481 + 0,2505}{2} = 0,2493$$

Jadi pemisahan  $CS = 0,25$  (memenuhi)

Diameter Dryer

Humidity udara jenuh pada  $t_{g2} = 137^{\circ}\text{F}$

$$= 1,3945 \text{ lb air/lb udara kering} \dots (\text{Perry ed 6 bab 12 - 1})$$

Maka persentase humidity udara keluar

$$= \frac{0,0211 \times 100}{1,3945} = 1,51\%$$

Sehingga :  $1,1 \times 14146,146 = 15560,7606 \text{ lb udara kering/jam}$

$$\begin{aligned} G'GS &= 15560,7606 \left[ 1 + W_2 \frac{G'GS}{15560,7606} \right] \\ &= 15560,7606 \left[ 1 + 0,0234 \frac{14146,146}{15560,7606} \right] = 15891,7804 \text{ lb udara/jam} \end{aligned}$$

Dari Mc cabe 4 ed hal 733 range kecepatan massa

Untuk udara = 4000 - 5000 lb/ft. jam

Diambil = 1000 lb/ft. jam

$$S = \frac{15891,7804}{1000}$$

$$S = 15,8917 \text{ ft}$$

$$= \frac{\pi}{4} \cdot D^3$$

$$D^3 = \frac{15,8917 \times 4 \text{ ft}}{3,14} = 63,5668$$

$$D = 8,0961 \text{ ft}$$

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot (8,0961)^2 = 51,4542 \text{ ft}^2$$

Overall head transfer koefisien :

$$Ua = \frac{15(GG)^{0,16}}{D}$$

$$GG = \frac{G'GS}{S} = \frac{15891,7804}{51,442} = 308,8529 \text{ lb / jam.ft}$$

$$Ua = \frac{(308,8529)^{0,16}}{8,0961} = 4,6363 \text{ BTU / jam.ft}^0 \text{ F}$$

Perhitungan volume dryer

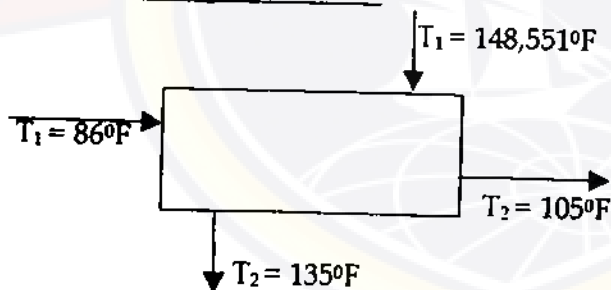
Keterangan :

$Q_p$  = panas yang dibutuhkan untuk pemanasan solid dari basah dan suhu masuk ke suhu web buld.

$Q_v$  = Panas yang dibutuhkan untuk memanaskan produk dari suhu wet buld ke suhu keluar

$Q_s$  = panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air pada suhu wet buld.

Periode pemanasan pendahuluan



$$\begin{aligned} Q_p &= WG \times CP \times (T_2 - T_1) + W_{\text{air}} \times C_p \text{ air} (T_w - t_1) \\ &= 11657,035 \times 0,387 (105 - 86) + 77,2240 \times 1 (105 - 86) \\ &= 87181,4344 \text{ BTU/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pembahasan temperatur udara} &= \frac{QP}{Qt} (tg1 - tg2) \\
 &= \frac{87181,4344}{328897,888} (230 - 137) \\
 &= 0,265^{\circ} F
 \end{aligned}$$

Suhu udara pada periode pendahuluan/perheating :

$$\begin{aligned}
 &= 137^{\circ} F + 0,265^{\circ} F \\
 &= 137,265^{\circ} F
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta tp &= \frac{(137 - 86)(137,265 - 105)}{\ln \left[ \frac{(137 - 86)}{(137,265 - 105)} \right]} \\
 &= 43,843^{\circ} F
 \end{aligned}$$

Periode pemanasan

$$\begin{aligned}
 QS &= WG \times Cp \times (t2 - tw) + W \text{ air dalam produk} \times Cp \text{ air} (t2 - tw) \\
 &= 11657,035 \times 0,387 \cdot (140 - 105) + 0,374 \times 1 (140 - 105) \\
 &= 157907,629 \text{ BTU/jam}
 \end{aligned}$$

Perubahan temperatur udara

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Qs}{Qt} (tg_1 - tg_2) \\
 &= \frac{157907,629}{328897,888} (230 - 137) \\
 &= 0,480^{\circ} F
 \end{aligned}$$

Suhu udara pada periode pemanasan :

$$\begin{aligned}
 &= 230^{\circ} F - 0,5115^{\circ} F \\
 &= 229,5199^{\circ} F
 \end{aligned}$$



$$\Delta t_s = \frac{(229,5199 - 105)(230 - 140)}{\ln \left[ \frac{(229,5199 - 105)}{(230 - 140)} \right]}$$

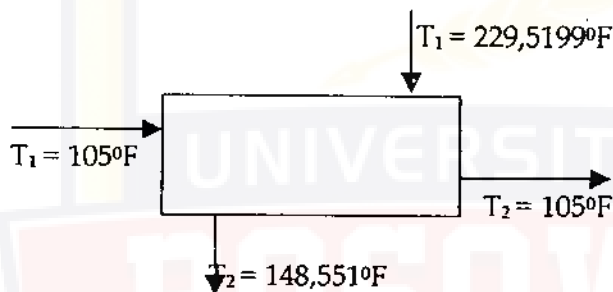
$$= 106,327^\circ F$$

Periode penguapan

$$Q'C = Q_t - (Q_p + Q_s)$$

$$= 328897,888 - 87181,4344 + 157907,692$$

$$= 83808,825 \text{ BTU/jam}$$



$$\Delta t_v = \frac{(229,5199 - 105) - (148,551 - 105)}{\ln \left[ \frac{(229,5199 - 105)}{(148,551 - 105)} \right]}$$

$$= 77,0741^\circ F$$

$$\frac{1}{(\Delta t)m} = \left[ \frac{g_p}{g_s} \right] \left[ \frac{1}{\Delta t_p} \right] + \left[ \frac{g_s}{g_t} \right] \left[ \frac{1}{\Delta t_s} \right] + \left[ \frac{g_v}{g_t} \right] \left[ \frac{1}{\Delta t_v} \right]$$

$$= \left[ \frac{87181,434}{328897,888} \right] \left[ \frac{1}{43,843} \right] + \left[ \frac{157907,629}{328897,888} \right] \left[ \frac{1}{106,327} \right] + \left[ \frac{83808,825}{328897,888} \right] \left[ \frac{1}{77,0741} \right]$$

$$(\Delta t)m = 72,464^\circ F$$

$$Q_t = Vax(\Delta t)mxSxL$$

$$L = \frac{Q_t}{V_{ax}(m) \times S} = \frac{328897,888}{4,6363 \times 51,4542 \times 72,464} \\ = 19,025, ft$$

Syarat :

$$L/D = 4 - 10$$

$$= \frac{19,025}{8,0961} = 2,3498 \text{ (memenuhi)}$$

$$(NTU)_P = \frac{(137 - 688) - (137,265 - 105)}{43,843} \\ = 0,4273$$

$$(NTU)_V = \frac{(229,5199 - 105)}{77,0741} \\ = 1,6155$$

$$(NTU)_S = \frac{(229,5199 - 105) - (230 - 140)}{106,327} \\ = 0,3246$$

$$(NTU)_t = 0,4273 + 1,6155 + 0,3246 \\ = 2,3674 \dots \text{ (memenuhi)}$$

$$\text{Range}(NTU)_t = 1,5 - 2,5$$

Menghitung Power

Total HP untuk penggerak Rotary Dryer

$$= 0,5 D^2 - 1,0 D^2 \dots \dots \text{(Perry, ed. 5 hal. 20-36)}$$

Ditetapkan power =  $0,5 \times D^2$

$$= 0,5 (8,0961)^2$$

$$= 32,7734 \text{ HP}$$

Efisiensi motor = 08 % . . . . . (Peter Hal. 521)

Power motor =  $\frac{32,7734}{0.8}$

$$= 40,9667 \text{ HP}$$

Spesifikasi Rotary Dryer

Kode = RD

Fungsi = meningkatkan steroid basah hingga kadar air 2%.

Type = Counter, Current, Indirect, Head Rotary Dryer

Bahan = Carbon stell

Kapasitas = 11734,259 lb/jam

Diameter = 8,0961 ft

Panjang = 19,025 ft

Power = 40,9667 HP

Perhitungan pompa

Pompa = (P-01)

Fungsi = Memompa larutan  $C_6H_6$  ke ekstraktor.

Type : Centrifugal pump

Rate bahan : 695139,600 = 1532087,678 lb / jam

Viskositas larutan ( $\mu$ ) = 0,6468 Cp = 4,346 x 10<sup>-4</sup> lb / ft.df

Densitas larutan (P) = 873,7 kg / m<sup>3</sup> = 54,543 lb / ft<sup>3</sup>

Laju alir volumetrik, Q =  $\frac{1532087,678}{54,543}$

= 28089,538 ft<sup>3</sup> / jam

= 7,8026 ft<sup>3</sup> / dt

Direncanakan menggunakan pipa dengan :

- Panjang (L) = 100 ft
- Head max ( $\Delta Z$ ) = 5 ft
- 1 gate valve dan 3 1 / bow 90<sup>0</sup>

Menentukan diameter pipa

- Asumsi : Aliran turbulen

Diameter pipa optimum :

$$\begin{aligned} D_{opt} &= 3,9 \times (Q)^{0,045} \times (P)^{0,13} \dots \text{(Peter hal. 496)} \\ &= 3,9 \times 7,8026^{0,045} \times 54,543^{0,13} \\ &= 7,194 \text{ inc} \end{aligned}$$

Jadi direncanakan menggunakan pipa dengan ukuran :

$$\begin{aligned} D \text{ nominal} &= 8 \text{ in schedule 80} \dots \text{(Peter, tabel 13 hal. 888)} \\ ID &= 7,625 \text{ in} = 0,635 \text{ ft} \\ OD &= 8,625 \text{ in} = 0,718 \text{ ft} \\ A &= 45,7 \text{ in}^2 = 0,317 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan Aliran (V)} = \frac{Q}{A} = \frac{7,8026}{0,317} = 24,613 \text{ ft/dt}$$

Menentukan friksi yang bekerja pada pompa

$$N_{re} = \frac{\rho \cdot VP}{\mu} = \frac{54,543 \times 24,613 \times 0,635}{4,346 \times 10^{-4}} = 1961496,676$$

$$N_{re} > 2100 \longrightarrow \text{asumsi benar}$$

Bahan pipa yang digunakan commercial stell dengan :

$$\varepsilon = 0,00015 \text{ ft} \dots \dots \text{(A. Foust. APPT -1 hal 717)}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,00015}{0,635} = 0,00023 \longrightarrow F = 0,000252$$

