

## BAB VIII

### UTILITAS

Utilitas merupakan salah satu bagian terpenting yang dapat menunjang terlaksananya operasi dan proses utama dalam sebuah pabrik. Sarana utilitas pada pabrik formaldehid meliputi:

a. Air

Air pada pabrik formaldehid dipenuhi dari air sungai. Air digunakan untuk menghasilkan air pendingin, air demineralisasi untuk mensuplay alat *Boiler* yang menghasilkan steam, dan air untuk keperluan sanitasi

b. *Steam*

Steam dihasilkan dari boiler dan digunakan untuk proses produksi, yaitu: *Heater* (media pemanas) untuk  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CH_3OH$  dan  $H_2O$  sebelum masuk kedalam reaktor.

c. Listrik

Listrik berfungsi sebagai tenaga penggerak dari beberapa peralatan proses maupun penerangan.

d. Bahan bakar

Bahan bakar yang digunakan adalah solar dimana untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada generator jika sewaktu-waktu tidak ada suplai listrik.

e. Udara Tekan

Udara tekan pada pabrik formaldehid ini digunakan untuk kebutuhan instrumentasi dengan menggunakan alat kompressor

#### 9.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Kebutuhan air pada pabrik formaldehid disuplai dari air sungai yang terlebih dahulu diproses di Unit Pengolahan Air agar layak digunakan. Air sungai tersebut digunakan sebagai air sanitasi, air proses, air pendingin, dan air umpan boiler. Sumber air yang digunakan pada pabrik ini di dapatkan dari

sungai Bontang yang letaknya tidak jauh dari lokasi pabrik. Alasan digunakan air sungai sebagai unit penyediaan air yaitu:

- a. Mudah didapatkan dalam jumlah yang besar dan harganya murah
- b. Pengolahannya lebih mudah
- c. Biaya pengolahan juga lebih murah

Air sungai Bontang perlu di saring terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang berukuran makro dan mikro sebelum masuk ke dalam bak penampungan. Proses pengolahan air sungai pada pabrik formaldehid ini dibagi menjadi dua tahapan yaitu proses pengolahan secara fisika dan secara kimia.

- a. Proses pengolahan secara fisika

Pengolahan secara fisika dilakukan dengan cara mengendapkan kotoran yang terikut. Air dipompa dari sungai yang sebelumnya telah disaring untuk mengurangi sampah dan pengotor yang lain. Kemudian ditampung ke dalam bak penampung air pertama, sehingga kotoran seperti *sludge* akan mengendap. Setelah itu air dari bak penampung air pertama dialirkan ke dalam bak koagulasi dan flokulasi.

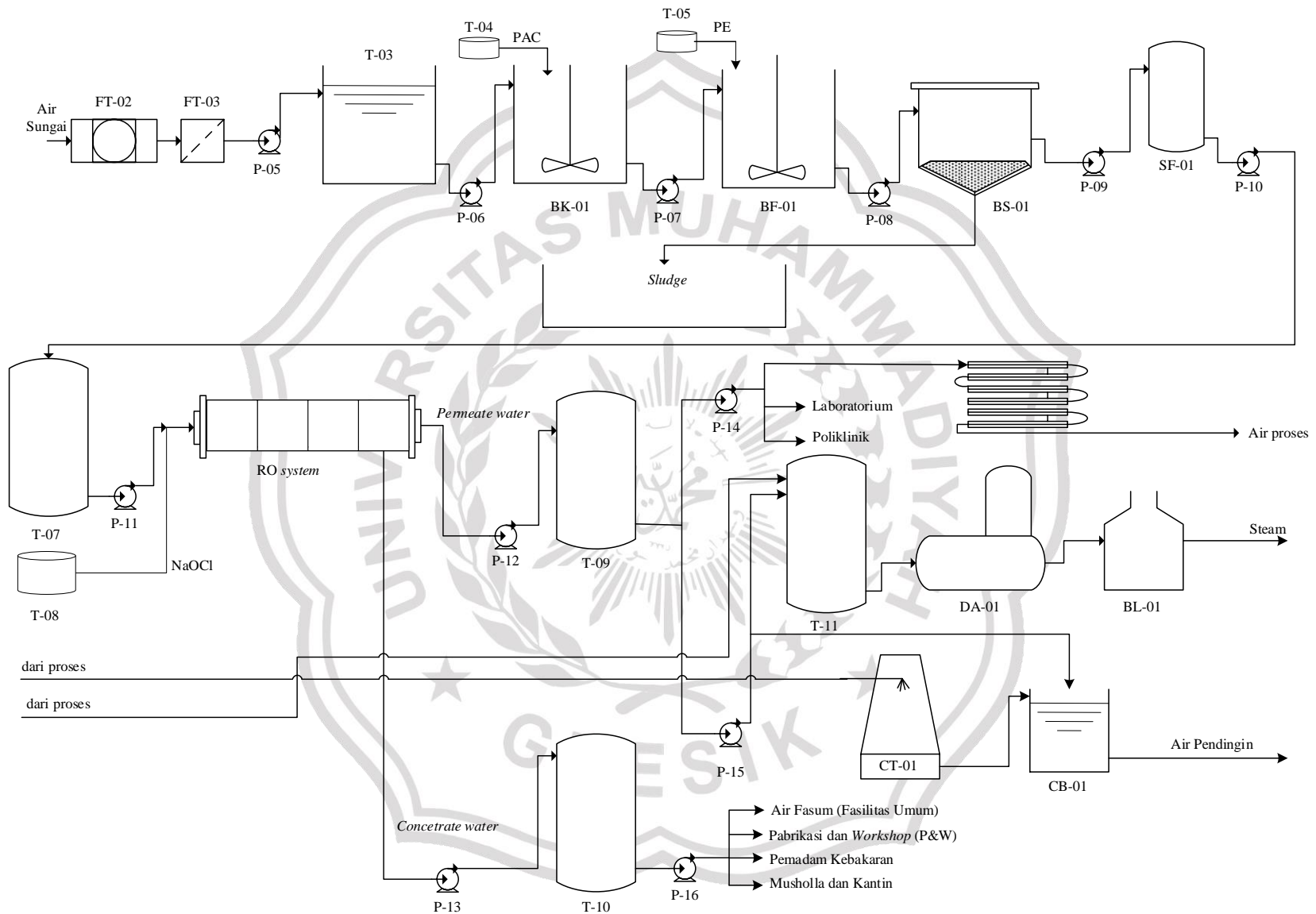
- b. Proses pengolahan secara kimia

Proses secara kimia dilakukan untuk memisahkan komponen terlarut dengan cara penambahan koagulan berupa *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dan flokulan berupa *PolyEthylene* (PE). Pada proses koagulasi bahan yang digunakan adalah *Poly Aluminium Chloride* (PAC) yang bertujuan untuk memperbesar ukuran partikel padatan yang sukar mengendap sehingga waktu pengendapan (*settling time*) menjadi lebih cepat. Setelah terbentuk gumpalan-gumpalan, air dialirkan ke proses selanjutnya yaitu flokulasi yang kemudian ditambahkan *PolyEthylene* (PE) sebagai flokulan dengan dosis yang disesuaikan dengan kekeruhan air sungai Bontang.

Setelah proses flokulasi air dialirkan ke dalam *clarifier*, pada *clarifier* dilakukan proses sedimentasi yang kemudian air bebas unsur karbonat ditampung ke dalam bak penampung air kedua dan *sludge* dialirkan ke bak penampung *sludge*. Kemudian air diumpankan

menggunakan pompa ke dalam *sandfilter* untuk menangkap partikel-partikel kecil yang melayang dalam air yang tidak terendapkan dengan sistem gravitasi. Partikel tersebut akan tertahan oleh butiran pasir dan kerikil, air yang lolos merupakan air yang jernih dan bersih yang kemudian ditampung di dalam bak penampung air bersih. Dari bak penampung air bersih kemudian dipompa ke bak distribusi untuk diumpankan ke unit *reverse osmosis*.

Air dari bak *sand filter* sebelum diumpankan ke unit RO, air diinjeksikan larutan antimikroba berupa NaOCl yang berfungsi sebagai desinfektan guna membunuh mikroorganisme dalam air. Air dilewatkan ke membran filter semipermeabel untuk memisahkan padatan terlarut seperti garam, ion mineral, mikroorganisme dengan pelarutnya. Air produk dari proses RO disebut dengan *permeate* sedangkan air buangan atau *rejection water* disebut dengan *concentrate*. Air *permeate* kemudian didistribusikan ke unit proses sedangkan air *concentrate* dikirim ke tangki timbun air sanitasi. Proses pengolahan air sungai menjadi air bersih ditunjukkan Gambar 8.1.



