

## **BAB VI**

### **UTILITAS**

Utilitas merupakan sarana penunjang yang memegang peranan penting untuk memenuhi suatu kebutuhan proses produksi dalam industri. Agar proses produksi dapat terus berkesinambungan, maka harus didukung oleh sarana dan prasarana utilitas pabrik. Sistem utilitas pada “Pra Rancangan Pabrik *Phenethyl Alcohol* Melalui Proses Hidrogenasi Stirena Oksida” ini meliputi:

1. Unit Penyedia dan Pengolahan Air
2. Unit Penyedia *Steam*
3. Unit *Sea Water Cooling Tower*
4. Unit Penyedia Udara Tekan
5. Unit Penyedia Tenaga Listrik
6. Pengolahan Limbah

#### **6.1. Unit Penyedia dan Pengolahan Air**

##### **6.1.1. Unit Penyedia Air**

Unit penyedia air berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air industri maupun domestik. Kebutuhan air pada pabrik PEA ini digunakan untuk keperluan air proses, air pendingin, air umpan boiler, dan air sanitasi. Kebutuhan air di dalam pabrik, dapat diambil dari berbagai sumber air permukaan. Sumber air permukaan umumnya dapat diperoleh dari air sumur, air sungai, dan air laut yang dekat dengan lokasi pabrik yang akan dibangun. Dalam pra rancangan pabrik PEA ini, sumber air yang digunakan berasal dari air laut dengan pertimbangan:

1. Air laut tersedia banyak dan dapat diperoleh dalam jumlah besar. Diketahui bahwa 97% air di bumi berupa air asin dari laut dan hanya 3% berupa air tawar.
2. Lokasi pabrik berada tidak terlalu jauh dengan laut.

Kebutuhan air pada perancangan pabrik PEA ini adalah sebagai berikut:

**a. Air Proses**

Air proses digunakan sebagai bahan untuk kebutuhan proses yang akan ditambahkan ke beberapa alat proses sebagai bahan baku. Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan dalam air proses adalah sebagai berikut:

1. Mikroba laut atau partikel – partikel kecil yang dapat menyebabkan fouling.
2. Kesadahan (*hardness*) yang dapat menyebabkan *scale* (kerak) pada sistem perpipaan.
3. Adanya kandungan besi, aluminium, dan beberapa logam yang larut dalam air yang dapat menyebabkan korosi pada alat proses.
4. Bahan – bahan penyebab korosi, minyak yang membentuk lapisan film dapat menyebabkan penurunan efisiensi perpindahan panas.

Kebutuhan air untuk proses pada pabrik PEA ini dapat dilihat pada **Tabel 6.1.** berikut.

**Tabel 6.1.** Kebutuhan Air Proses

No.	Alat	Kode Alat	Kebutuhan Air (kg/jam)
1.	Tangki Pelarutan NaOH	M – 001	10,259
2.	Ekstraktor	EK – 001	273,322
<b>Total</b>			<b>283,581</b>

Dengan memperhatikan faktor keamanan, maka kebutuhan air proses diletakkan dari jumlah yang sesungguhnya seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan air proses} &= 283,581 + (20\% \times 283,581) \\ &= 340,297 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

**b. Air Pendingin**

Air pendingin digunakan sebagai media pendingin pada alat penukar panas dan beberapa alat proses. Adapun persyaratan bahan baku air pendingin adalah sebagai berikut.

**Tabel 6.2.** Syarat Air Pendingin

No.	Parameter	Nilai
1.	Konduktivitas ( $\mu\text{mhos/cm}$ )	<1000
2.	Turbiditas (ppm)	<1
3.	<i>Suspended Solid</i> (ppm)	<10
4.	Total <i>Hardness</i> (ppm as $\text{CaCO}_3$ )	<100
5.	Total <i>iron</i> (ppm as Fe)	<1
6.	<i>Residual Chlorine</i> (ppm as $\text{Cl}_2$ )	0.5 – 1.0
7.	<i>Silicate</i> (ppm as $\text{SiO}_2$ )	<150
8.	Total <i>Chromate</i> (ppm as $\text{CrO}_4$ )	1.5 – 2.5
9.	pH	6.5 – 7.5

Sumber: Irfaan, 2015

Pada umumnya, terdapat beberapa faktor yang menyebabkan air digunakan sebagai media pendingin yaitu:

1. Air dapat diperoleh dalam jumlah yang besar.
2. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
3. Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang cukup tinggi.
4. Tidak mudah terdekomposisi.
5. Tidak mudah mengalami penyusutan akibat adanya perubahan suhu.

Kebutuhan air untuk air pendingin pada pabrik PEA ini dapat dilihat pada **Tabel 6.3.** berikut.