Panjang Equivqlen  $\alpha$  1 gate value dan 3 elbow standar  $90^\circ$

Perhitungan panjang Equivalen ( $L_e$ )

$$\text{Panjang pipa lurus} = 100 \text{ ft}$$

$$\text{Gate value, } L_e = 1 \times 13 \times 0,635 = 8,255 \text{ ft}$$

$$\text{Elbow } 90^\circ, L_e = 3 \times 13 \times 0,635 = 57,15 \text{ ft}$$

$$\text{Total } L_e = 100 + 8,255 + 57,15 = 165,405 \text{ ft}$$

$$F = \frac{f \times V^2 \times L_{e,tot}}{2 \times g_c \times D} = \frac{0,000252 (24,613)^2 \times 165,405 \text{ ft}}{2 \times 32,174 \times 0,635} = 0,618 \text{ ft}$$

Perhitungan daya pompa

$$W_s = \Delta Z \cdot \frac{g}{g_c} + \frac{\Delta V^2}{2 \alpha g_c} + \frac{\Delta P}{P} + F$$

Dimana :

$$\Delta V = 0, \quad V_1 = V_2$$

$$\Delta P = 0 \text{ (tidak ada perubahan tekanan)}$$

Maka :

$$\begin{aligned} W_s &= 5 \text{ ft} + 0,618 \text{ ft} \\ &= 5,618 \text{ ft lbf / lbm} \end{aligned}$$

Menentukan tenaga penggerak pompa

$$\text{WHP} = \frac{W_s \times Q \times p}{550} = \frac{5,618 \times 7,8026 \times 54,543}{550} = 4,35 \text{ HP}$$

$$\text{Efisiensi pompa } (\eta) = 80 \%$$

$$\text{BHP} = \frac{4,35 \text{ HP}}{0,8} = 5,44 \text{ HP}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 85 \%$$

$$\text{HP} = \frac{5,44}{0,85} = 6,4 \text{ HP}$$

Jadi direncanakan menggunakan pompa dengan power motor = 30 HP

Spesifikasi pompa

Kode	: P-01
Fungsi	: mengalirkan larutan $C_6H_6$ ketangki ekstraktor
Type	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 695139,600 kg / jam = 1532087,678 lb / jam
Power	: 6,4 HP
Bahan	: Commercial steel
Jumlah	: 1 buah

Dengan cara yang sama diperoleh spesifikasi pompa yang lain adalah sebagai berikut :

Kode Pompa	Kapasitas (lb / jam)	Type pompa	Power (HP)	Bahan	Jumlah
P - 02	2042783,571	Centrifugal pump	11,5	Commercial steel	1 buah
P - 03	1537689,183	Centrifugal pump	11,0	Commercial steel	1 buah

*LAMPIRAN D*  
*UTILITAS*

**BOSOWA**





## LAMPIRAN D

UTILITASA. KEBUTUHAN AIR1. Air Pendingin

* Kondensor	= 714490,757 kg/jam
* <u>Cooler Heat Exchange</u>	= <u>617026,769 kg/jam</u>
Total	= 1331517,521 kg/jam

Air pendingin yang telah digunakan selanjutnya dimanfaatkan kembali setelah didinginkan dalam cooling tower. Untuk menutup kehilangan air selama proses, maka diadakan penambahan air pendingin.. Diperkirakan air pendingin yang ditambahkan (make up) 10 % dari kebutuhan air seluruhnya. Sehingga jumlah make up air pendingin :

$$= 0,1 \times 1331517,521 \text{ kg/jam}$$
$$= 133151,75 \text{ kg/jam}$$

2. Air Pembangkit Steam

* Ekstraktor	= 68084,863 kg/jam
* Cooler Heat Exchange	= 6292,850kg/jam
* <u>Rotary Dryer</u>	= <u>215,171 kg/jam</u>
Total	= 74593,430 kg/jam

3. Air Keperluan Poliklinik, Kantor, Karyawan, Perumahan, dan lain lain.

- \* Untuk keperluan poliklinik diperkirakan :

$$= 1.000 \text{ ltr/hari}$$

$$= 1.000 \text{ kg/hari}$$

- \* Untuk keperluan karyawan

Jumlah karyawan diperkirakan 300 orang. Dengan kebutuhan air per orang 100 ltr/hari. Jadi air yang disediakan :

$$= 300 \text{ orang} \times 100 \text{ ltr/hari}$$

$$= 30.000 \text{ ltr/hari}$$

$$= 30.000 \text{ kg/hari}$$

- \* Untuk keperluan perumahan

Diperkirakan perusahaan menyediakan 20 buah rumah dan setiap rumah dihuni 6 orang dan kebutuhan air setiap orang = 250 ltr/hari.

Maka kebutuhan air untuk perumahan :

$$= 20 \text{ rumah} \times 6 \frac{\text{orang}}{\text{rumah}} \times 250 \text{ ltr/hari/orang}$$

$$= 30.000 \text{ ltr/hari}$$

$$= 30.000 \text{ kr/hari}$$

- \* Untuk keperluan kebersihan, tanaman, pemadam kebakaran dan lain-lain.

Diperkirakan air yang digunakan :

$$= 20.000 \text{ ltr/hari}$$

$$= 20.000 \text{ kg/hari}$$

Sehingga total kebutuhan air untuk poliklinik, karyawan, perumahan, kebersihan, tanaman pemadaman kebakaran, dan lain-lain.

$$= 1.000 + 30.000 + 30.000 + 20.000$$

$$= 81.000 \text{ kg/hari}$$

$$= 3.375 \text{ kg/hari}$$

maka kebutuhan air secara keseluruhan :

1. Air pendingin	= 1.331.517,521 kg/jam
2. Air pembangkit steam	= 74.593,430 kg/jam
3. <u>Air kebutuhan kantor &amp; perumahan</u>	= <u>3.375,000 kg/jam</u>
Total	= 1.409.485,951 kg/jam

Total kebutuhan air = 1.409.485,951 kg/jam

Kebutuhan air diambil dari sungai sebesar = 1.500.000 kg/jam

#### **SPEKIFIKASI ALAT-ALAT UTILITAS**

##### **1. BAK PENAMPUNGAN AIR SUNGAI**

Fungsi = Menampung air sungai pada tahap pendahuluan dengan mengendapkan partikel-partikel berat dalam air yang berasal dari sungai.

Bentuk = Bak persegi panjang

Bahan = Beton bertulang

Direncanakan waktu tinggal 6 jam.

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air} &= 1.500.00 \text{ kg/jam} \\ &= 1.500.000 \text{ ltr/jam} \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan 10 buah Bak.

$$\text{Kebutuhan air} = \frac{1.500.000 \text{ ltr/jam}}{10} = 150.000 \text{ ltr/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume air} &= 150.000 \text{ ltr/jam} \times 6 \text{ jam} \\ &= 900.000 \text{ ltr} \\ &= 900 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Faktor Keamanan 20 %

$$\begin{aligned} &= 900 \text{ m}^3 \times 1,2 \\ &= 1080 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Bak} &= p \times l \times t \rightarrow \text{dimana : } p = 10.a \\ &= 10a \times 6a \times a & l &= 6.a \\ &= 60a^3 & t &= 1.a \end{aligned}$$

$$1.080 \text{ m}^3 = 60a^3$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{1.080}{60}} = 3\sqrt{18} = 2,62m$$

Sehingga ukuran Bak :

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 10 \times 2,62 \text{ m} = 2,62 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 6 \times 2,26 \text{ m} = 15,72 \text{ m} \\ \text{Tinggi} &= 1 \times 2,62 \text{ m} = 2,62 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\rho \text{ endapan} = 116,93 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} = 1.873 \text{ kg/m}^3$$

$$D \text{ partikel} = 115 \mu\text{m} = 3,81 \cdot 10^{-4} \text{ ft} = 1,16 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$\mu \text{ Air} = 0,8945 \text{ cp} = 0,8945 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m} \cdot \text{dtk}$$

$$\rho \text{ air} = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

Kecepatan pengendapan ( $V$ ) digunakan persamaan 17. Brown.

$$\begin{aligned} V &= \frac{g \cdot Dp^2 (P_p - P_{Air})}{18 \mu} \\ &= \frac{9,8 \text{ m/dtk}^2 (1,16 \cdot 10^{-4})^2 \times (1873 - 1000) \text{ kg/m}^3}{18 (0,8945 \cdot 10^{-3}) \text{ kg/m.dtk}} \\ &= \frac{1,151214624 \cdot 10^{-4})^2 \times (1873 - 1000) \text{ kg/m}^3}{18 (0,8945 \cdot 10^{-3}) \text{ kg/m.dtk}} \\ &= 0,007 \text{ kg/dtk} \end{aligned}$$

## 2. TANGKI LARUTAN TAWAS

Fungsi = Menyediakan larutan tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) untuk dicampur kedalam aliran sungai yang masuk ke tangki kongulasi.

Manfaat menambahkan larutan tawas untuk mengikat partikel-partikel halus yang ada sehingga akan terbentuk gumpalan-gumpalan yang besar yang akhirnya mengendap. Tingkat pemberian tawas disesuaikan dengan kebutuhan air. (turbidity).

Bentuk tangki silinder tegak berpengaduk

Debit air masuk = 1.500.000 kg/jam

Dirancang tangki untuk menampung larutan tawas selama 2 hari

Tingkat kekeruhan air diperkirakan 500 ppm.

Injeksi tawas adalah 10% dari kekeruhan

$$= 0,1 \times 500 = 50 \text{ ppm}$$

$$\text{Kebutuhan Tawas} = (50 \cdot 10^{-6}) \times 1.500.000 \text{ kg/jam}$$

$$= 72 \text{ kg/jam}$$

larutan tawas yang digunakan 10%.

$$\text{Kebutuhan larutan tawas} = 72 \text{ kg/jam} \times \frac{100}{10}$$

$$= 720 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Volume larutan tawas} = 720 \text{ kg/jam} \times 48 \text{ jam}$$

$$= 34.560 \text{ kg}$$

$$\text{Anggap 1 kg larutan} = 1 \text{ liter}$$

$$\text{Sehingga volume larutan tawas} = 34.560 \text{ ltr}$$

Faktor keamanan 20%

$$\text{Volume tangki} = 1,2 \times 34.560 \text{ ltr}$$

$$= 41.472 \text{ ltr}$$

$$= 41,472 \text{ m}^3$$

direncanakan tangki berbentuk silinder tegak dengan tutup bawah dimana

$$D/H=1$$

$$V_T = V_s + V_c \quad \longrightarrow \quad V_s = \frac{1}{4} \pi D^3 = 0,785 D^3$$

$$V_c = \frac{11}{4} \pi \frac{D}{2} \cdot 0,5 D = 0,98125 D^3$$

$$V_T = 0,785 D^3 + 0,098125 D^3$$

$$V_T = 0,883125 D^3$$

$$43,2 \text{ m}^3 = 0,883125 D^3$$

$$D = 3 \sqrt{\frac{43,2 \text{ m}^3}{0,883125}} = 3,66 \text{ m}$$

Diambil overdesign untuk tinggi tangki 20 % maka ukuran tangki :

$$\text{Diameter Tangki} = 3,66 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Silinder} = 1,2 \times 3,66 \text{ m} = 4,4 \text{ m}$$

$$\text{Diameter Conis} = \frac{1}{2} \cdot D_T = \frac{1}{2} \times 3,66 = 1,83 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Conis} = D_{\text{Conis}} = 1,83 \text{ m}$$

$$\text{Sudut Conis} = 45^\circ$$

Tebal Tangki dengan faktor korosi  $\frac{1}{8}$  in (0,725 in) diambil  $\frac{1}{8}$  in (0,1875 in)

Tangki dilengkapi dengan pengaduk agar larutan tetap homogen pemilihan pengaduk (GG. Brown Hal.503) dipilih :

$$\text{Jenis Impeller} = \text{Marine propeller dengan 3 Blade}$$

$$\text{Diameter Impeller} = \frac{1}{3} \times 3,66 \text{ m} = 1,22 \text{ m}$$

$$\text{Putaran} = 60 \text{ rpm}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 80 \%$$

$$\text{Power} = 1 \text{ Hp}$$

$$\text{Bahan} = \text{Baja Karbon}$$

$$\text{Jumlah} = 1 \text{ Buah}$$

### 3. TANGKI LARUTAN KAPUR

Fungsi : menyediakan larutan kapur (line solution) untuk diinjeksikan ke dalam tangki koagulan.