**Gambar 8. 1. Instalansi Pengolahan Air**



### 9.1.1 Kebutuhan Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan mandi, minum, mencuci dan sebagainya. Pada dasarnya air sanitasi harus memiliki standar baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 yang ditunjukkan oleh Tabel 8.1.

**Tabel 8. 1. Standar Baku Mutu Air Sanitasi**

No	Parameter	Kadar maksimum yang diperbolehkan
<b>Mikrobiologi</b>		
1	<i>Escherichia coli</i>	0 CFU/100 mL
2	<i>Total Coliform</i>	0 CFU/100 mL
<b>Fisik</b>		
3	Suhu	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$
4	<i>Total Dissolved Solid</i>	< 300 mg/L
5	Kekeruhan	< 3 NTU
6	Warna	10 TCU
7	Bau	Tidak bau
<b>Kimia</b>		
9	pH	6,5-8,5
10	Nitrat (sebagai $\text{NO}_3^-$ ) terlarut	20 mg/L
11	Nitrit (sebagai $\text{NO}_2^-$ ) terlarut	3 mg/L
12	Kromium valensi 6 ( $\text{Cr}^{6-}$ ) terlarut	0,01 mg/L
13	Besi (Fe) terlarut	0,2 mg/L
14	Mangan (Mn) terlarut	0,1 mg/L

Menurut Metcalf et.al (1991) kebutuhan air domestik untuk tiap orang adalah 40-100 liter per hari. Untuk keperluan sanitasi dibutuhkan  $0,1 \text{ m}^3/\text{hari}$  untuk tiap karyawan.

- a. Penyediaan keperluan air sanitasi untuk karyawan

Asumsi yang digunakan kebutuhan air 1 orang karyawan adalah 100 liter/hari.

Jumlah karyawan = 210 orang



$$\begin{aligned}
\text{Kebutuhan air domestik} &= 210 \times 100 \text{ liter/hari} \\
&= 21.000 \text{ liter/hari} \\
&= 875 \text{ kg/jam}
\end{aligned}$$

b. Penyediaan keperluan air sanitasi untuk fasilitas umum pabrik.

Kebutuhan air sanitasi untuk fasilitas umum pabrik dibagi menjadi beberapa bagian diantara lain :

1). Laboratorium

Asumsi penggunaan air di departemen laboratorium adalah 50% dari total air domestik karyawan.

$$\begin{aligned}
\text{Kebutuhan air di laboratorium} &= 0,5 \times 875 \text{ kg/jam} \\
&= 437,5 \text{ kg/jam}
\end{aligned}$$

2). Pabrikasi dan *Workshop* (P&W)

Asumsi penggunaan air di departemen laboratorium adalah 25% dari total air domestik karyawan.

$$\begin{aligned}
\text{Kebutuhan air di P\&W} &= 0,25 \times 875 \text{ kg/jam} \\
&= 218,75 \text{ kg/jam}
\end{aligned}$$

3). Poliklinik

Asumsi penggunaan air di departemen kesehatan unit poliklinik adalah 50% dari total air domestik karyawan.

$$\begin{aligned}
\text{Kebutuhan air di laboratorium} &= 0,5 \times 875 \text{ kg/jam} \\
&= 437,5 \text{ kg/jam}
\end{aligned}$$

4). Pemadam Kebakaran

Pabrik formaldehid dikategorikan ke dalam pabrik kimia (sedang), maka berdasarkan SNI 03-1745-2000 termasuk hunian dengan bahaya kebakaran *ordinary hazard occupancies* kelompok dua. Laju alir minimum dihitung secara hidroulik adalah 379 liter/menit dengan aliran tambahan tidak dipersyaratkan bila terdapat lebih dari 1 pipa tegak. Sehingga kebutuhan air untuk pemadam kebakaran :

$$\begin{aligned}
&= 379 \text{ liter/menit} \times 60 \text{ menit /jam} \\
&= 22.740 \text{ liter/jam} = 22.596,37 \text{ kg/jam}
\end{aligned}$$

5). Musholla

Asumsi penggunaan air untuk musholla adalah 5% dari total air domestik karyawan.

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air untuk musholla} &= 0,05 \times 875 \text{ kg/jam} \\ &= 43,75 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

6). Kantin

Asumsi penggunaan air untuk kantin adalah 5% dari total air domestik karyawan.

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air untuk kantin} &= 0,05 \times 875 \text{ kg/jam} \\ &= 43,75 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

7). Kebun dan lain-lain

Asumsi penggunaan air untuk kebun dan lain-lain adalah 50% dari total air domestik karyawan.

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan untuk kebun, dll} &= 0,5 \times 875 \text{ kg/jam} \\ &= 437,5 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Adapun jumlah kebutuhan air sebagai kebutuhan sanitasi ditunjukkan pada Tabel 8.2

**Tabel 8. 2. Kebutuhan Air Sanitasi**

<b>Kegunaan</b>	<b>Kebutuhan Air (Kg/jam)</b>
Karyawan kantor	875
Laboratorium	437,5
Pabrikasi dan <i>Workshop</i>	218,75
Poliklinik	437,5
Pemadam Kebakaran	22.596,37
Musholla	43,75
Kantin	43,75
Kebun dan lain-lain	437,5
<b>Total Kebutuhan</b>	<b>25.599,14</b>

Total kebutuhan air sanitasi dengan *safety factor* 10%

$$= 25.599,145 \text{ kg/jam} \times 1,1$$

$$= 27.599,14 \text{ kg/jam}$$



### 9.1.2 Air Proses

Air proses dalam pabrik formaldehid ini digunakan sebagai bahan baku maupun bahan pembantu untuk penyerapan formaldehid pada absorber, selain itu air digunakan untuk persediaan jika terjadi gangguan dalam proses yang memerlukan penambahan air untuk mengatasi masalah tersebut. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penyediaan air proses, yaitu:

a. Kandungan yang menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi di dalam alat proses dan saluran pemipaan dapat disebabkan karena air mengandung larutan yang bersifat asam dan gas-gas yang terlarut.

b. Kandungan yang menyebabkan kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak pada alat proses dapat disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.

c. Kandungan yang menyebabkan pembusaan (*foaming*)

Kandungan zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar dapat menyebabkan pembusaan (*foaming*) yang berakibat pada alkalinitas yang tinggi.

Adapun jumlah kebutuhan air sebagai air proses seperti pada Tabel 8.3.

**Tabel 8. 3. Kebutuhan Air Proses**

Nama Alat	Kebutuhan (Kg/jam)
<i>Absorber</i>	1.156,4724
<b>Total Kebutuhan</b>	<b>1.156,4724</b>

Total kebutuhan air proses dengan *safety factor* 10%

$$= 1.156,4724 \text{ kg/jam} \times 1,1$$

$$= 1.272,12 \text{ kg/jam}$$

### 9.1.3 Air Pendingin

Air pendingin dalam pabrik formaldehid ini digunakan sebagai keperluan operasional pada *cooler*. Adapun syarat kualitas air pendingin adalah sebagai berikut:

- a. Tidak mengandung *Hardness* dan Silika karena dapat menimbulkan kerak
- b. Tidak mengandung besi karena dapat menimbulkan korosi
- c. Tidak mengandung minyak karena menyebabkan terganggunya *film corrosion* pada inhibitor, menurunkan *heat transfer* dan memicu pertumbuhan mikroorganisme.

Adapun jumlah kebutuhan air sebagai media pendingin seperti pada Tabel 8.4.

**Tabel 8. 4. Kebutuhan Air Pendingin**

Nama Alat	Kebutuhan (Kg/jam)
Heat Exchanger 3 (HE-03)	3.499,25
Heat Exchanger 4 (HE-04)	840,56
<b>Total Kebutuhan</b>	<b>4.339,82</b>

Total kebutuhan air pendingin dengan *safety factor* 10%  
= 4.339,82 kg/jam x 1,1  
= 4.773,80 kg/jam

### 9.1.4 Air Umpan Boiler

Air umpan *boiler* adalah air yang akan menjadi fase uap di dalam shell and tube boiler, dimana telah mengalami perlakuan khusus antara lain penjernihan, pelunakan, dan demineralisasi (menghilangkan kandungan mineral). Adapun syarat kualitas Air Umpan *Boiler* adalah sebagai berikut:

- a. Air bebas dari zat-zat penyebab korosi  
Korosi dapat disebabkan karena tidak sempurnanya pengaturan pH dan penghilangan oksigen, penggunaan kembali air kondensat

yang banyak mengandung bahan-bahan pembentuk karat dan korosi yang terjadi selama ketel tidak dioperasikan.

b. Air bebas dari zat-zat penyebab *scale foaming*

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

c. Air bebas dari zat-zat penyebab *foaming*

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan biasanya menyebabkan busa (*foam*), karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat tidak terlarut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalinitas tinggi. Sebelum air dari unit pengolahan air digunakan sebagai umpan *boiler*, dilakukan pelunakan air. Adapun tujuannya adalah untuk mengurangi ion  $Mg^{2+}$  dan  $Ca^{2+}$  yang mudah sekali membentuk kerak. Kerak akan menghalangi perpindahan proses panas sehingga akan menyebabkan *overheating* yang memusat dan menyebabkan pecahnya alat.