**Tabel 6.3.** Kebutuhan Air Pendingin Pabrik PEA

No.	Alat	Kode Alat	Kebutuhan Air (kg/jam)
1.	Cooler 1	E – 001	217,038
2.	Cooler 2	E – 002	9317,478
3.	Cooler 3	E – 003	5016,387
4.	Kondensor 1	E – 005	271721,928
5.	Kondensor 2	E – 006	10624,298
6.	Reaktor	R – 001	4,927
<b>Total</b>			<b>296902,056</b>

Dengan memperhatikan faktor keamanan, maka kebutuhan air pendingin diletakkan dari jumlah yang sesungguhnya seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan air pendingin} &= 296902,056 + (20\% \times 296902,056) \\ &= 356282,467 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

**c. Air Umpan Boiler**

Air umpan boiler digunakan sebagai kebutuhan energi dan sistem pemanasan yang akan diubah menjadi *steam*. Pada pabrik PEA ini, boiler yang digunakan adalah jenis *water tube boiler* dengan prinsip kerja mengalirkan fluida berupa air di dalam *tube*. Adapun persyaratan bahan baku air umpan boiler adalah sebagai berikut.

**Tabel 6.4.** Kualitas *Boiler Feed Water*

Parameter	Satuan	Pengendalian Batas
pH	-	10.5 – 11.5
<i>Conductivity</i>	$\mu\text{mhos/cm}$	5000, max
TDS	ppm	3500, max
M – <i>Alkalinity</i>	ppm	800, max
O – <i>Alkalinity</i>	ppm	2.5SiO <sub>2</sub> , min

<i>Silica</i>	ppm	150, max
Besi	ppm	2, max
<i>Phospat Residual</i>	ppm	20 – 50
<i>Sulfite Residual</i>	ppm	20 – 50
<i>pH Condensate</i>	-	8.0 – 9.0

Sumber: Eonchemicals, 2021

Untuk meminimalisir terjadinya kerusakan pada boiler, ada beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler, yaitu sebagai berikut:

1. Adanya kandungan yang dapat menyebabkan kerak

Kerak pada ketel dapat terjadi karena pengendapan (*precipitation*) langsung dari zat pengotor ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeOOH}$ , dll) yang melekat pada logam dan menjadi keras. Kerak dapat menyebabkan terjadinya *local overheating* dan *failure*.

2. Adanya penyebab korosi pada ketel

Korosi dapat menyebabkan kerusakan yang luas pada permukaan logam yang diakibatkan oleh pH air yang rendah, gas-gas yang terlarut dalam air ( $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , dll), serta garam – garam terlarut dan padatan tersuspensi.

3. Adanya pembentukan busa (*foaming*)

Pembentukan busa (*foaming*) merupakan peristiwa pembentukan gelembung-gelembung di atas permukaan air dalam drum boiler yang disebabkan oleh kontaminasi zat-zat organik atau kimia yang tidak terkontrol dalam air ketel.

Kebutuhan air untuk air umpan boiler pada pabrik PEA ini dapat dilihat pada **Tabel 6.5.** berikut.

**Tabel 6.5.** Kebutuhan Air Umpan *Boiler* Pabrik PEA

No.	Alat	Kode Alat	Kebutuhan Air (kg/jam)
1.	Heater 1	E – 004	486,600
2.	Reboiler 1	E – 007	7244,956
3.	Reboiler 2	E – 008	578,046
<b>Total</b>			<b>8309,602</b>

Dengan memperhatikan faktor keamanan, maka kebutuhan air umpan boiler diletakkan dari jumlah yang sesungguhnya seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan air umpan boiler} &= 8309,602 + (20\% \times 8309,602) \\ &= 9971,522 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

**d. Air Sanitasi**

Air sanitasi digunakan untuk keperluan umum seperti kebutuhan air kamar mandi, air minum, perkantoran, pemadam kebakaran, dan sebagainya. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (PERMENKES RI) Nomor 32 Tahun 2017 ada beberapa parameter air sanitasi yang harus dipenuhi sebagai berikut.