Fungsi penambahan larutan kapur untuk mengubah sifat air menjadi basa atau mengatur pH air agar dapat dicapai pH yang optimum untuk membantu terbentuknya flokulasi.

Bentuk alat : Tangki silinder dengan pengaduk tutup bawah berbentuk konis.

Jumlah air masuk : 1.500.000 kg/jam

Kadar kapur aktif yang tersedia 80 %

Penambahan larutan kapur dalam air yang diperlukan. 125 ppm

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan kapur aktif} &= \frac{1.500.000 \times 125 \cdot 10^{-3}}{0,8} \\ &= 234,375 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Larutan kapur yang dipergunakan 3 %

Kebutuhan larutan kapur :

$$\begin{aligned}&= 234,375 \text{ kg/jam} \times \frac{100}{3} \\ &= 7.812,5 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Direncanakan tangki mampu menampung larutan kapur untuk 2 hari (48 jam)

$$\text{maka : Volume larutan} = 7.812,5 \text{ kg/jam} \times 48 \text{ jam}$$

$$= 375.000 \text{ kg}$$

$$\text{Asumsi 1 kg larutan} = 1 \text{ liter}$$

$$\text{Maka volume larutan} = 375.000 \text{ ltr}$$



Faktor keamanan 20 %

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Volume Tangki} &= 375.000 \times 1,2 \\ &= 450.000 \text{ ltr} \\ &= 450 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ukuran Tangki :  $D = H$

$$V_T = V_S + V_C \rightarrow V_T = 0,785 D^3 + 0,098125 D^3$$

$$V_T = 0,883125 D^3$$

$$450 \text{ m}^3 = 0,883125 D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{450 \text{ m}^3}{0,883125}} = 7,99 \text{ m}$$

Diambil overdesign untuk Tinggi tangki 20 % sehingga :

$$\text{Diameter Tangki} = 7,99 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Tangki} = 7,99 \text{ m}$$

$$\text{Diameter Konis} = \frac{1}{2} \times 7,99 \text{ m} = 3,995 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Konis} = \frac{1}{2} \times 7,99 \text{ m} = 3,995 \text{ m}$$

$$\text{Sudut Konis} = 45^0$$

Tebal Tangki dengan faktor korosi 0,125 in

$$\text{Sebesar } 3/16 \text{ in} = 0,1875 \text{ in}$$

$$\text{Tebal Tangki} = 0,005 \text{ m}$$

Tangki dilengkapi dengan pengaduk agar larutan tetap homogen. Pemilihan pengaduk (GG. Brown Hal. 507).

Jenis Pengaduk	=	Marine propeller dengan 3 Blade
Diameter Impeller	=	$\frac{1}{3} D_T = \frac{1}{3} \cdot 7,99 = 2,663 \text{ m}$
Putaran	=	60 rpm
Power	=	2 Hp
Efisiensi motor	=	80 %
Bahan	=	Baja karbon
Jumlah	=	1 buah

#### 4. TANGKI KOAGULASI

Fungsi : Menjernihkan air dengan mengendapkan partikel-partikel yang telah menggumpal setelah ditambahkan koagulan (tawas dan larutan kapur).

Bentuk : Tangki silinder tegak dengan tutup bawah berbentuk konis

Jumlah air yang dijernihkan sebanyak 1.500.000 kg/jam waktu pengendapan 3 jam.

$$\begin{aligned}\text{Maka Volume Air} &= 1.500.000 \text{ ltr/jam} \times 3 \text{ jam} \\ &= 4.500.000 \text{ kg} \\ &= 4.500.000 \text{ ltr} \\ &= 4.500 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Volume Tangki} = \frac{4.500}{5} = 900 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Tangki} = 900 \text{ m}^3$$

$$\text{Faktor Keamanan} = 20 \%$$

$$\begin{aligned}\text{Volume Tangki} &= 900 \text{ m}^3 \times 1,2 \\ &= 1.080 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Volume Tangki} = V_{\text{Silinder}} + V_{\text{Conis}}$$

$$1.080 \text{ m}^3 = 0,785 D^3 + 0,098125 D^3$$

$$1.080 \text{ m}^3 = 0,883125 D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{1.080 \text{ m}^3}{0,883125}} = 10,7 \text{ m}$$

$$\text{Diameter Tangki} = 10,7 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Tangki} = 10,7 \text{ m}$$

$$\text{Diameter Conis} = \frac{1}{2} \times 10,7 \text{ m} = 5,35 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Conis} = \frac{1}{2} \times 10,7 \text{ m} = 5,35 \text{ m}$$

Tangki dilengkapi dengan pengaduk :

$$\text{Jenis Pengaduk} = \text{Scrabber Bridge}$$

$$\text{Fungsi} = \text{menggumpalkan(mengumpulkan) partikel-partikel kecil}$$

$$\begin{aligned}\text{Diameter Pengaduk} &= \frac{3}{4} \times 10,7 \text{ m} \\ &= 8,025 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{Putaran} = 1/30 \text{ rpm} = 0,033 \text{ rpm}$$

$$\text{Power} = 1 \text{ Hp}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 80 \%$$

$$\text{Bahan} = \text{Baja karbon}$$

$$\text{Jumlah} = 5 \text{ buah}$$

## 5. SAND FILTER

Fungsi = Untuk menyaring partikel-partikel yang melayang yang tidak terendapkan pada tangki koagulasi.

Bentuk = Silinder tegak

Jumlah air yang akan disaring = 1.500.000 kg/jam  
 = 1.500.000 ltr/jam  
 = 369.259,31 gal/jam

kecepatan penyaring = 2 - 3 gal/ft<sup>2</sup> menit

Diambil kecepatan = 3 gal/ft<sup>2</sup> menit

Kecepatan air yang disaring = 369.259,31 gal/jam  
 = 6.604,2 gpm

Luas permukaan saringan :

$$A = \frac{6.604,32 \text{ ppm}}{3 \text{ gal / ft}^2 \text{ menit}} = 2.201,44 \text{ ft}^2$$

$$= 204,995 \text{ m}^2 = 205 \text{ m}^2$$

Pasir dipakai rata-rata = 0014 inc = 0,0012 ft

Dari fig 223 GG brown didapat sphericity = 0,7

Diasumsi bentuk pasir = bola, porositas = 0,5 (x)

Fig - hal 220, GG, Brown  $x = 0,5(x)$   
 $x = 0,7$  }  $Fr = 1000$

Fig - hal 219, GG, Brown  $x = 0,5(x)$   
 $x = 0,7$  }  $Fr = 46$

Dari persamaan - 170, GG, Brown :

$$V = \frac{qc \cdot Dp^3 \cdot F_{Re} \cdot \{P_{lwf}\}}{32 \cdot Fr \cdot (\mu)}$$

$$L = \frac{qc \cdot Dp^3 \cdot F_{Re} \cdot \{P_{lwf}\}}{32 \cdot Fr \cdot V \cdot \mu}$$

Pleof = pressure drop, diasumsi = 0,01 psi

$$= 1,44 \text{ lb/fr}^2$$

Dimana :

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} = \frac{6.604,32 \text{ gpm}}{2.201,44 \text{ fr}^2 \times 7,481 \text{ gal / ft}^3 \times 60 \text{ dtk / menit}} \\ &= \frac{6.604,32 \text{ gal / menit}}{988.138,3584 \text{ gal dtk / ft}^3 \cdot \text{menit}} \\ &= 0,00067 \text{ ft / dtk} = 0,00202 \text{ m/dtk.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{(32,17)(0,0012)^2 (46)(62,4 \cdot 1,44)}{(32)(1000) - (0,00067)(0,00006)} \\ &= \frac{0,191477816}{0,12864} = 1,488 \text{ ft} = 0,45 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume pasir} &= 0,45 \text{ m} \times 205 \text{ m}^2 \\ &= 92,25 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

$$\text{Tangki dirancang} = D_s = \frac{1}{2} \cdot H_s$$

$$V_T = \frac{1}{4} \pi D_2 \cdot H$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor keamanan 20 \%} &= 1,2 \times 92,25 \text{ m}^3 \\ &= 110,7 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

$$110,7 = \frac{1}{4} \pi D_s^2 \cdot 2D_s$$

$$110,7 \text{ m}^3 = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot D_s^3$$

$$D_s^3 = \frac{110,7 \text{ m}^3}{1,57} = 70,50955$$

$$D_s = \sqrt[3]{70,50955}$$

$$= 4,13 \text{ m}$$

$$H_s = 2 \times D_s = 2 \times 4,13 \text{ m} = 8,26 \text{ m}$$

$$H_c = \frac{1}{2} \times D_s = \frac{1}{2} \times 4,13 \text{ m} = 2,065 \text{ m}$$

#### 6. BAK PENAMPUNGAN AIR BERSIH

Fungsi : Menampung air bersih yang keluar dari bak penyaringan pasir (sand filter).

Debit air yang ditampung : 1.500.000 kg/jam

Direncanakan waktu tinggal 1 hari (24 jam)

$$\begin{aligned} \text{Volume Air} &= 150.000 \text{ kg/jam} \times 24 \text{ jam} \\ &= 36.000.000 \text{ kg} \\ &= 36.000.000 \text{ ltr} \\ &= 36.000 \text{ m}^3 \rightarrow \frac{36.000 \text{ m}^3}{10} = 3.600 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Faktor Keamanan 20 %

$$\begin{aligned} \text{Volume Bak} &= 1,2 \times 3.600 \text{ m}^3 \\ &= 4,320 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Bak dengan ukuran persegi panjang :

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 10 \text{ a} & \text{Volume Bak} &= p \times l \times t \\ \text{Lebar} &= 6 \text{ a} & &= 10 \text{ a} \times 6 \text{ a} \times 1 \text{ a} \\ \text{Tinggi} &= 1 \text{ a} & &= 60 \text{ a} \end{aligned}$$

$$\text{Volume Bak} = 60 \text{ a}^3$$

$$4.320 \text{ m}^3 = 60 \text{ a}^3$$

$$a = 3 \sqrt{\frac{4.320}{60}} = 4,16 \text{ m}$$

Sehingga ukuran Bak :

$$\text{Panjang} = 10 \text{ a} = 10 \times 4,16 \text{ m} = 41,6 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 6 \text{ a} = 6 \times 4,16 \text{ m} = 24,96 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 1 \text{ a} = 1 \times 4,16 \text{ m} = 4,16 \text{ m}$$

Bahan = Beton bertulang

### PELUNAKAN AIR

Unit pelunakan air ini berfungsi untuk menghasilkan air proses yang bebas mineral sebagai umpan. Adapun caranya dengan menghilangkan kesadahan air total hardness yang disebabkan oleh garam-garam mineral (kation/anion) yang terkandung dalam air bersih yang dapat menimbulkan kerak pada alat-alat proses.