Adapun jumlah kebutuhan air umpan boiler seperti pada Tabel 8.5.

**Tabel 8. 5. Kebutuhan Air Umpan Boiler**

Nama Alat	Kebutuhan (Kg/jam)
Heat Exchanger 2 (HE-02)	934,97
Heat Exchanger 5 (HE-05)	115,17
<b>Total Kebutuhan</b>	<b>1.050,15</b>

Total kebutuhan air umpan boiler dengan *safety factor* 10%

$$= 1.050,15 \text{ kg/jam} \times 1,1$$

$$= 1.155,16 \text{ kg/jam}$$

Total air yang dibutuhkan dalam pabrik formaldehid dapat dilihat pada tabel dibawah ini,

**Tabel 8. 6. Total Kebutuhan Air**

<b>Nama Alat</b>	<b>Kebutuhan (Kg/jam)</b>
Air sanitasi	27.599,14
Air proses	1.272,12
Air pendingin	4.773,80
Air umpan boiler	1.155,16
<b>Total Kebutuhan</b>	<b>34.800,22</b>

### 9.1.5 Spesifikasi alat penyediaan air

#### 9.1.5.1 *Bar Screen*

Kode alat	= FT-02
Fungsi	= Untuk menyaring air sungai sebelum masuk ke second filter
Ukuran	= 50 mesh
Sudut Kemiringan	= 60°
Jumlah	= 1
Harga	= \$ 2.000

#### 9.1.5.2 *Strainer Filter*

Kode alat	= FT-03
Fungsi	= Untuk menyaring air sungai sebelum masuk bak koagulasi
Ukuran	= 100 mesh
Jumlah	= 1
Harga	= \$ 1.500

#### 9.1.5.3 *Pompa -05*

Kode alat	= P-05
Fungsi	= untuk mengalirkan fluida menuju tangki <i>raw material</i>
Jenis pompa	= <i>Centrifugal Pump Single Stage</i>

Jenis aliran = Turbulen  
Kapasitas pompa = 38,4639 m<sup>3</sup>/h

Ukuran standar pipa :

- *Nominal pipe size* = 0,1016 m
- *Inside diameter* = 0,1023 m
- *Outside diameter* = 0,1143 m
- *Schedule number* = 40
- *Inside section area* = 0,0020 m<sup>2</sup>

Daya pompa = 3 HP

Efisiensi pompa = 65 %

Harga alat = \$ 6.300

#### 9.1.5.4 Tangki *raw material*

Kode alat = T-03

Fungsi = Menampung air sungai sebelum diolah menjadi air bersih

Jenis = Bak berbentuk persegi panjang

Jumlah = 1 buah

Konstruksi = Beton

Kapasitas = 1.154 m<sup>3</sup>

Dimensi :

- Panjang = 17 m
- Lebar = 12 m
- Tinggi = 6 m

Harga alat = \$ 1.650

#### 9.1.5.5 Pompa -06

Kode alat = P-06

Fungsi = untuk mengalirkan fluida dari *raw material* ke dalam bak koagulasi

Jenis pompa = *Centrifugal Pump Single Stage*

Jenis aliran = Turbulen  
Kapasitas pompa = 38,4639 m<sup>3</sup>/h

Ukuran standar pipa :

- *Nominal pipe size* = 0,1016 m
- *Inside diameter* = 0,1023 m
- *Outside diameter* = 0,1143 m
- *Schedule number* = 40
- *Inside section area* = 0,0020 m<sup>2</sup>

Daya pompa = 2 HP

Efisiensi pompa = 65%

Harga alat = \$ 6.300

#### 9.1.5.6 Tangki PAC

Kode alat = T-04

Fungsi = Tempat penyimpanan koagulen  
PAC

Tipe = *Round dosing tank*

Kapasitas = 200 L

Spesifikasi tangki :

- Diameter = 0,57 m
- Tinggi = 1 m

Harga alat = \$ 16,50

#### 9.1.5.7 Bak Koagulasi

Kode alat = BK-01

Fungsi = Destabilisasi partikel koloid dengan  
menambahkan kogulan

Tipe = Bak berbentuk *Rectangular*



Spesifikasi bak :

- Panjang = 3,7 m
- Lebar = 1,9 m
- Kedalaman = 1,3 m

Spesifikasi pengaduk:

- Tipe = *Flat six-blade turbine impeller with disk*
- Diameter *impeller* = 0,40 m
- Lebar *blade* = 0,08 m
- Panjang *blade* = 0,10 m
- Daya pengaduk = 1,1 Hp
- Jumlah = 1 buah
- Harga = \$ 1.650

#### 9.1.5.8 Pompa -07

- Kode alat = P-07
- Fungsi = untuk mengalirkan fluida dari bak koagulasi ke bak flokulasi
- Jenis pompa = *Centrifugal Pump Single Stage*
- Jenis aliran = Turbulen
- Kapasitas pompa = 38,4639 m<sup>3</sup>/h
- Ukuran standar pipa :
  - *Nominal pipe size* = 0,1016 m
  - *Inside diameter* = 0,1023 m
  - *Outside diameter* = 0,1143 m
  - *Schedule number* = 40
  - *Inside section area* = 0,0020 m<sup>2</sup>
- Daya pompa = 2 HP
- Efisiensi pompa = 65%
- Harga alat : \$ 6.300

#### 9.1.5.9 Bak Flokulasi

Kode alat = BF-01  
Fungsi = Mempercepat pembentukan flok-flok

Tipe = Bak berbentuk *Rectangular*

Spesifikasi bak :

- Panjang = 3,1 m
- Lebar = 1,5 m
- Kedalaman = 1,3 m

Spesifikasi pengaduk:

- Tipe = *Flat six-blade turbine impeller with disk*
- Diameter *impeller* = 0,40 m
- Lebar *blade* = 0,08 m
- Panjang *blade* = 0,10 m
- Daya pengaduk = 1,1 Hp

Jumlah = 1 buah

Harga = \$ 1.650

#### 9.1.5.10 Tangki PE

Kode alat = T-05  
Fungsi = Tempat penyimpanan koagulen PE

Tipe = *Round dosing tank*

Kapasitas = 200 L

Spesifikasi tangki :

- Diameter = 0,57 m
- Tinggi = 1 m

Harga alat = \$ 16,50

#### 9.1.5.11 Pompa -08

Kode alat	= P-08
Fungsi	= untuk mengalirkan fluida dari bak flokulasi ke dalam bak sedimentasi
Jenis pompa	= <i>Centrifugal Pump Single Stage</i>
Material konstruksi	= <i>Carbon steel SA 285 grade C</i>
Jenis aliran	= Turbulen
Kapasitas pompa	= 38,4639 m <sup>3</sup> /h
Ukuran standar pipa :	
• <i>Nominal pipe size</i>	= 0,1016 m
• <i>Inside diameter</i>	= 0,1023 m
• <i>Outside diameter</i>	= 0,1143 m
• <i>Schedule number</i>	= 40
• <i>Inside section area</i>	= 0,0020 m <sup>2</sup>
Daya pompa	= 2 HP
Efisiensi pompa	= 65%
Harga alat	= \$ 6.300

#### 9.1.5.12 Bak Sedimentasi

Kode alat	= BS-01
Fungsi	= Mengendapkan gumpalan-gumpalan kotoran dari bak koagulasi dan flokulasi
Tipe	= Bak berbentuk <i>Rectangular</i>
Spesifikasi bak :	
• Panjang	= 8,00 m
• Lebar	= 2,00 m
• Kedalaman	= 3,50 m
• Kemiringan dasar	= 2%
• Kemiringan <i>settler</i>	= 60 <sup>0</sup>
• Jarak antar <i>settler</i>	= 0,05 m
Spesifikasi ruang <i>sludge</i> :	

- Panjang permukaan zona = 2,67 m
- Lebar permukaan zona = 2,67 m
- Panjang dasar zona = 2,00 m
- Lebar dasar zona = 2,00 m

Spesifikasi *plate settler* :

- Panjang *plate settler* = 1,15 m
- Lebar *plate settler* = 0,63 m
- Tebal *plate settler* = 0,05 m
- Tinggi *plate settler* = 1 m
- Jumlah *plate settler* = 31 buah

Waktu tinggal = 120 menit

Harga = \$ 1.650

#### 9.1.5.13 Pompa -09

Kode alat = P-09

Fungsi = untuk mengalirkan fluida dari bak sedimentasi kedalam tangki sand filter dan karbon aktif