#### 7. TANGKI KATION EXCHANGER

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh adanya garam-garam kation, seperti :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , dan  $\text{Na}^+$ .

Bentuk : Tangki silinder tegak dengan bed resin.

Jumlah air yang dilunakkan :

$$\begin{aligned}
 * \text{ Air pembangkit steam} &= 74593,430 \text{ kg/jam} \\
 &= 74.593,430 \text{ ltr/jam} \\
 &= 19.707,643 \text{ gal/jam} \\
 &= 328,461 \text{ gal/menit (gpm)}
 \end{aligned}$$

Satu kali sirkulasi pada tangki kation Exchanger = 12 jam

Direncanakan untuk satu kali sirkulasi

Faktor keamanan 20 %

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah air yang masuk} &= 328,461 \text{ gal/menit} \times 1,2 \\
 &= 394,1532 \text{ gpm}
 \end{aligned}$$

Untuk satu kali sirkulasi

$$\begin{aligned}
 &= 394,1532 \text{ gpm} \times 72 \text{ menit} \\
 &= 283790,304 \text{ gallon}
 \end{aligned}$$

Diasumsikan kadar kesadahan yang ada pada air dijadikan dari 500 ppm menjadi 2 ppm.

Kation yang dapat diserap :

$$\begin{aligned}
 &= (500 \text{ mg/ltr})(1/64,85 \text{ grain/mgram}) (3,97 \text{ ltr/gallon}) \\
 &= 29,22 \text{ grain/gallon}
 \end{aligned}$$

Sehingga Air yang diserap :

$$\begin{aligned}
 &= 29,22 \text{ grain/gallon} \times 283.790,304 \text{ gallon} \\
 &= 8292352,683 \text{ grain.}
 \end{aligned}$$



Resin yang digunakan dipilih Natural green sand zeolite

Kapasitas penyerapan :

$$= 2,9 \text{ kgrain/ft}^2 \text{ resin}$$

$$= 2.800 \text{ kgrain/ft}^2 \text{ resin}$$

Jadi volume Resin :

$$= \frac{8.292.352,683 \text{ grain}}{2.800 \text{ kgrain/ft}^2}$$

$$= 2.961,554 \text{ ft}^2$$

$$= 82,08 \text{ m}^3$$

Kecepatan penyerapan = 3 gpm/m<sup>2</sup> penampang resin

Luas Bed Resin :

$$A = \frac{394,1532 \text{ gpm}}{3 \text{ gpm/m}^2}$$

$$= 131,38 \text{ m}^2$$

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

$$A = 0,78 D^2$$

$$131,38 \text{ m}^2 = 0,785 D^2$$

$$D = \sqrt{\frac{131,38}{0,785}} = 12,94 \text{ m}$$

$$H \text{ Bed Resin} = \frac{\text{Volume}}{\text{Luas}}$$

$$= \frac{82,05 \text{ m}^3}{131,38 \text{ m}^2} = 0,62 \text{ m}$$

Tinggi Tangki =  $2 \times 0,6 \text{ m} = 1,24 \text{ m}$

Bahan = Stainless Steel

Jumlah = 1 Buah

#### 8. TANGKI ANION EXCHANGER

Fungsi = Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh adanya garam-garam mineral anion, seperti :  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ .

Bentuk = Tangki silinder tegak

Jumlah air yang dilunakkan =  $74.593,430 \text{ kg/jam}$

=  $74.593,430 \text{ ltr/jam}$

=  $19.707,643 \text{ gal/jam}$

=  $328,461 \text{ gpm}$ .

Faktor keamanan 20%.

=  $328,461 \text{ gpm} \times 1,2$

=  $394,1532$

Asumsi kadar kesadaran ari akan diproses dari 500 ppm menjadi 2 ppm. Jadi anion yang harus dilunakkan.

=  $500 \text{ mg/ltr} \times 64,86 \text{ grain/mgr} \times 3,79 \text{ ltr/gallon}$

=  $29,22 \text{ grain/gallon}$

Total anion yang harus dihilangkan :

=  $29,22 \text{ grain gallon} \times 283790,304 \text{ gallon}$

=  $8292352,683 \text{ grain}$ .



Resain yang dipakai : jenis Natural green sand zeolite

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan} &= 2,8 \text{ kgrain/ft}^3 \text{ resin} \\ &= 2.800 \text{ grain/ft}^3 \text{ resin} \end{aligned}$$

Jadi Volume Resin :

$$\begin{aligned} &= \frac{8.322.572,241 \text{ grain}}{2.800 \text{ grain/ft}^3} \\ &= 2.961,554 \text{ ft}^3 \\ &= 82,08 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kecepatan penyerapan = 3 gal/m<sup>2</sup>/penampang resin

Luas Bed Resin :

$$\begin{aligned} &= \frac{394,1532 \text{ gpm}}{3 \text{ gpm/m}^2} \\ &= 131,38 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

$$A = 0,785 D^2$$

$$131,86 \text{ m}^2 = 0,785 D^2$$

$$D = \sqrt{\frac{131,38}{0,785}} = 12,94 \text{ m}$$

$$\text{H Bed Resin} = \frac{\text{Volume}}{\text{Luas}}$$

$$= \frac{82,05 \text{ m}^3}{131,38 \text{ m}^2} = 0,62 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Tangki} &= 2 \times H \text{ bed Resin} \\ &= 2 \times 0,62 \text{ m} = 1,24 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Bahan} = \text{Stainless Steel}$$

$$\text{Jumlah} = 1 \text{ Buah}$$

#### 8. TANGKI LAURATAN NaOH

Fungsi = Menyediakan larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion Exchanger.

Bentuk = Tangki silinder tegak berpengaduk

Banyak resin yang akan diregenerasi = 2.961,554 ft<sup>3</sup>

Kemampuan NaOH untuk meregenerasi = 1,25 lb/ft<sup>3</sup> resin (Powell-172)

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan NaOH} &= 1,25 \text{ lb/ft}^3 \times 2691,551 \text{ ft}^3 \\ &= 3701,9387 \text{ lb} \\ &= 1.679,65 \text{ kg} \end{aligned}$$

Larutan NaOH yang digunakan 5 % dan  $\rho$  NaOH = 64,5 lb/ft<sup>3</sup>

Maka :

$$\text{Volume NaOH} = \frac{3701,9387 \text{ lb}}{0,05 \times 64,5 \text{ lb/ft}^3} = \frac{1147,888 \text{ ft}^3}{3,23} = 32,48 \text{ m}^3$$

Direncanakan tangki dapat menampung larutan NaOH untuk 2 kali regenerasi

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Volume larutan} &= 32,48 \text{ m}^3 \times 2 \\ &= 64,96 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Faktor keamanan 20 %

$$\begin{aligned}\text{Volume tangki} &= 64,96 \text{ m}^3 \times 1,2 \\ &= 77,952 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Dirancang tangki berbentuk silinder tegak

$$H = 1,5 D$$

$$\begin{aligned}V_r &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot H \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 1,5 D\end{aligned}$$

$$77,952 \text{ m}^3 = 1,1775 D^3$$

$$D,^3 = \sqrt[3]{\frac{77,952}{1,1775}} = 4,03 \text{ m}$$

$$H = 1,5 \times 4,03 \text{ m} = 6,045 \text{ m}$$

Tangki dilengkapi dengan pengaduk agar larutan tetap homogen

Dipilih :

Jenis Impeller = Marine propeller dengan 3 Blade

Diameter =  $\frac{1}{2} \times D_r = \frac{1}{3} \times 4,03 \text{ m} = 1,34 \text{ m}$

Putaran = 60 rpm

Efisiensi motor = 80 %

Power = 1 Hp

Bahan = Baja Karbon

Jumlah = 1 Buah

## 10. TANGKI LARUTAN NaCl

Fungsi = Menyediakan larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation Exchanger.

Bentuk = Tangki silinder tegak berpengaduk

Banyak resin yang akan diregenerasi =  $2.961,554 \text{ ft}^3$

Kemampuan NaCl untuk meregenerasi =  $4,5 \text{ lb/ft}^3$

Larutan NaCl yang digunakan 5% dan  $\rho \text{ NaCl} = 64,1 \text{ lb/ft}^3$

Maka :

Kebutuhan NaCl =  $2961,554 \text{ ft}^3 \times 4,5 \text{ lb/ft}^3$

$$= 13326,993 \text{ lb}$$

Volume larutan NaCl =  $\frac{13326,993 \text{ lb}}{0,05 \times 64,1 \text{ lb/ft}^3}$

$$= 4158,19 \text{ ft}^3$$

$$= 117,7 \text{ m}^3$$

Digunakan tangki dapat menampung larutan NaCl untuk dua kali regenerasi.

Maka :

Volume larutan NaCl =  $2 \times 117,7 \text{ m}^3$

$$= 235,4 \text{ m}^3$$

Faktor keamanan 20 %

Volume tangki =  $235,4 \text{ m}^3 \times 1,2$

$$= 282,48 \text{ m}^3$$

$$V_T = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot H \rightarrow H = 1,5 D$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 1,5 D$$

$$276,48 \text{ m}^3 = 1,1775 D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{282,48}{1,1775}} = 6,20 \text{ m}$$

$$H = 1,5 \times 6,20 \text{ m} = 9,30 \text{ m}$$

Tangki dilengkapi dengan pengaduk agar larutan tetap homogen. Dipilih :

Jenis Impeller = Marine propeller dengan 3 Blade

Diameter =  $\frac{1}{2} \times D_T = \frac{1}{3} \times 6,20 \text{ m} = 2,067 \text{ m}$

Putaran = 60 rpm

Efisiensi motor = 80 %

Power = 1 Hp

Bahan = Baja Karbon

Jumlah = 1 Buah

## 12. TANGKI PENAMPUNGAN AIR LUNAK

Fungsi = Menampung air lunak dari unit pelunakan air untuk umpan Boiler.

Bentuk = Tangki silinder tegak

Jumlah air lunak yang ditampung sebanyak = 74.593,430 kg/jam

= 74.593,430 ltr/jam

= 74,593430 m<sup>3</sup>/jam

= 2635,810 ft<sup>3</sup>/jam



Aliran keluar dari bak air lunak ini sebelum dipompakan ke Boiler terlebih dahulu diinjeksikan larutan  $\text{NaH}_2\text{PO}_3$  yang berfungsi untuk mencegah kerak didalam tube Boiler. Injeksi sebesar 30 ppm/ $\text{ft}^3$  air (Powell - 251).

Direncanakan tangki penampung air lunak selama 1 hari (24 jam).

Faktor keamanan 20 %.

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah air lunak} &= \frac{2635,8 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 24 \text{ jam}}{5} \\ &= 12738,24 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Tangki} &= 12738,24 \times 1,2 \\ &= 15285,888 \text{ ft}^3 \\ &= 432,590 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tangki berbentuk silinder tegak dedngan =

$$H = 1,5 D$$

$$\begin{aligned} V_T &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot H \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 1,5 D \end{aligned}$$

$$432,590 \text{ m}^3 = 1,1775 D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{431,27}{1,1775}} = 7,15 \text{ m}$$

$$H = 1,5 \times 7,15 \text{ m} = 10,725 \text{ m}$$

$$\text{Bahan} = \text{Baja Karbon}$$

$$\text{Jumlah} = 5 \text{ Buah}$$



## 12. TANGKI CLORINASI

Fungsi = Untuk menghilangkan Bakteri yang terdapat dalam air dengan menggunakan gas Chlor.

Bentuk = Tangki silinder tegak

Jumlah air yang akan diolah :

$$= 81.000 \text{ kg/hari}$$

$$= 3.375 \text{ kg/kam}$$

$$= 3.375 \text{ ltr/jam}$$

Waktu penyemprotan (lama penyemprotan) = 3 jam

Maka volume cairan :

$$= 3.375 \text{ ltr/jam} \times 3 \text{ jam}$$

$$= 10.125 \text{ ltr}$$

$$= 10.125 \text{ m}^3$$

Dirancang tangki silinder tegak dengan  $D/H = 1$

Maka =

$$V_T = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot H$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 1,5 D$$

$$10,125 \text{ m}^3 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{10,125}{0,785}} = 2,354 \text{ m}$$

$$H = D = 2,354 \text{ m}$$

Diambil overdesign untuk tinggi tangki = 20 %

Maka ukuran Tangki :

Diameter tangki	=	2,345 m
Tinggi tangki	=	2,345 m x 1,2 = 2,814
Volume tangki	=	10,125 m <sup>3</sup>
Bahan	=	Stainless Steel
Jumlah	=	1 Buah

### 13. TANGKI PENAMPUNGAN AIR SANITASI

Fungsi : Menampung air untuk keperluan sanitasi.

Bentuk : Tangki silinder tegak.

Debit air yang ditampung = 81.000 kg/hari  
= 3.375 kg/jam  
= 3.375 ltr/jam

Dirancang waktu tinggal 1 hari (24 jam)

Maka volume = 3.375 ltr/jam x 24  
= 81.000 ltr

Faktor keamanan 20 %

Maka :

Volume Tangki = 81.000 ltr x 1,2  
= 97.200 ltr  
= 97,2 m<sup>3</sup>

Direncanakan tangki berbentuk silinder tegak dengan  $D:H = 1$

Maka :

$$\text{Volume tangki} = 1 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot H$$

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

$$V_T = 0,785 \cdot D^3$$

$$97,2 \text{ m}^3 = 0,785 \cdot D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{97,2}{0,785}} = 4,98 \text{ m}$$

$$H = D = 4,98 \text{ m}$$

Diambil over design untuk tinggi tangki 20 %

Sehingga ukuran tangki :

$$\text{Diameter tangki} = 4,98 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi tangki} = 1,2 \times 4,98 \text{ m} = 5,976 \text{ m}$$

$$\text{Volume tangki} = 97,2 \text{ m}^3$$

$$\text{Bahan} = \text{Stainless Steel}$$

$$\text{Jumlah} = 1 \text{ buah}$$

#### 14. BAK PENAMPUNGAN AIR PENDINGIN

Fungsi : Menampung air pendingin

Bentuk : Bak Persegipanjang

Debit air yang akan ditampung

: 1331517,521 kg/jam

dirancang waktu tinggal 1 hari (24 jam)

Sehingga debit air :

$$= 1331517,521 \text{ kg/jam} \times 24$$

$$= 31956420,50 \text{ kg}$$

$$= 31956420,50 \text{ ltr}$$

$$= 31956,42050 \text{ m}^3$$

$$= \frac{31956,42050 \text{ ltr}}{10} = 3195,64205 \text{ m}^3$$

Volume bak :

$$V = 1,2 \times 3195,64205 \text{ m}^3$$

$$= 3834,77 \text{ m}^3$$

Dirancang Bak berbentuk persegi panjang dengan ukuran :

$$\text{Panjang } (p) = 10 a$$

$$\text{Lebar } (l) = 6 a$$

$$\text{Tinggi } (t) = 1 a$$

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

$$= 10a \times 6a \times 1a$$

$$V_B = 60 a^3$$

$$3834,77 \text{ m}^3 = 60 a^3$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{3834,77}{60}} = 3,98 \text{ m}$$

Jadi ukuran Bak :

$$\text{Panjang } (p) = 10 \times 3,98 \text{ m} = 39,8 \text{ m}$$

$$\text{Lebar } (l) = 6 \times 3,98 \text{ m} = 23,88 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi } (t) = 1 \times 3,98 \text{ m} = 3,98 \text{ m}$$

$$\text{Volume Bak} = 3834,77 \text{ m}^3$$

$$\text{Bahan} = \text{Stainless Steel}$$

$$\text{Jumlah} = 1 \text{ Buah}$$

\* Pompa Air Sungai (P-01)

Fungsi = Untuk mengalirkan air sungai menuju Bak penampungan/  
pengendapan

Jenis = Pompa Configural

$$\text{Kecepatan masuk tangki} = \frac{1.500.000 \text{ kg/jam}}{20} = 75.000 \text{ kg/jam}$$

$$= 455,93 \text{ lb/dtk}$$

$$\text{Densitas air} = 62,4 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Viskositas air} = 0,8 \text{ gCp} = 5,71 \cdot 10^{-4} \text{ lb/ft.dtk}$$

$$\text{Debit } Q = \frac{45,93 \text{ lb/dtk}}{62,4 \text{ lb/ft}^3} = 0,736 \text{ ft}^3/\text{dtk}$$

$$= 330,45 \text{ gpm}$$

Asumsi Aliran Terbuka  $N_{Re} > 2.100$

Dari persamaan 15 Peters, didapat :

$$\begin{aligned} D_i, \text{opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 (0,763)^{0,45} (62,4)^{0,13} \\ &= 3,9 (0,871154163) (1,711488545) \\ &= 5,81 \text{ inc} \end{aligned}$$

dari tabel 11 kern diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{NPS} &= 6 \text{ inc} \\ \text{DD} &= 6,625 \text{ inc} = 0,552 \text{ ft} \\ \text{LD} &= 6,065 \text{ inc} = 0,505 \text{ ft} \\ \text{Sch} &= 40 \end{aligned}$$

$$\text{Flow Area} = 28,9 \text{ inc}^2 = 0,9 \text{ ft}^2$$

Kecepatan Aliran (V)

$$V = \frac{Q}{a^1} = \frac{0,736 \text{ ft}^3 / \text{dtk}}{0,2 \text{ ft}} = 3,68 \text{ ft} / \text{dtk} = 1,115 \text{ m} / \text{dtk}$$

$$N_{Re} = \frac{\rho \cdot v \cdot ID}{\mu} = \frac{62,4 \times 3,68 \times 0,505}{5,71 \cdot 10^{-4}} = 203.089,5972$$

Dari fig - 125 Brown didapat :

$$F = 0,016$$

Sistem pemimpin yang direncanakan :

- \* Panjang pipa lurus = 200 ft
- \* 4 buah elbow 90° = 30 x ID 4  
= 30 x 0,505 x 4 = 60,6 ft

$$\begin{aligned} \bullet \quad 1 \text{ buah valve} &= 13 \times \text{ID} \times 1 \\ &= 13 \times 0,505 \times 1 = 6,565 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\Sigma}L &= 200 \text{ ft} + 60,6 \text{ ft} + 6,565 \text{ ft} \\ &= 267,165 \text{ ft} \\ &= 80,74 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\Sigma}L &= \frac{\Sigma L \cdot f \cdot \bar{V}^2}{2 \cdot gc \cdot \text{ID}} = \frac{267,165 \times 0,016 \times (3,68)^2}{2 \times 32,17 \times 0,505} \\ &= \frac{57,88888474}{32,4917} \\ &= 1,78 \text{ ft} \cdot \text{lbf/lb} \end{aligned}$$

$$\Delta Z = 25 \text{ ft}$$

$$\Delta V = (V_2^2 - V_1^2) = (1,115)^2 - 0^2 \text{ ft} = 1,243 \text{ ft}$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 0$$

$$\text{maka : } \Delta P/P = 0$$

$$\begin{aligned} W_s &= \Delta Z \cdot \frac{g}{gc} + \Delta V \cdot \frac{1}{2} \cdot gc + \frac{\Delta P}{P} + \bar{\Sigma}F \\ &= 25 \text{ ft} + 1,243 \times \frac{1}{2} \cdot 32,174 + 0 + 1,78 \\ &= 46,77 \text{ ft lbf/lb} \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi pompa} = 70 \%$$