Jenis pompa = *Centrifugal Pump Single Stage*

Jenis aliran = Turbulen

Kapasitas pompa = 38,4639 m<sup>3</sup>/h

Ukuran standar pipa :

- *Nominal pipe size* = 0,1016 m
- *Inside diameter* = 0,1023 m
- *Outside diameter* = 0,1143 m
- *Schedule number* = 40
- *Inside section area* = 0,0020 m<sup>2</sup>

Daya pompa = 3 HP

Efisiensi pompa = 65%

Harga alat = \$ 6.300

#### 9.1.5.14 Tangki *carbon* dan *sand filter*

Kode alat	= SF -01
Fungsi	= Menyaring kotoran-kotoran yang terbawa air
Jenis	= Silinder tegak ( <i>vertical</i> ) dengan head berbentuk <i>torispherical</i> dan media penyaring karbon aktif dan <i>sand filter</i>
Kapasitas	= 34,9784 m <sup>3</sup> /jam
Dimensi	:
• Diameter	= 2,1346 m
• Tinggi	= 3,6702 m
• Tebal shell	= 0,0079 m
• Tebal head	= 0,0079 m
Waktu <i>backwash</i>	= 5 menit
Jumlah	= 1 buah
Harga alat	= \$ 16,50

#### 9.1.5.15 Pompa -10

Kode alat	= P-10
Fungsi	= untuk mengalirkan fluida dari tangki <i>sand filter</i> dan karbon aktif ke dalam tangki timbun air bersih
Jenis pompa	= <i>Centrifugal Pump Single Stage</i>
Jenis aliran	= Turbulen
Kapasitas pompa	= 38,4639 m <sup>3</sup> /h
Ukuran standar pipa :	
• <i>Nominal pipe size</i>	= 0,1016 m
• <i>Inside diameter</i>	= 0,1023 m
• <i>Outside diameter</i>	= 0,1143 m
• <i>Schedule number</i>	= 40
• <i>Inside section area</i>	= 0,0020 m <sup>2</sup>

Daya pompa	= 3 HP
Efisiensi pompa	= 65%
Harga alat	= \$ 6.300

#### 9.1.5.16 Tangki Timbun Air Bersih

Kode alat	= T-07
Fungsi	= Menyimpan air bersih selama 1 hari
Tipe	= Silinder tegak ( <i>vertical cylinder</i> ) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan bagian atas <i>conical</i>
Jumlah	= 1 buah
Volume	= 1.154,29 m <sup>3</sup>
Kondisi penyimpanan:	T = 30°C
	P = 1 atm
Bahan konstruksi	= <i>Carbon steel SA 285 grade C</i>
Diameter	= 12 m
Tinggi	= 9 m
Tebal <i>shell</i>	:
• <i>Course 1</i>	= 0,005 m
• <i>Course 2</i>	= 0,005 m
• <i>Course 3</i>	= 0,005 m
• <i>Course 4</i>	= 0,005 m
• <i>Course 5</i>	= 0,005 m
Tebal <i>head</i>	= 0,005 m
Tinggi <i>head</i>	= 3,500 m
Sudut kemiringan	= 30,26°



Tebal bottom	= 0,009 m
Tinggi total	= 12,5 m
Harga alat	= \$ 16,5

#### 9.1.5.17 Pompa -11

Kode alat	= P-11
Fungsi	= untuk mengalirkan fluida dari tangki timbun air bersih kedalam RO system

Jenis pompa = *Centrifugal Pump Single Stage*

Jenis aliran = Turbulen

Kapasitas pompa = 38,4639 m<sup>3</sup>/h

Ukuran standar pipa :

- *Nominal pipe size* = 0,1016 m
- *Inside diameter* = 0,1023 m
- *Outside diameter* = 0,1143 m
- *Schedule number* = 40
- *Inside section area* = 0,0020 m<sup>2</sup>

Daya pompa = 2 HP

Efisiensi pompa = 65%

Harga alat = \$ 6.300

#### 9.1.5.18 Tangki NaOCl

Kode alat = T-08

Fungsi = Tempat penyimpanan koagulen NaOCl

Tipe = *Round dosing tank*

Kapasitas = 200 L

Spesifikasi tangki :

- Diameter = 0,57 m
  - Tinggi = 1 m
- Harga alat = \$ 16,50

#### 9.1.5.19 RO system

- Kode alat = RO-01
- Fungsi = untuk memisahkan mineral dalam air, dengan cara melewati membran semipermeabel
- Tipe = 36000 Gpd
- Kapasitas = 5689 Lph
- Membran tipe* = 8040 x 6
- Membrane Housing* = 8040 x 3
- Booster pump* = 7,5 Hp
- Filter Cartidge* = 30 inc x 7
- Multi housing filter* = SS 0730
- Electrical control* = PLC control
- Pressure gauge* = 300 psi x 2
- Flow meter* = 2 dan 5 psi
- Daya = 6000 watt
- Jumlah = 1
- Harga = \$ 16,50

#### 9.1.5.20 Pompa -12

- Kode alat = P-12
- Fungsi = untuk mengalirkan fluida dari RO system ke dalam Tangki RO
- Jenis pompa = *Centrifugal pump Single Stage*
- Jenis aliran = Turbulen
- Kapasitas pompa = 8,8120 m<sup>3</sup>/h
- Ukuran standar pipa :

- *Nominal pipe size* = 0,0508 m
- *Inside diameter* = 0,0525 m
- *Outside diameter* = 0,0603 m
- *Schedule number* = 40
- *Inside section area* = 0,0007 m<sup>2</sup>

Daya pompa = 1 HP

Efisiensi pompa = 56%

Harga alat = \$ 3.900

#### 9.1.5.21 Tangki air RO

Kode alat = T-09

Fungsi = Menyimpan air RO selama 2 hari

Tipe = Silinder tegak (*vertical cylinder*)  
dengan dasar datar (*flat bottom*)  
dan bagian atas *conical*

Jumlah = 1 buah

Volume = 489,68 m<sup>3</sup>

Kondisi penyimpanan : T = 30°C

P = 1 atm

Bahan konstruksi = *Carbon steel SA 285 grade C*

Diameter = 9 m

Tinggi = 9 m

Tebal *shell*

- *Course 1* = 0,005 m
- *Course 2* = 0,005 m
- *Course 3* = 0,005 m
- *Course 4* = 0,005 m
- *Course 5* = 0,005 m

Tebal <i>head</i>	= 0,005 m
Tinggi <i>head</i>	= 1,875 m
Sudut kemiringan	= 22,62 <sup>o</sup>
Tebal <i>bottom</i>	= 0,009 m
Tinggi total	= 10,875 m
Harga alat	= \$ 16,50

#### 9.1.5.22 Pompa -13

Kode alat	= P-13
Fungsi	= untuk mengalirkan fluida dari RO system ke dalam Tangki konsentrat
Jenis pompa	= <i>Centrifugal Pump Single Stage</i>
Jenis aliran	= Turbulen
Kapasitas pompa	= 29,6519 m <sup>3</sup> /h
Ukuran standar pipa :	
• <i>Nominal pipe size</i>	= 0,1016 m
• <i>Inside diameter</i>	= 0,1023 m
• <i>Outside diameter</i>	= 0,1143 m
• <i>Schedule number</i>	= 40
• <i>Inside section area</i>	= 0,0020 m <sup>2</sup>
Daya pompa	= 2 HP
Efisiensi pompa	= 65%
Harga alat	= \$ 6.300

#### 9.1.5.23 Tangki Air Konsentrat

Kode alat	= T-10
Fungsi	= Menyimpan air RO selama 2 hari
Tipe	= Silinder tegak ( <i>vertical cylinder</i> )

dengan dasar datar (*flat bottom*)  
dan bagian atas *conical*

Jumlah = 1 buah

Volume = 1.779,69 m<sup>3</sup>

Kondisi penyimpanan : T = 30°C

P = 1 atm

Bahan konstruksi = *Carbon steel SA 285 grade C*

Diameter = 12 m

Tinggi = 14,4 m

Tebal *shell* :

- *Course 1* = 0,005 m
- *Course 2* = 0,005 m
- *Course 3* = 0,005 m
- *Course 4* = 0,005 m
- *Course 5* = 0,005 m
- *Course 6* = 0,005 m
- *Course 7* = 0,005 m
- *Course 8* = 0,005 m