$$\text{Tenaga pompa} = 1 \text{ Pw}$$



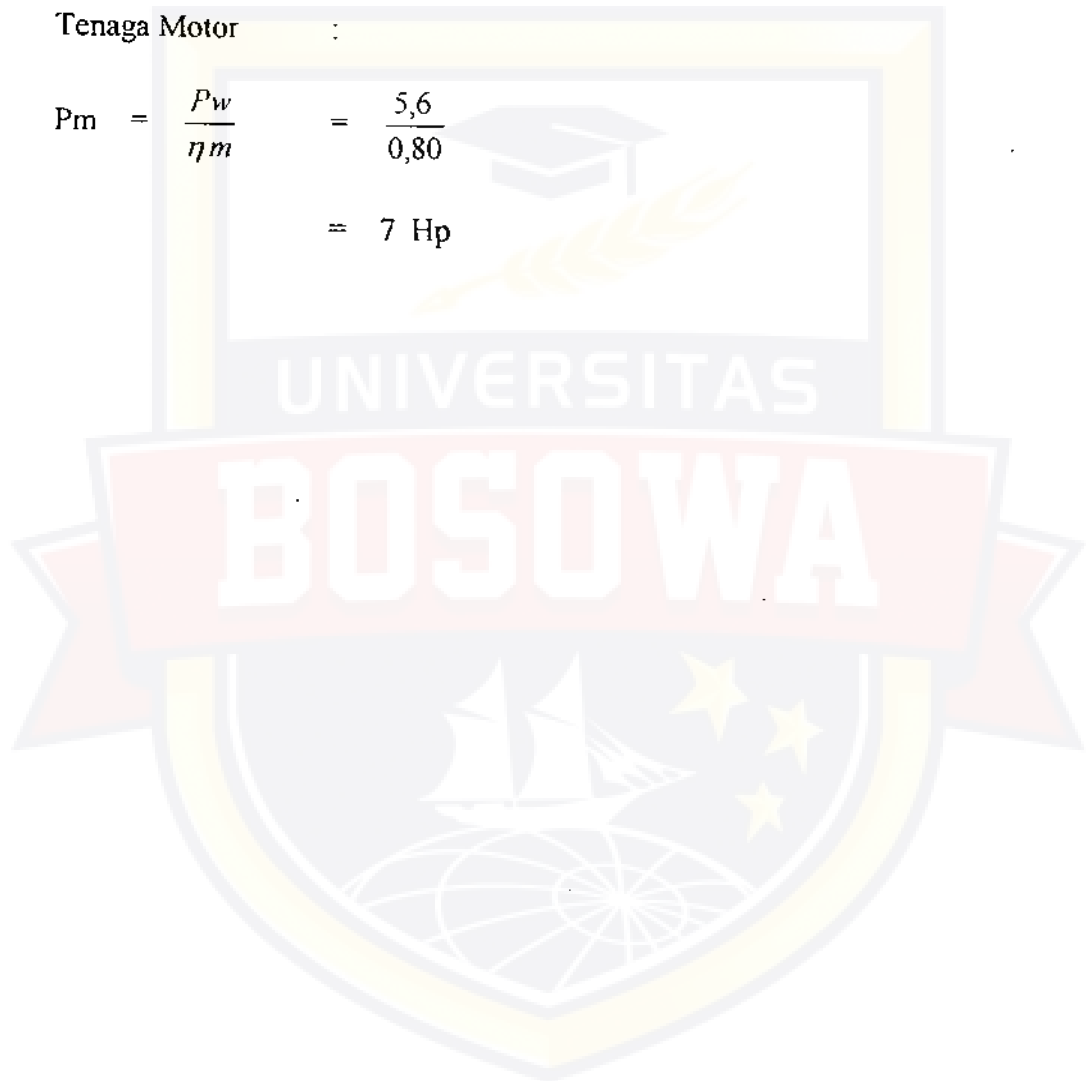
$$P_w = \frac{Q \cdot \rho \cdot W_s}{\eta p} = \frac{0,736 \times 62,4 \times 46,77}{0,7 \times 550}$$

$$= 5,6 \text{ Hp}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 80 \%$$

Tenaga Motor :

$$P_m = \frac{P_w}{\eta m} = \frac{5,6}{0,80}$$
$$= 7 \text{ Hp}$$





PERHITUNGAN POMPA UTILITAS

DATA-DATA	P - 01	P - 02	P - 03	P - 04	P - 05	P - 06
Flow rate, ltr/jam	75.000	75.000	66.104,34	74.873,225	3.375	74.873,225
Densitas, lb/ft <sup>3</sup>	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4
Viskositas. Lb/ft.dtk	5,71.10 <sup>-4</sup>	5,71.10 <sup>-4</sup>	5,71.10 <sup>-4</sup>	5,71.10 <sup>-4</sup>	5,71.10 <sup>-4</sup>	5,71.10 <sup>-4</sup>
Laju alir volumetris, gpm	330,45	330,45	291,254	330	14,870	330
Jenis aliran	Turbulen	Turbulen	Turbulen	Turbulen	Turbulen	Turbulen
Diameter nominal pipa ; ft	0,552	0,552	0,552	0,552	0,158	0,552
Diameter dalam pipa ; ft	0,505	0,505	0,505	0,505	0,134	0,505
Kecepatan aliran ft/dtk	3,68	3,68	3,24	3,675	2,357	3,675
Bilangan Reyuold	203.089,5972	203.089,5972	178.807,14	202.813,66	34.515,4	202.813,66
Faktor friksi	0,016	0,016	0,019	0,0158	0,023	0,0158
Tinggi pemompaan, ft	25	30	20	20	20	20
Panjang pipa, ft	200	70	75	50	50	50
Jumlah flbow	4	4	2	4	4	4
Jumlah gate value	1	1	1	1	1	1
Friksi karena gesekan ftlb/lb	1,78	0,915	0,68	0,77	0,46	0,77
Power pompa	5,6	5,4	3,3	4	0,58	4
Power motor	7	6,75	4,125	5	0,725	5

Nama pompa	Fungsi	Jenis	Keterangan
P - 01	Untuk mengalirkan air sungai ke bak penampungan / pengendapan	Pompa contrifugal	
P - 02	Untuk mengalirkan air dari tangki penampung ketangki koagulasi	Pompa contrifugal	
P - 03	Untuk memompa air dari bak air bersih ke bak air pendingin	Pompa contrifugal	
P - 04	Untuk mengalirkan air dari bak air bersih ke tangki kation exchanger	Pompa contrifugal	
P - 05	Untuk mengalirkan air dari bak air bersih ke tangki klorinasi	Pompa contrifugal	
P - 06	Mengalirkan air dari tangki kation exchanger ke tangki anion exchanger	Pompa contrifugal	

### PEMBANGKIT STEAM

Kebutuhan steam untuk keperluan proses produksi disediakan oleh unit pembangkit steam. Digunakan Boiler yang akan dapat mengolah air lunak dari unit pelunakan air menjadi steam jenuh.

\* Boiler

Fungsi = Menghasilkan steam pada suhu 212°F dan  $p = 1 \text{ atm}$ .

Jenis = Fire pipe Boiler

Steam yang diproduksi = 74,593,450 kg/jam  
= 164403,919 lb/jam

Uap/steam yang dipakai mempunyai kondisi :

$$T = 212^{\circ}\text{F}$$

$$p = 1,47 \text{ lb/m}^2$$

$$\lambda = 970,3 \text{ BTU/lb}$$

$$C_p = 1 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F}$$

$$\begin{aligned} \text{Panas latent} &= 970,3 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} \times 164403,919 \frac{\text{lb}}{\text{jam}} \\ &= 159521123,39 \frac{\text{BTU}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

$$\text{Panas sensible} = m \cdot C_p \cdot \Delta t$$

$$\begin{aligned} &= 164403,919 \frac{\text{lb}}{\text{jam}} \times 1 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}} \times (212 - 86)^{\circ}\text{F} \\ &= 20714893,79 \text{ BTU/jam} \end{aligned}$$

Panas yang diperlukan : panas latent + panas sensible

$$= 159.521.123,3 + 20.714.893,79$$

$$= 180.236.017,1 \text{ BTU/jam}$$

Efisiensi Bioler 80% panas yang harus diberikan oleh bahan bakar :

$$= \frac{180.236.017,1 \text{ BTU/jam}}{0,8} = 225.295.021,4 \frac{\text{BTU}}{\text{jam}}$$

Bahan bakar yang dipakai adalah minyak bakar (fuel oil) yang mempunyai heating value 137.300 BTU/gal. Diperkirakan ada bahan bakar yang terbuang karena keluar melalui cerobong dan karena radiasi 10 %.

Maka kebutuhan bahan bakar adalah :

$$= \frac{1,1 \times 225.295.021,4 \text{ BTU/jam}}{137.400 \text{ BTU/gal}} = 1693,70 \text{ gal/jam}$$

$$= 1693,70 \times 3,7854$$

$$= 6206,920 \text{ ltr/jam}$$

$$\text{Jumlah fluks panas} = 12.000 \text{ BTU/jam } ft^2$$

$$\text{Luas transfer panas} = \frac{225.295.021,4 \text{ BTU/jam}}{12.000 \text{ BTU/jam } ft^2}$$

$$= \frac{18774,585 \text{ ft}^2}{10} = 1877,458 \text{ ft}^2$$

Pemilihan ukuran pipa :

$$\text{Nos} = 2 \frac{1}{2} \text{ inc} \quad \text{ID} = 2,469 \text{ inc}$$

$$\text{Sch} = 40 \quad \alpha_o = 0,753 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$\text{OD} = 2,83 \text{ inc} \quad \text{L} = 36 \text{ ft}$$

Jumlah pipa =

$$N_t = \frac{1877,458 \text{ ft}^2}{36 \times 0,753} = 69,25$$

= 70 buah pipa

Bahan = Karbon stell

Jumlah = 10 buah.

## B. PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK

Kebutuhan listrik penggerak motor, penerangan, instrumen dan lain-lain dalam pabrik ini dicukupi oleh :

Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan sebagai cadangan digunakan listrik dengan bahan bakar solar.

### 1. Kebutuhan listrik untuk alat proses

No.	Nama Alat	Power (Hp)
1.	Belt conveyor	1
2.	Ball mill	8
3.	Ekstraktor	24,37
4.	Rotary filter	4,2
5.	Screw conveyor	8,14
6.	Rotary dryer	3,14
7.	Pompa (P - 01)	0,1
8.	Pompa (P - 02)	0,1
9.	Pompa (P - 03)	0,1
10.		
11.		
	Total	49,42 Hp = 50 Hp

Kebutuhan listrik untuk alat proses :

$$= 50 \text{ Hp} \times 745,7 \text{ watt/ Hp.}$$

$$= 37.228 \text{ watt}$$

$$= 37,285 \text{ Kw}$$

2. Kebutuhan listrik untuk alat utilitas.

No.	Nama Alat	Power (Hp)
1.	Pengaduk (T - 01)	1
2.	Pengaduk (T - 02)	2
3.	Pengaduk (T - 03)	1
4.	Pengaduk (T - 06)	1
5.	Pengaduk (T - 07)	1
6.	Pompa (P - 01)	7
7.	Pompa (P - 02)	6,75
8.	Pompa (P - 03)	4,125
9.	Pompa (P - 04)	5
10.	Pompa (P - 05)	0,725
11	Pompa (P - 06)	5
	<b>Total</b>	<b>34,6 Hp = 35 Hp</b>

Kebutuhan listrik untuk alat utilitas :

$$= 35 \text{ Hp} \times 745,7 \text{ watt/ Hp}$$

$$= 26.099,5 \text{ watt}$$

$$= 26,0995 \text{ Kw} = 26,1 \text{ Kw}$$

## 3. Kebutuhan listrik untuk penerangan, perumahan, bengkel dan lain-lain

a) Penerangan pabrik dan kantor	=	200 Kw
b) Perumahan	=	20 Kw
c) Bengkel	=	50 Kw
d) <u>Dan lain-lain</u>	=	<u>30 Kw</u>
<b>Total</b>	=	<b>300 Kw</b>

Jumlah kebutuhan listrik yang harus disediakan :

- Kebutuhan alat-alat proses	=	37,285
- Kebutuhan alat-alat utilitas	=	26,1
- <u>Kebutuhan penerangan dan lain-lain</u>	=	<u>300 Kw</u>

**Total = 363,385 Kw**

Penyediaan tenaga listrik diperoleh dari PLN sedangkan untuk menjamin kelancaran produksi disediakan generator listrik sebagai pengganti bila aliran listrik dari PLN mengalami gangguan, untuk itu disediakan 1 buah generator dengan kapasitas terpasang setiap generator sebesar 500 Kw

Maka besarnya power :

$$P = 500 \text{ Kw} \times \frac{344 \text{ Btu/jam}}{1 \text{ Kw}} = 1.707.000 \text{ Btu/jam}$$

Bahan bakar generator adalah solar dengan harga heating value 19.200 Btu/lb.