Tebal *head* = 0,005 m

Tinggi *head* = 3,50 m

Sudut kemiringan = 30,26°

Tebal *bottom* = 0,009 m

Tinggi total = 17,9 m

Harga alat = \$ 16,50

#### 9.1.5.24 Pompa -14

Kode alat	= P-14
Fungsi	= untuk mengalirkan fluida dari tangki RO ke HE-05, Laboratorium, dan Poliklinik
Jenis pompa	= <i>Centrifugal Pump Single Stage</i>
Material konstruksi	= <i>Carbon steel SA 285 grade C</i>
Jenis aliran	= Turbulen
Kapasitas pompa	= 2,4729 m <sup>3</sup> /h
Ukuran standar pipa :	
• <i>Nominal pipe size</i>	= 0,0318 m
• <i>Inside diameter</i>	= 0,0409 m
• <i>Outside diameter</i>	= 0,0483 m
• <i>Schedule number</i>	= 40
• <i>Inside section area</i>	= 0,0005 m <sup>2</sup>
Daya pompa	= 1 HP
Efisiensi pompa	= 38 %
Harga alat	= \$ 2.400

#### 9.1.5.25 Pompa -15

Kode alat	= P-15
Fungsi	= untuk mengalirkan fluida dari tangki RO ke <i>Cooling tower</i> dan unit boiler
Jenis pompa	= <i>Centrifugal Pump Single Stage</i>
Material konstruksi	= <i>Carbon steel SA 285 grade C</i>
Jenis aliran	= Turbulen
Kapasitas pompa	= 6,0508 m <sup>3</sup> /h
Ukuran standar pipa :	
• <i>Nominal pipe size</i>	= 0,0508 m
• <i>Inside diameter</i>	= 0,0525 m
• <i>Outside diameter</i>	= 0,0603 m



- *Schedule number* = 40
  - *Inside section area* = 0,0007 m<sup>2</sup>
- Daya pompa = 1 HP  
 Efisiensi pompa = 52 %  
 Harga alat = \$ 6.300

#### 9.1.5.26 Pompa -16

- Kode alat = P-16  
 Fungsi = untuk mengalirkan fluida dari tangki konsentrat ke fasum (fasilitas umum)  
 Jenis pompa = *Centrifugal Pump Single Stage*  
 Material konstruksi = *Carbon steel SA 285 grade C*  
 Jenis aliran = Turbulen  
 Kapasitas pompa = 29,6519 m<sup>3</sup>/h  
 Ukuran standar pipa :
- *Nominal pipe size* = 0,1016 m
  - *Inside diameter* = 0,1023 m
  - *Outside diameter* = 0,1143 m
  - *Schedule number* = 40
  - *Inside section area* = 0,0020 m<sup>2</sup>
- Daya pompa = 2 HP  
 Efisiensi pompa = 65%  
 Harga alat = \$ 6.300

#### 9.1.5.27 Cooling Tower

- Kode alat = CT-01  
 Nama alat = *Cooling Tower*  
 Fungsi = Mendinginkan air sirkulasi yang telah dipakai untuk pendinginan  
 Tipe = *Induced Draft Cooling Tower*

Kecepatan air = 4,6102 m<sup>3</sup>/jam  
Kebutuhan udara = 4.945,12 kg/jam

Spesifikasi menara :

- Lebar menara = 1,3 m
- Panjang menara = 1,3 m
- Tinggi menara = 2,6 m

Daya Penggerak fan = 1 Hp

Harga alat = \$ 97.600

#### 9.1.5.28 *Cooling Basin*

Kode alat = CB-01

Fungsi = Menampung air pendingin

Tipe = Bak berbentuk *square*

Spesifikasi bak :

- Panjang = 2 m
- Lebar = 2 m
- Kedalaman = 2 m

Jumlah = 1 buah

Harga = \$ 1.650

#### 9.1.5.29 *Heat Exchanger -05*

Kode alat = HE-05

Fungsi = Untuk menaikkan temperatur  
*solvent* masuk menara absorber  
(AB-01)

Jenis = *Double Pipe Heat Exchanger*

Bahan konstruksi = *Carbon steel SA 285 grade C*

Luas area = 110,04 ft<sup>2</sup>

Temperatur	:
T1	= 360 °C
T2	= 360 °C
t1	= 30 °C
t2	= 70 °C
Panjang Pipe	= 4
Diameter Pipe	= 3
Leght	= 3,6575 m
Jumlah haiprin	= 5
$\Delta P$ annulus	= 0,0006 atm
$\Delta P$ pipe	= 0,0004 atm
Rd	= 0,2741 h.ft <sup>2</sup> .°F/BTU
Harga alat	= \$ 1.800

## 9.2 Unit Penyediaan Steam

*Steam* mempunyai peranan yang sangat penting dalam menunjang proses produksi. *Steam* digunakan sebagai media pemanas, dimana pembangkitnya berasal dari turbin, dengan fluida penggerakannya berupa air. Pada pabrik formaldehid ini, *steam* yang digunakan adalah steam jenuh (*saturated steam*) dengan suhu 360°C dan tekanan 184 atm. Adapun jumlah kebutuhan steam pada pabrik formaldehid seperti pada Tabel 8.7

**Tabel 8. 7. Kebutuhan Steam**

Nama Alat	Kebutuhan (Kg/jam)
<i>Heat Exchanger</i> 2 (HE-02)	1.028,4713
<i>Heat Exchanger</i> 5 (HE-05)	126,6883
<b>Total Kebutuhan</b>	<b>1.155,1596</b>

## 9.2.1 Spesifikasi alat penyediaan *steam*

### 9.2.1.1 Tangki Air *Boiler Feed Water* (BFW)

Kode alat	= T-11
Fungsi	= Menyimpan air BFW
Tipe	= Silinder tegak ( <i>vertical cylinder</i> ) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan bagian atas <i>conical</i>
Jumlah	= 1 buah
Volume	= 25 m <sup>3</sup>
Kondisi penyimpanan :	T = 30°C P = 1 atm
Bahan konstruksi	= <i>Carbon steel SA 285 grade C</i>
Diameter	= 3 m
Tinggi	= 3,6 m
Tebal <i>shell</i>	:
• <i>Course 1</i>	= 0,005 m
• <i>Course 2</i>	= 0,005 m
Tebal <i>head</i>	= 0,005 m
Tinggi <i>head</i>	= 0,250 m
Sudut kemiringan	= 9,46°
Tebal bottom	= 0,009 m
Tinggi total	= 3,85 m
Harga alat	= \$ 16,50

### 9.2.1.2 *Deaerator*

Kode alat	= DA-01
Fungsi	= Menghilangkan gas-gas

	terlarut dalam air
Tipe	= Tangki <i>horizontal</i> dengan <i>thorispherical head</i>
Spesifikasi <i>deaerator</i>	:
Bahan isian	= <i>Rasching ring metal</i>
Diameter <i>packing</i>	= 1 in
Tinggi <i>bed</i>	= 0,7 m
Diameter <i>bed</i>	= 0,6 m
Diameter <i>shell</i>	= 0,96 m
Tinggi <i>shell</i>	= 2,36 m
Tebal <i>shell</i>	= 0,0048 m
Tebal <i>head</i>	= 0,0048 m
Harga alat	= \$ 20.000

#### 9.2.1.3 **Boiler**

Kode alat	= BO-01
Fungsi	= Menghasilkan <i>steam</i> keperluan proses
Tipe	= <i>Fire Tube boiler</i>
<i>Heating surface</i>	= 10 ft <sup>2</sup>
Kapasitas	= 789,7 Btu/jam
Daya	= 17 Hp
Harga alat	= \$ 324.100

### 9.3 **Unit Penyediaan Listrik**

Listrik pada pabrik ini digunakan sebagai tenaga penggerak dari beberapa peralatan proses seperti reaktor, *vaporizer*, absorber dan lain-lain. Sedangkan pada peralatan utilitas digunakan untuk menggerakkan pengaduk pada tangki koagulasi, tangki flokulasi, dan peralatan utilitas lainnya. Kebutuhan listrik di pabrik formaldehid ini diperoleh dari PLN wilayah setempat dan cadangan digunakan generator untuk mengatasi keadaan bila

sewaktu-waktu terjadi gangguan PLN. Adapun jumlah kebutuhan listrik pada pabrik formaldehid seperti pada Tabel 8.8

**Tabel 8. 8. Kebutuhan Listrik**

<b>Kegunaan</b>	<b>Kebutuhan (kW)</b>
Kebutuhan Proses	2.367,44
Kebutuhan Utilitas	112,983
Laboratorium dan Instrumentasi	10
Penerangan	28
<b>Total Kebutuhan</b>	<b>2.518,55</b>

Generator yang digunakan sebagai cadangan sumber listrik memiliki efisiensi sebesar 80% sehingga generator yang dibutuhkan memiliki output:

Kapasitas Generator *over desain* 10%

$$\begin{aligned} \text{Output} &= \frac{2.518,55}{0,8} \times 1,1 \\ &= 3.463 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dipilih generator dengan daya 3.500 kW

### 9.3.1 Spesifikasi alat penyediaan listrik

#### 9.3.1.1 Generator

Kode alat	= G-01
Fungsi	= Sebagai emergensi jika suplai utama listrik mati
Tipe	= AC Generator
Kapasitas	= 3.500 kW
Tegangan	= 220/380Volt
Jumlah	= 2 buah (1 cadangan)
Bahan bakar	= Solar
Harga alat	= \$ 121.042



## 9.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Kebutuhan udara tekan untuk perancangan pabrik formaldehid ini diperkirakan sebesar (asumsi) 1.000 kg/jam, tekanan 6 atm, dan suhu 30°C. alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompressor.

### 9.4.1 Spesifikasi alat penyediaan udara tekan

#### 9.4.1.1 Kompresor

Kode alat	= CP-01
Nama alat	= Kompresor
Tipe	= <i>Centrifugal Compressor</i>
Kapasitas	= 949,4490 m <sup>3</sup> /jam
Daya	= 2 Hp
Bahan Kontruksi	= <i>Cast iron</i>
Jumlah	= 1 buah
Harga alat	= \$ 3.000

## 9.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar mempunyai tugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada generator. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah solar yang diperoleh dari PT. Megah Anugrah Energi. Pemilihan bahan bakar didasarkan pada :

- Mudah didapat
- Mudah dalam penyimpanan
- Dekat dengan perusahaan

Sifat fisik solar yang digunakan

Densitas : 860 kg/m<sup>3</sup>  
: 53,6881 lb/ft<sup>3</sup>

Viskositas : 4,5 mm<sup>2</sup>/sec

*Heating value (HV)* : 18.774,942 Btu/lb

Adapun jumlah kebutuhan bahan bakar untuk generator adalah sebagai berikut:

Kapasitas generator = 3.500 kW  
= 11.619.539 Btu/jam

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi} &= 80 \% \\
 \text{Kebutuhan bahan bakar} &= \frac{q}{Hv \times n \times p} \\
 &= \frac{11.619.539}{18.774,942 \times 0.8 \times 53,6881} \\
 &= 14,8098 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 419,3657 \text{ liter/jam}
 \end{aligned}$$

## 9.5.1 Spesifikasi alat penyediaan bahan bakar

### 9.5.1.1 Tangki solar

Kode alat	= T-12
Fungsi	= Menyimpan solar selama 14 hari
Tipe	= Silinder tegak ( <i>vertical cylinder</i> ) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan bagian atas <i>conical</i>
Jumlah	= 1 buah
Volume	= 193,75 m <sup>3</sup>
Kondisi penyimpanan	= T = 30°C P = 1 atm
Bahan konstruksi	= <i>Carbon steel SA 285 grade C</i>
Diameter	= 6 m
Tinggi	= 7,2 m
Tebal <i>shell</i>	
• <i>Course 1</i>	= 0,005 m
• <i>Course 2</i>	= 0,005 m
• <i>Course 3</i>	= 0,005 m

• <i>Course 4</i>	= 0,005 m
Tebal <i>head</i>	= 0,005 m
Tinggi <i>head</i>	= 0,750 m
Sudut kemiringan <i>head</i>	= 14,04°
Tebal bottom	= 0,009 m
Tinggi total	= 7,950 m
Harga alat	= \$ 16,50

## 9.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik formaldehid diklasifikasikan menjadi dua yaitu limbah gas dan limbah cair

### a. Pengolahan limbah gas

Pada unit ini bertugas mengolah limbah pabrik yang berupa gas. Limbah gas ini berasal dari keluaran hasil atas absorber. Gas keluaran dari absorber terdiri dari gas  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Gas-gas tersebut dialirkan ke *flare tower* untuk dibakar sempurna menjadi gas  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{H}_2\text{O}$  hasil pembakar dibuang ke lingkungan. Hal ini bertujuan supaya gas yang dibuang tidak berbahaya.

### b. Pengolahan limbah cair

Pada unit ini bertugas mengolah limbah pabrik yang berbentuk cair. Semua limbah cair yang berasal dari limbah domestik dan limbah hasil proses diolah di instalasi pengolahan air limbah (IPAL) kecuali oli bekas yang ditampung didalam penampungan yang selanjutnya dikirim ke badan yang berwenang. Limbah dari berbagai sumber sebelum masuk ke IPAL dilewatkan melalui bak ekualisasi untuk menyamakan karakteristik bahan dalam pengolahan dengan melakukan pengadukan pada limbah sehingga menjadi homogen. Air limbah di bak ekualisasi juga ditambahkan larutan  $\text{NaOH}/\text{HCl}$  untuk menetralkan pH airnya. Air limbah dari bak ekualisasi yang diumpakan ke bak flokulasi dengan bersamaan juga diinjeksikan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dengan dosis 200 ppm yang berfungsi

untuk menjernihkan air dari bak ekualisasi. Air limbah yang masuk ke dalam bak flokulasi dicampurkan dengan *PolyEthylene* (PE) sebanyak 100 ppm dan diaduk perlahan untuk mempercepat pembentukan flok. Air limbah dari bak flokulasi kemudian diumpakan ke dalam bak sedimentasi. Isi bak sedimentasi ini membentuk 3 lapisan yaitu lapisan paling atas berbentuk *float*/gelembung busa, lapisan tengah berbentuk air, dan lapisan bawah berbentuk *sludge*. Air limbah di bak sedimentasi ini akan terjadi pemisahan antara *sludge*/padatan dengan airnya. Air dari bak sedimentasi masuk ke dalam bak biofilter sedangkan endapan berupa *sludge* dari bak sedimentasi ditransfer ke *sludge thickener* yang kemudian akan dialirkan ke *filter press* untuk dipisahkan air dan *cake* lumpurnya. Air dari hasil *filtrasi* diproses ulang masuk ke dalam bak sedimentasi.

Air dari bak sedimentasi di *overflow* masuk ke dalam bak aerasi yang mana di dalam dibak ini air limbah dengan kadar oksigen yang rendah dicampur dengan udara yang berasal dari pompa aerator. Selain itu di dalam bak aerasi juga diinjeksikan nutrisi dan dialirkan melalui *biofilter*. Air dari keluaran bak aerobik di alirkan ke bak anaerob dan bak pengendapan akhir. Residu dari sisa penguraian akan mengendap ke dasar bak dan air kemudian dialirkan ke saluran pembuangan. Proses pengolahan air limbah ditunjuk pada Gambar 8.2.

#### **9.6.1 Standar Keluaran Air Limbah**

Air limbah yang sudah diolah diharapkan memiliki kualitas sesuai dengan standar baku mutu air limbah yang diatur sesuai dengan PERDA PROV. Kalimantan Timur No. 02 Tahun 2011. Adapun standar yang ditetapkan adalah Baku Mutu Air Limbah Untuk Kawasan Industri Umum yang ditunjukkan pada Tabel 8.9.

**Tabel 8. 9 Standar Baku Mutu Air Limbah Untuk Kawasan Industri Umum**

No	Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
1	pH	6 – 9
2	<i>Total Suspended Solid</i>	150
3	<i>Biological Oxygen Demand (5 Days)</i>	50
4	<i>Chemical Oxygen Demand</i>	100
5	Sulfida	1
6	Amonia (NH <sub>3</sub> -N)	20
7	Fenol	1
8	Minyak dan Lemak	15
9	MBAS	10
10	Kadmium	0,1
11	Krom Hexavalen (Cr <sup>6+</sup> )	0,5
12	Krom Total (Cr)	1
13	Tembaga (Cu)	2
14	Timbal (Pb)	1
15	Nikel (Ni)	0,5
16	Seng (Zn)	10

### 9.6.2 Spesifikasi Bahan Proses Pengolahan Air Limbah

#### 9.6.2.1 *Media Biofilter*

Media biofilter yang dipilih jenis media berstruktur dengan desain sarang lebah *cross flow* yang terbuat dari bahan PVC. Media sarang lebah mempunyai luas permukaan yang besar sehingga cukup baik sebagai tempat untuk pertumbuhan mikroba. Media biofilter memiliki kemudahan dalam pemeliharaan dan perawatan yang mana hal ini disebabkan karena fraksi volume rongga media yang cukup besar sehingga memiliki peluang penyumbatan yang kecil.