Efisiensi motor 80 %.

Kebutuhan Solar :

$$= \frac{1.707.000 \text{ Btu/jam}}{0,8 \times 19.200 \text{ Btu/lb}} = 111,13 \text{ lb/jam}$$

Asumsi dalam 1 tahun listrik PLN mengalami gangguan 10 hari, maka solar yang diperlukan dalam 1 tahun.

$$= 111,13 \text{ lb/jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 10 \text{ hari/tahun}$$

$$= 26671,875 \text{ lb}$$

\* Tangki Bahan Bakar

A. Tangki Bahan Bakar Generator

Fungsi : Menyimpan minyak solar untuk penyediaan 10 hari

Jumlah : Solar = 26671,875 lb

$$\rho \text{ Solar} = 58,5 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Volume Solar} = \frac{26671,875 \text{ lb}}{58,5 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 455,93 \text{ ft}^3$$

Over design = 20 %

$$\text{Volume tangki} = 1,2 \times 455,93 \text{ ft}^3 = 547,12 \text{ ft}^3$$

Tangki berbentuk silinder dengan  $H = D$

$$\text{Volume} = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot H$$

$$547,12 \text{ ft}^3 = 0,785 D^3$$

$$D^3 = \frac{547,12}{0,785} = 696,968 \text{ ft}^3$$

$$D = 8,87 \text{ ft}$$



Maka :

$$H = 8,87 \text{ ft}$$

### B. Tangki Penyimpanan Bahan Bakar Generator

Bahan bakar yang dipakai adalah solar (Fuel oil) yang mempunyai heating value:

$$= 137400 \text{ Btu/gallon}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar} &= 455,93 \text{ ft}^3 / 10 \text{ hari} = 1,9 \text{ ft}^3 / \text{jam} \\ &= 1,9 \text{ ft}^3 / \text{jam} \times 7,481 \text{ gallon} / \text{ft}^3 \\ &= 14,2139 \text{ gallon/jam} = 53,8 \text{ liter/jam} \end{aligned}$$

Tangki dirancang untuk menyimpan bahan bakar selama 1 minggu

Volume bahan bakar :

$$\begin{aligned} &= \left( \frac{53,8 \text{ ltr} / \text{jam}}{1000} \times 24 \times 7 \right) \text{ m}^3 \\ &= 9,0384 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Diambil overdesign 20 %

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas tangki} &= 1,2 \times 9,0384 \text{ m}^3 \\ &= 10,84608 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tangki dirancang berbentuk silinder tegak dengan diameter :  $D = H$ , maka :

$$\text{Volume} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot H$$

$$10,84608 \text{ m}^3 = 0,785 D^3$$

$$D = 2,39 \text{ m}$$

$$H = 2,39 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 1 \text{ buah}$$

LAMPIRAN  
ANALISA EKONOMI

BOSOWA



## LAMPIRAN E

### ANALISA EKONOMI

#### HARGA PERALATAN

Harga peralatan setiap saat akan berubah tergantung perubahan ekonomi. Jika harga peralatan pada tahun lalu diketahui maka harga peralatan pada masa sekarang dapat ditaksir dengan menggunakan Chemical Engineering Plant Index. Persamaan yang digunakan

$$\text{Harga sekarang} = \frac{\text{Index Harga Sekarang}}{\text{Index Harga tahun X}} \times \text{Harga Tahun X}$$

Harga peralatan didasarkan pada Marshall and Twif Equipment Cost Index data

Animal Index Y

Tahun	Annual Index
2005	852,0
2006	895,1
2007	915,1
2008	930,6
2009	943,1
2010	964,2

Sumber : Chemucal Engireeng, Dos 1994 hal 174

Dengan menggunakan metode Least Square (peter dan Timmer Hause) hal 760 – 761 dapat dilakukan dengan penafsiran index harga rata-rata pada akhir tahun 2015 penyelesaian dengan metode Least Square menghasilkan pers :

$$y = a + b (x - x)$$

Diman :

a=y, nilai Rata-rata y

$$b = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum (x - \bar{x})^2}, \text{ Slope garis least Square}$$

Tabel Penafsiran Index harga dengan Least Square

No.	x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	Xy
1	2005	852,2	3952144	725904,00	1693776
2	2006	895,1	3956121	801204,01	1780353,9
3	2007	915,1	3960100	837408,01	1821049
4	2008	930,1	3964081	866016,36	1852824,6
5	2009	943,1	3968064	889437,61	1878655,2
6	2010	964,2	3972049	929681,64	1921650,6
Jumlah	11943	5500,1	23772559	5049651,63	10948309,3

$$\sum x = 11943$$

$$\bar{x} = \frac{11943}{6} = 1990,5$$

$$\sum x^2 = 23772559$$

$$\begin{aligned} \sum (x - \bar{x})^2 &= \sum x^2 - \left(\frac{\sum x}{n}\right)^2 \\ &= 23772559 - \left(\frac{11943}{6}\right)^2 \end{aligned}$$

$$\sum y = 5500,1$$

$$\bar{y} = \frac{5500,1}{6} = 916,638$$

$$\sum y^2 = 5049651,63$$

$$\sum (y - \bar{y})^2 = \sum y^2 - \left(\frac{\sum y}{6}\right)^2$$

$$= 5049561,63 - \left(\frac{5500,1}{6}\right)^2$$

$$= 7801,628$$

$$\sum xy = 10948309,3$$

$$\sum(x-x)(y-y) = \sum xy \frac{\sum x \sum y}{n} \text{ pers 21 P dan T}$$

$$= 10948309,3 - \frac{11943 \times 5500,1}{6}$$

$$= 360,5$$

$$y = a + b(x - y)$$

$$a = y = 916,683$$

$$b = \frac{\sum(x-x)(y-y)}{\sum(x-x)} = \frac{360,25}{17,5} = 20,5857$$

$$y = 916,683 + 20,5857(x - 1990,5)$$

$$y = 20,5857x - 40059,1529$$

jadi index harga pada tahun 2015

$$y = 20,5857(2004) - 40049,1529$$

$$= 1198,197$$

Contoh Perhitungan harga peralatan

Tangki Penampung C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Kapasitas = 194,8 m<sup>3</sup>

Bahan = Carbon Steel

Jumlah = 2 Buah

dari FIG 14 – 56 hal 539 Peter K Timmerhause di dapat harga alat pada tahun 1990 =

U \$17.000 Maka harga pada tahun 2015

$$= \frac{1198,197}{915,1} \times 17.000$$

$$= \text{U\$ } 22259,151$$

Dengan cara yang sama diperoleh harga peralatan seperti dalam table berikut :

**Tabel Harga Peralatan**

No.	Alamat	Harga Per Unit ( US\$ )	Jumlah	Harga Total (US\$)
1	Belt Conveyor	13.000	1	13.000
2	Ball Mill	15.800	1	15.800
3	Silo	10.500	1	10.500
4	Tangki Penampung C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	22259,151	2	44518,302
5	Pompa C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	7.500	2	15.000
6	Tangki Penampung Air Eskalator	20.500	1	20.500
7	Tangki Eskalator	60.000	1	60.000
8	Pompa Larutan Ke Filter	70.000	2	140.000
9	Filter Press	15.900	1	15.900
10	Tangki RDVF	21.000	1	21.000
11	Avaporator	40.500	1	40.500
12	Tangki Penampung Evaporator	18.500	1	18.500
13	Kondesot	16.000	1	16.000
14	Dekanter	23.000	1	23.000
15	Pompa Recycle C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	8.750	2	17.500
16	Srew Conveyor	19.800	1	19.800
17	Rotary Dryer	50.600	1	50.600
Total				U \$ = 616118,302

Tabel Harga Peralatan pada unit Utilitas

No	Nama Alat	Harga (US\$)	Jumlah	Harga Total (US\$)
1.	Bak penampung air sungai	15.000	2	30.000
2.	Bak koagulan	12.000	1	12.000
3.	Bak pengendapan	13.000	2	26.000
4.	Bak air bersih	16.000	2	32.000
5.	Saud filter	20.000	1	20.000
6.	Tangki kation exchanger	22.000	1	22.000
7.	Tangki anion exchanger	22.000	1	22.000
8.	Bak air pendingin	13.000	2	26.000
9.	Pompa air sungai	8.500	2	17.000
10.	Pompa – 02	7.600	2	15.200
11.	Pompa – 03	7.700	2	15.400
12.	Pompa – 04	8.000	2	16.000
13.	Pompa – 05	6.500	2	13.000
14.	Pompa – 06	6.800	2	13.600
15.	Generator	53.000	1	53.000
Total Harga Utilitas			= U \$	333.200

Total harga peralatan = harga alat + harga utilitas

$$= 616118,302 + 333.200$$

$$= \text{U \$ } 949318,302$$

Untuk biaya pengangkutan dan biaya tak terduga diperkirakan 28 % dari harga peralatan.

Harga peralatan tiba ditempat =  $949318,302 + 0,28 \times 949318,302$

$$= \text{U \$ } 1.215.127,427$$

Asumsi harga tukar dollar terhadap rupiah adalah 1 U \$ = Rp 9.500

Harga alat =  $\text{U \$ } 1.215.127,427 \times \frac{\text{Rp } 9.500}{\pm \text{U \$}}$

$$= \text{Rp. } 11.543.710.550$$

### Perkiraan Capital Investment (Modal Investasi)

Capital Investment dihitung berdasarkan harga alat yang disesuaikan dengan tabel 7

Peter hal. 183.

No.	Capital Investment	%	Jumlah (Rp)
1.	Peralatan	100	11543710550
2.	Pemasangan alat	39	4502047115
3.	Perpipaan	13	1500682372
4.	Instalasi Listrik	31	3578550271
5.	Instrumentasi	10	1154371055
6.	Bangunan	29	3347676060
7.	Pekarangan	10	1154371055
8.	Fasilitas service	55	6349010803
9.	Tanah	6	692622633
	Total Direct Cost (DC)	293	33823071914
10.	Rekayasa dan supervisi	32	3693987376
11.	Biaya konstruksi	34	3924861587
	Total indirect cost (IDC)	66	7618848963
	Total DC + IDC	359	41441920877
12.	Biaya kontraktor	18	2017867899
13.	Biaya tak terduga	36	4155735798
	Modal tetap (WCI)	413	47615524574
14.	Modal kerja (WCI)	74	8542345807
	Total capital investment	487	56157870380

Modal investasi terdiri dari 60 % modal sendiri dan 40 % modal pinjaman.

$$\begin{aligned} \text{Modal sendiri} &= 0,6 \times 56.217.870.380 \\ &= 33.370.722.230 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Modal Pinjaman} &= 0,4 \times 56.217.870.380 \\ &= \text{Rp. } 22.287.148.150 \end{aligned}$$