Spesifikasi :

- Ukuran modul = 150 cm x 100 cm x 60 cm
- Ketebalan = 0,2 mm
- Luas spesifik = 150 – 220 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>
- Berat jenis = 15 – 20 kg/m<sup>3</sup>
- Volume = 0,3 m<sup>3</sup>
- Porositas tongga = 0,98

#### 9.6.2.2 *Poly Aluminium Chloride*

- Visual penampakan = jernih, tidak berwarna
- Densitas = 1,35 kg/dm<sup>3</sup>
- Viskositas = 29,16 cp
- Titik beku = -20 °C
- pH = 3,3 – 3,5
- Kemurnian = 18 %
- Rasio Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Cl = 0,8 – 0,12

(Sumber : 3V Tech. S.p.A.,2023)

#### 9.6.2.3 *Polyrthylenimine*

- Visual penampakan = jernih, warna larutan kekuningan
- Densitas = 1,00 – 1,10 kg/dm<sup>3</sup>
- pH = 9,8 - 12,2
- Kemurnian = 50 %
- Titik beku = -8 °C

(Sumber : Nanjing Chemical Material Corp.,2023)

#### 9.6.2.4 *Biang Fakultatif Aerob*

- Visual penampakan = kuning kecoklatan
- Densitas = 1,1 kg/dm<sup>3</sup>
- pH = 5,5 – 7,5
- Kandungan bakteri = *Aerobacter sp.*, *Nitrobacter*



*sp.*, *Nitrosomonas sp.*,  
*Bacillus sp.*, dan  
*Saccharomyces sp.*

(Sumber : Bio Aero-1, Toyotec, 2023)

#### 9.6.2.5 *Biang Fakultatif Anaerob*

Visual penampakan = jernih, warna kekuningan  
Densitas = 1,00 kg/dm<sup>3</sup>  
pH = 6,5 – 8,5  
Kandungan bakteri = *Nitrosomonas sp.*,  
*Nitrobacter sp.*,  
*Pseudomonas sp.*,  
dan *Bacillus sp.*

(Sumber : Bio Aero-1, Toyotec, 2023)

### 9.6.3 Spesifikasi Alat Pengolahan Limbah

#### 9.6.3.1 *Bak Ekualiasasi*

Kode alat = EK-01  
Fungsi = membagi dan  
mencampurkan secara  
merata efluen yang berasal  
dari beberapa sumber  
Tipe = Bak berbentuk *Rectangular*  
Spesifikasi bak :

- Panjang = 1,5 m
- Lebar = 0,74 m
- Kedalaman = 1,3 m

Spesifikasi pengaduk :

- Tipe = *Flat six-blade turbine  
impeller with disk*
- Diameter *impeller* = 0,74 m

• Lebar <i>blade</i>	= 0,15 m
• Panjang <i>blade</i>	= 0,18 m
• Daya pengaduk	= 1,5 Hp
Jumlah	= 1 buah
Harga alat	= \$ 1.650

### 9.6.3.2 *Bak Koagulasi*

Kode alat	= BK-02
Fungsi	= mendestabilisasi partikel koloid dengan menambahkan kogulan
Tipe	= Bak berbentuk <i>Rectangular</i>
Spesifikasi bak	:
• Panjang	= 1,04 m
• Lebar	= 0,52 m
• Kedalaman	= 1,3 m
Spesifikasi pengaduk	:
• Tipe	= <i>Flat six-blade turbine impeller with disk</i>
• Diameter <i>impeller</i>	= 0,52 m
• Lebar <i>blade</i>	= 0,10 m
• Panjang <i>blade</i>	= 0,13 m
• Daya pengaduk	= 1,23 Hp
Jumlah	= 1 buah
Harga alat	= \$ 1.650

### 9.6.3.3 *Bak Flokulasi*

Kode alat	= BF-02
Fungsi	= mempercepat pembentukan flok-flok
Tipe	= Bak berbentuk <i>Rectangular</i>

- Spesifikasi bak :
- Panjang = 0,90 m
  - Lebar = 0,43 m
  - Kedalaman = 1,3 m
- Spesifikasi pengaduk :
- Tipe = *Flat six-blade turbine impeller with disk*
  - Diameter *impeller* = 0,43 m
  - Lebar *blade* = 0,1 m
  - Panjang *blade* = 0,1 m
  - Daya pengaduk = 1,11 Hp
- Jumlah = 1 buah
- Harga alat = \$ 1.650

#### 9.6.3.4 *Bak Sedimentasi*

- Kode alat = BS-02
- Fungsi = memisahkan lumpur dari hasil flokuasi
- Tipe = Bak berbentuk *Rectangular*
- Spesifikasi bak :
- Panjang = 2,23 m
  - Lebar = 0,56 m
  - Kedalaman = 3,38 m
  - Kemiringan dasar bak = 2%
  - Kemiringan *settler* = 60°
  - Jarak antar *settler* = 0,05 m
- Spesifikasi ruang *sludge* :
- Panjang permukaan zona = 0,74 m
  - Lebar permukaan zona = 0,74 m
  - Panjang dasar zona = 0,56 m
  - Lebar dasar zona = 0,56 m

Spesifikasi <i>plate settler</i>	:
• Panjang <i>plate settler</i>	= 1,15 m
• Lebar <i>plate settler</i>	= 0,63 m
• Tebal <i>plate settler</i>	= 0,05 m
• Tinggi <i>plate settler</i>	= 1 m
• Jumlah <i>plate settler</i>	= 31 buah
Waktu tinggal	= 120 menit
Harga alat	= \$ 1.650

#### 9.6.3.5 **Bak Biofilter Anaerob**

Kode alat	= BAN-01
Fungsi	= Pengolahan air limbah secara biologis dengan menggunakan media filter
Tipe	= Bak berbentuk <i>Rectangular</i>
Material desain	= Beton

Bak biofilter anaerob didesain memiliki dua kompartemen dengan rasio 2:3 dari panjang bak, hal ini dikarenakan untuk memaksimalkan kerja penguraian mikroba.

Spesifikasi :

##### **a. Kompartemen I**

Lebar	= 1,5 m
Panjang	= 1,2 m
Kedalaman	= 1,5 m

##### **b. Kompartemen II**

Lebar	= 1,5 m
Panjang	= 1,2 m
Kedalaman	= 1,5 m
Harga alat	= \$ 1.650

### 9.6.3.6 *Bak Biofilter Aerob*

Kode alat	= BA-01
Fungsi	= Menempatkan bakteri aerob untuk menurunkan COD
Tipe	= Bak berbentuk <i>Rectangular</i>
Material desain	= Beton

Bak *biofilter* aerob didesain memiliki dua ruangan yaitu ruang untuk aerasi dan ruang media aerob.

#### a. Ruang Aerasi

Lebar	= 1 m
Panjang	= 2 m
Kedalaman	= 1,5 m

#### b. Ruang Media Aerob

Lebar	= 1,5 m
Panjang	= 3 m
Kedalaman	= 1,5 m
Harga alat	= \$ 1.650

### 9.6.3.7 *Aerator*

Kode alat	= AE-01
Fungsi	= meningkatkan dan menghasilkan oksigen terlarut dalam air
Tipe	= LP 200
Dimensi	:
• Panjang	= 0,29 m
• Lebar	= 0,20 m
• Tinggi	= 0,24 m
<i>Air divider Outlets</i>	= 33 cabang
Daya	= 1 HP
Jumlah	= 2
Harga	= \$ 208

### 9.6.3.8 Pompa -17

Kode alat	= P-17
Fungsi	= untuk mengalirkan fluida dari bak ekualisasi ke dalam bak koagulasi
Jenis pompa	= <i>Centrifugal pump Single Stage</i>
Jenis aliran	= Turbulen
Kapasitas pompa	= 2,9896 m <sup>3</sup> /h
Ukuran standar pipa	:
• <i>Nominal pipe size</i>	= 0,0345 m
• <i>Inside diameter</i>	= 0,0409 m
• <i>Outside diameter</i>	= 0,0483 m
• <i>Schedule number</i>	= 40
• <i>Inside section area</i>	= 0,0005 m <sup>2</sup>
Daya pompa	= 1 HP
Harga alat	= \$ 2.400

### 9.6.3.9 Pompa -18

Kode alat	= P-18
Fungsi	= untuk mengalirkan fluida dari bak koagulasi ke bak flokulasi
Jenis pompa	= <i>Centrifugal pump Single Stage</i>
Jenis aliran	= Turbulen
Kapasitas pompa	= 2,9896 m <sup>3</sup> /h
Ukuran standar pipa	:
• <i>Nominal pipe size</i>	= 0,0345 m
• <i>Inside diameter</i>	= 0,0409 m
• <i>Outside diameter</i>	= 0,0483 m
• <i>Schedule number</i>	= 40



• <i>Inside section area</i>	= 0,0005 m <sup>2</sup>
Daya pompa	= 1 HP
Harga alat	= \$ 2.400

#### 9.6.3.10 Pompa -19

Kode alat	= P-19
Fungsi	= untuk mengalirkan fluida dari bak flokulasi ke bak sedimentasi
Jenis pompa	= <i>Centrifugal pump Single Stage</i>
Jenis aliran	= Turbulen
Kapasitas pompa	= 2,9896 m <sup>3</sup> /h
Ukuran standar pipa	:
• <i>Nominal pipe size</i>	= 0,0345 m
• <i>Inside diameter</i>	= 0,0409 m
• <i>Outside diameter</i>	= 0,0483 m
• <i>Schedule number</i>	= 40
• <i>Inside section area</i>	= 0,0005 m <sup>2</sup>
Daya pompa	= 1 HP
Harga alat	= \$ 2.400

#### 9.6.3.11 Pompa -20

Kode alat	= P-20
Fungsi	= untuk mensirkulasikan fluida
Jenis pompa	= <i>Centrifugal pump Single Stage</i>
Jenis aliran	= Turbulen
Kapasitas pompa	= 0,7474 m <sup>3</sup> /h
Ukuran standar pipa	:

- *Nominal pipe size* = 0,0254 m
  - *Inside diameter* = 0,0034 m
  - *Outside diameter* = 0,334 m
  - *Schedule number* = 40
  - *Inside section area* = 0,0007 m<sup>2</sup>
- Daya pompa = 1 HP
- Harga alat = \$ 2.400

#### 9.6.3.12 Tangki PAC

- Kode alat = T-13
- Fungsi = Tempat penyimpanan koagulen PAC
- Tipe = *Round dosing tank*
- Kapasitas = 200 L
- Spesifikasi tangki :
- Diameter = 0,57 m
  - Tinggi = 1 m
- Harga alat = \$ 16,50

#### 9.6.3.13 Tangki PE

- Kode alat = T-14
- Fungsi = Tempat penyimpanan koagulen PE
- Tipe = *Round dosing tank*
- Kapasitas = 200 L
- Spesifikasi tangki :
- Diameter = 0,57 m
  - Tinggi = 1 m
- Harga alat = \$ 16,50

#### 9.6.3.14 Pompa -21

Kode alat	= P-21
Fungsi	= Untuk menginjeksikan koagulen
Tipe	= <i>Dosing Pump Ailipu JM-15.77/4.2</i>
Kapasitas	= 15,77 Lph
Jumlah alat	= 7 buah
Daya	= 15 watt
Harga alat	= \$ 240

#### 9.6.3.15 Tangki NaOH

Kode alat	= T-15
Fungsi	= Tempat penyimpanan Injeksi NaOH
Tipe	= <i>Round dosing tank</i>
Kapasitas	= 200 L
Spesifikasi tangki	:
• Diameter	= 0,57 m
• Tinggi	= 1 m
Harga alat	= \$ 16,50

#### 9.6.3.16 Tangki HCl

Kode alat	= T-16
Fungsi	= Tempat penyimpanan Injeksi HCl
Tipe	= <i>Round dosing tank</i>
Kapasitas	= 200 L

Spesifikasi tangki	:
• Diameter	= 0,57 m
• Tinggi	= 1 m
Harga alat	= \$ 16,50

#### 9.6.3.17 Flare Stack

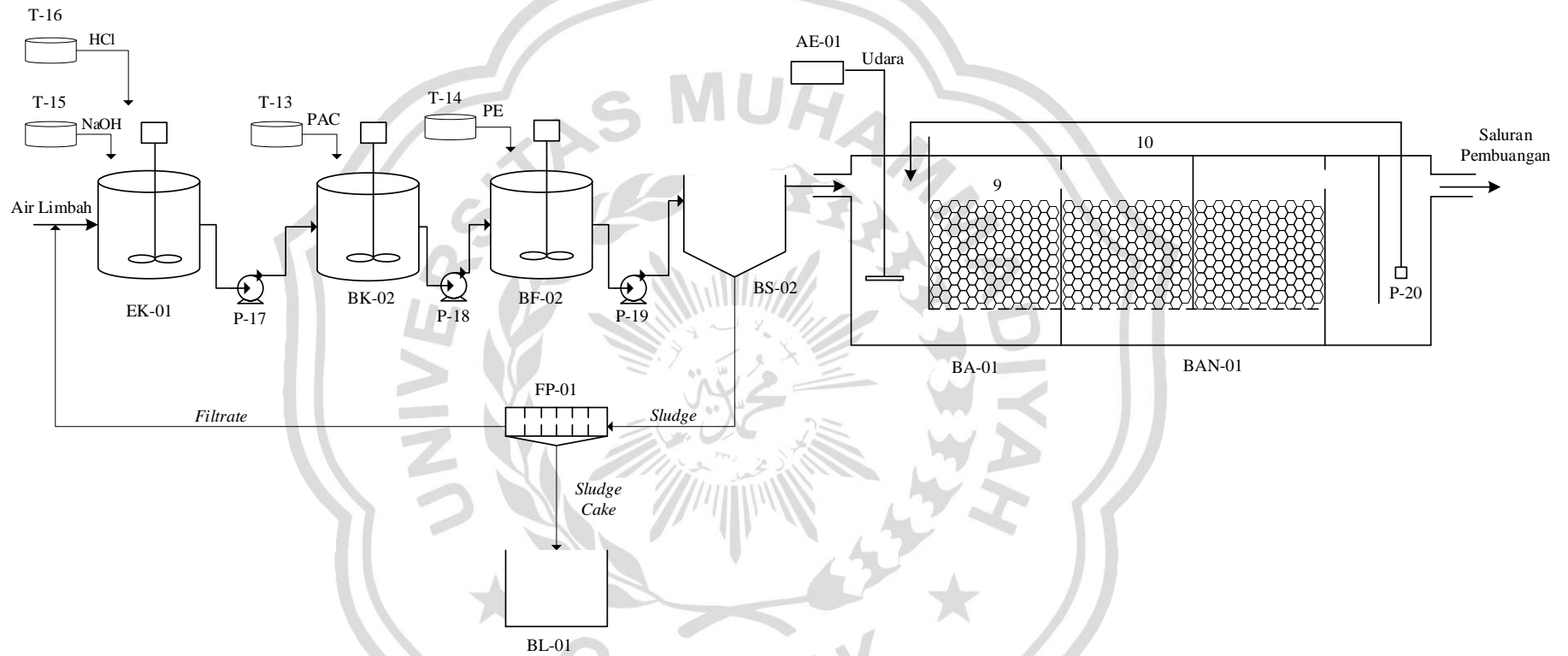
Kode alat	= FT-01
Fungsi	= membakar gas buangan dari keluaran absorber
Tipe	= LP Flare
Spesifikasi	:
<i>Minimum purge</i>	= 120 scfh
<i>Max. flow rate</i>	= 2164 kg/jam
<i>Relief temperature</i>	= 120 °C
<i>Waste gas riser</i>	= 0,31 m
<i>Total stack height</i>	= 40 m
<i>Radiation at grade</i>	= 180 W/m <sup>2</sup>
<i>Distance to maximum radiation</i>	= 5,2 m
<i>Total pressure drop</i>	= 0,00081 atm
<i>Design wind load</i>	= 0,0043 atm
<i>Wind exposure</i>	= A
Kebutuhan bahan bakar	= 3.360 kg/jam
Kebutuhan listrik	:
• <i>Control panel</i>	= 120 volt ac, 1 phase, 60 Hz
• <i>Air assist blower</i>	= 575 volt ac, 3 phase, 60 Hz
Jumlah	= 1
Harga alat	= \$ 21.000

### 9.6.3.18 *Filter Press*

Kode alat	= FP-01
Fungsi	= memisahkan padatan di <i>sludge</i> dengan cairan yang keluar dari bak sedimentasi
Tipe	= <i>Plate and Frame</i>
Media <i>filter</i>	= Woven Fabrics
Luas penyaringan	= 14 m <sup>2</sup>
Jumlah <i>plate</i>	= 4 buah
Ukuran pipa untuk <i>slurry</i>	:
• <i>Outside diameter</i>	= 0,034 m
• <i>Inside diameter</i>	= 0,027 m
• <i>Flow area per pipe</i>	= 0,0006 m <sup>2</sup>
Ukuran pipa untuk <i>filtrate</i>	:
• <i>Outside diameter</i>	= 0,034 m
• <i>Inside diameter</i>	= 0,027 m
• <i>Flow area per pipe</i>	= 0,0006 m <sup>2</sup>
Jumlah alat	= 3 buah
Harga	= \$ 3.000

### 9.6.3.19 *Bak penampung sludge*

Kode alat	= BL-01
Fungsi	= menampung <i>sludge cake</i>
Jenis	= bak berbentuk <i>Rectangular</i>
Jumlah	= 1 buah
Konstruksi	= Beton
Kapasitas	= 2.269 m <sup>3</sup>
Dimensi bak	:
• Panjang bak	= 3 m
• Lebar bak	= 5 m
• Tinggi bak	= 8 m
Harga alat	= \$ 1.650



**Gambar 8. 2. Instalansi Pengolahan Air Limbah**