## Perhitungan Biaya Bahan Baku

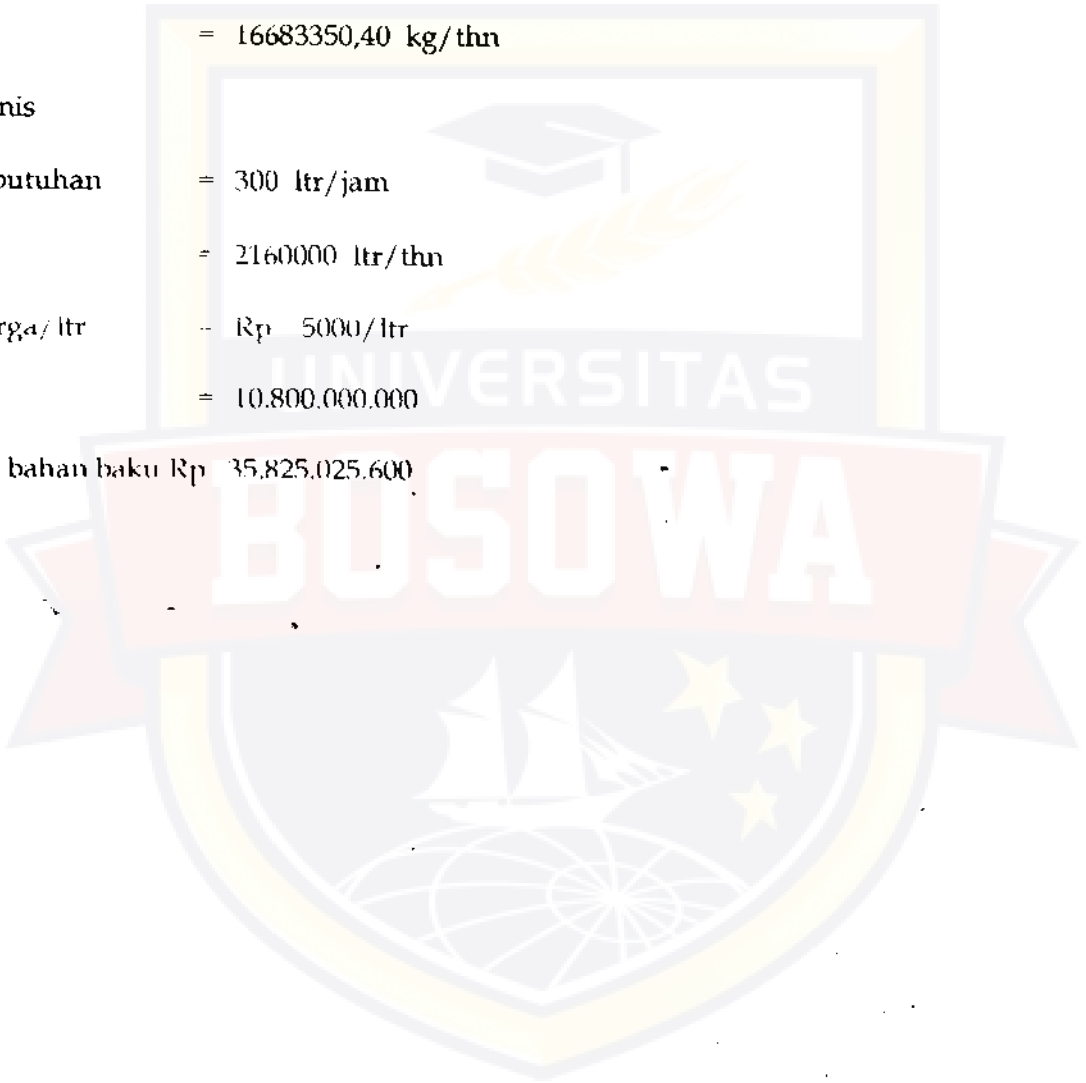
## Alga Kering

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan} &= 2317,132 \text{ kg/jam} \\ &= 2317.132 \text{ kg/jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 300 \text{ hari/thn} \\ &= 16683350,40 \text{ kg/thn}\end{aligned}$$

## Bensen teknis

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan} &= 300 \text{ ltr/jam} \\ &= 2160000 \text{ ltr/thn} \\ \text{Harga/ ltr} &= \text{Rp } 5000/\text{ltr} \\ &= 10.800.000.000\end{aligned}$$

total harga bahan baku Rp 35.825.025.600



### Perhitungan Gaji Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah (Org)	Gaji/Bulan(Rp.)	Total (Rp.)
1	Dewan Komisaris	1	8.000.000	8.000.000
2	Direktur Utama	1	7.000.000	7.000.000
3	Sekretaris	1	2.000.000	2.000.000
4	Kepala Bagian	4	3.000.000	12.000.000
5	Kepala Seksi	4	2.700.000	10.800.000
6	Supervisor	2	2.200.000	4.400.000
7	Kepala Siff	3	2.000.000	6.000.000
8	Operator Pabrik	40	2.000.000	80.000.000
9	Karyawan	100	1.800.000	180.000.000
10	Sopir	5	1.800.000	9.000.000
11	Satpam	6	1.800.000	10.800.000
12	Buruh Harian	25	1.000.000	25.000.000
Jumlah		195		

Total Gaji Karyawan per Tahun Rp. 1.852.200.000

### Perhitungan Biaya Produksi Total (TPC)

#### Manufactoring Cost (MC)

1. Bahan Baku	Rp.	35.825.025.000
2. Tenaga Kerja (1)	Rp.	1.852.200.000
3. Pengawasan 10% (1)	Rp.	185.220.000
4. Utilitas 10% TPC	Rp.	0,1 TPC
5. Pemeliharaan dan Perbaikan 5% FCI	Rp.	2.383.776.229
6. Operating Supplies 1% FCI	Rp.	476.755.246
7. Laboratorium 10% (1)	Rp.	185.220.000
8. Patent and Royalty 5% TPC	Rp.	0,05 TPC
Total Bayar Produksi Langsung (DPC)	Rp.	0,15 TPC + 40.908.197.075
Biaya Tetap (FC)	Rp.	
9. Depresiasi Peralatan 10 % FCI	Rp.	4.767.552.457
10. Pajak 4% FCI	Rp.	1.907.020.983
11. Asuransi 1% FCI	Rp.	476.755.246
Total FC	Rp.	7.151.328.686
12. Plan Over Head Cast (POC) 5% (1)	Rp.	926.100.000

$$\begin{aligned}
 MC &= DPC + FC + POC \\
 &= 0,15 \text{ TPC} + 7.151.328.686 + 926.100.000 + 40.908.197.075 \\
 &= 0,15 \text{ TPC} + 8.077.428.686 + 40.908.197.075
 \end{aligned}$$

#### General Expenses

13 Administrasi 2% TPC	Rp.	0,02 TPC
14 Distribusi dan penjualan 5% TPC	Rp.	0,05 TPC
15 Penelitian dan pengembangan 5% TPC	Rp.	0,05 TPC
16 Financing (interest) 4% TCI	Rp.	2.248.714.815
total GE	Rp.	0,12 TPC + 2.248.714.815

$$\begin{aligned}
 \text{TPC} &= MC + GE \\
 &= 0,15 \text{ TPC} + 8.077.428.686 + 0,12 \text{ TPC} + 2.248.714.815 \\
 &= 0,27 \text{ TPC} + 1.032.614.350 + 40.908.197.075 \\
 &= 0,27 \text{ TPC} + 41.940.811.425
 \end{aligned}$$

$$\text{TPC} = \frac{41.940.811.425}{(1-0,27)} = \text{Rp. } 57.453.166.330$$

#### Perhitungan Harga Penjualan Produk

Produk steroid	= 15000 ton/thn
Harga/kg	= Rp. 6000
Harga/thn	= Rp. 90.000.000.000

**PERHITUNGAN BREAK EVENT POINT (BEP)**

A.	Fixed cost (FC)	Rp.	7.151.328.686
B.	Biaya semi variabel (CSV)		
	- Gaji karyawan	Rp.	1.852.200.000
	- Laboratoium	Rp.	185.220.000
	- Perawatan	Rp.	2.383.776.229
	- Operating supplay	Rp.	476.755.246
	- Plan overhead	Rp.	926.100.000
	- General expanses	Rp.	9.143.094.775
	Total CSW	Rp.	15.880.752.584
C.	Biaya Variabel (CV)		
	- Bahan baku	Rp.	35.825.025.600
	- Utilitas	Rp.	5.745.316.633
	- Paten dan royalty	Rp.	2.872.658.317
	Total (CV)	Rp.	44.443.000.550
D.	Sales (s)		

$$= \frac{FC + 0,3 XCV}{S - CV - 0,7 CSV} \times 100\%$$

$$= \frac{Rp. 7.151.328.686 + 4.764.225.777}{Rp. 90.000.000.000 - 44.443.000.550 - 1.116.526.810} \times 100\%$$

$$= \frac{Rp. 11.815.554.463}{RP. 34.440.472.640} \times 100\%$$

34,59%

**Perhitungan Cash Flow**

1. Laba kotor = Penjualan – TPC  
= Rp. 90.000.000.000 – Rp. 57.453.176.330  
= Rp. 32.546.833.670
2. Pajak = 35 % x Laba kotor  
= 0,35 x 32.546.833.670  
= Rp. 11.391.391.780
3. Laba bersih = Laba kotor – Pajak  
= Rp. 32.546.833.670 - 11.391.391.780  
= Rp. 21.155.441.800
4. Cash flow = Laba bersih + Depresiasi  
= Rp. 21.155.441.800 + 4.767.552.457  
= Rp. 25.922.994.260
5. Pengembalian pinjaman
- Direncanakan waktu pengembalian 8 tahun
- $$\begin{aligned} \text{Pengembalian pinjaman} &= \frac{\text{Total pinjaman}}{\text{8 tahun}} \\ &= \frac{\text{Rp. 22.487.148.150}}{\text{8 tahun}} \\ &= \text{Rp. 2.810.893.519} \end{aligned}$$
6. Net cash flow = Cash flow – Pengembalian pinjaman  
= Rp. 25.922.994.260 – 2.810.893.519  
= Rp. 23.112.100.740

## 7. Return on investment (ROI)

$$\begin{aligned} \% \text{ ROI sebelum pajak} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{TCI}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Rp.32.546.883.670}}{\text{Rp.56.217.870.380}} \times 100 \% \\ &= 57,89 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ ROI sesudah pajak} &= \frac{\text{Lababesih}}{\text{TCI}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Rp.21.155.441.800}}{\text{Rp.56.217.870.380}} \times 100 \% \\ &= 37,63 \% \end{aligned}$$

## 8. Pay out time (POT)

$$\begin{aligned} \text{POT sebelum pajak} &= \frac{\text{FCI}}{\text{Laba kotor} + \text{Depresiasi}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= \frac{\text{Rp.47.675.524.570}}{\text{Rp.32.546.833.670} + 4.767.552.475} \times 1 \text{ thn} \\ &= 1,27 \text{ tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{POT sesudah pajak} &= \frac{\text{FCI}}{\text{Laba bersih} + \text{Depresiasi}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= \frac{\text{Rp.47.675.524.570}}{\text{Rp.21.155.441.800} + 4.767.552.475} \times 1 \text{ thn} \\ &= 1,84 \text{ tahun} = 2 \text{ tahun} \end{aligned}$$

## 9. Interest rate of return (IRR)

Perhitungan IRR di trial dari tabel chas flow

Grafik break even point (BEP)