**Tabel 6.6.** Syarat Parameter Air Sanitasi

Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
<b>Fisik</b>		
Kekeruhan	NTU	25
Warna	TCU	50
Zat padat terlarut ( <i>total dissolved solid</i> )	mg/l	1000
Suhu	°C	Suhu udara ± 3
Rasa		Tidak berasa

Bau		Tidak berbau
<b>Biologi</b>		
Total <i>coliform</i>	CFU/100 ml	50
<i>E. coli</i>	CFU/100 ml	0
<b>Kimia</b>		
pH	mg/l	6,5 – 8,5
Besi	mg/l	1
Fluorida	mg/l	1,5
Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	500
Mangan	mg/l	0,5
Nitrat	mg/l	10
Nitrit	mg/l	1
Sianida	mg/l	0,1
Deterjen	mg/l	0,05
Pestisida total	mg/l	0,1

Sumber: PERMENKES RI, 2017

Mengacu kepada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 43 Tahun 2013 Tentang Cara Penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang Baik Bab II, Bagian B, Nomor 6 yang menyebutkan bahwa air bersih, mengalir, jernih, dapat menggunakan air PDAM atau air bersih yang memenuhi syarat, sekurang – kurangnya 20 Liter/karyawan/hari. Maka:

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Karyawan} &= 20 \text{ L/hari} \\
 &= 0,833 \text{ L/jam} \approx 1 \text{ L/jam}
 \end{aligned}$$

Perencanaan:

1. Untuk laboratorium, taman, dan musholla, direncanakan 30% dari air kebutuhan karyawan total.
2. Untuk pemadam kebakaran, direncanakan 40% dari air kebutuhan karyawan total.

Kebutuhan air untuk air sanitasi pada pabrik PEA ini dapat dilihat pada **Tabel 6.7.** berikut.

**Tabel 6.7.** Kebutuhan Air Sanitasi Pabrik PEA

No.	Jenis Kebutuhan	Kebutuhan Air (kg/jam)
1.	Karyawan	5760,000
2.	Laboratorium, taman, musholla	5184,000
3.	Pemadam Kebakaran	2304,000
<b>Total</b>		<b>13248,000</b>

Dengan memperhatikan faktor keamanan, maka kebutuhan air sanitasi dlebihkan dari jumlah yang sesungguhnya seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan air sanitasi} &= 13248,000 + (20\% \times 13248,000) \\ &= 15897,600 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Berdasarkan rincian kebutuhan air di atas, maka total kebutuhan air pada pabrik PEA dapat dilihat pada **Tabel 6.8.** berikut.

**Tabel 6.8.** Total Kebutuhan Air Pabrik PEA

No.	Komponen	Kebutuhan Air (kg/jam)
1.	Air Proses	340,297
2.	Air Pendingin	356282,467
3.	Air Umpan Boiler	9971,522
4.	Air Sanitasi	15897,600
<b>Total</b>		<b>382491,916</b>

### 6.1.2. Unit Pengolahan Air

Unit pengolahan air berfungsi untuk memebuhi kebutuhan air bersih dalam pabrik PEA. Sumber air yang digunakan dalam menjalankan operasi



pada pabrik PEA ini berasal dari air laut yang dekat dengan lokasi pabrik yang akan dibangun. Sebelum digunakan sebagai umpan air, air laut harus diolah terlebih dahulu dengan menggunakan beberapa metode sebagai berikut.

#### **A. Screening pada Unit Sea Water Intake**

*Screening* merupakan proses pembersihan awal air laut dari kotoran (zat pengotor) sebelum dijadikan air bahan baku. Unit penyedia air laut yang diperlukan pada pabrik PEA ini dinamakan *sea water intake*. Air laut akan dihisap dan dialirkan ke *sea water intake pit* dengan menggunakan *sea water intake pump*. Posisinya berada pada 7,3 m dari ICD (*International Chart Datum*) karena posisi ini akan menghasilkan kualitas air laut yang lebih baik. Selain itu, unit ini memiliki desain yang dilengkapi ram – ram besi di sekelilingnya untuk mencegah hewan – hewan laut seperti ubur – ubur masuk ke dalam unit *sea water intake pit*. Di dalam pit, terdapat filter sebagai peyaring kotoran yang ikut terbawa. Selanjutnya, air laut yang berada pada unit *sea water intake* diberi tambahan bahan kimia dari unit klorinasi yang dapat membunuh mikroorganisme.

#### **B. Unit Desalinasi**

Unit ini berfungsi untuk mengurangi kadar garam dalam air laut yang akan digunakan sebagai umpan boiler dan air pendingin. Proses penghilangan kadar garam ini dilakukan melalui proses penguapan pada tekanan rendah (*vacuum*) dengan tujuan agar air laut yang dipanaskan dapat teruapkan pada suhu yang cukup rendah.

#### **C. Unit Demineralisasi**

Unit demineralisasi berfungsi untuk mengurangi kandungan ion positif (+) dan ion negatif (-) dalam air desalinasi. Kandungan ion dalam *Boiler Feed Water (BFW)* akan menghasilkan *scale* atau kerak atau bahkan korosif di dalam boiler. Jika ion yang dipertukarkan berupa kation, maka resin yang digunakan disebut resin penukar kation. Jika ion yang dipertukarkan berupa anion, maka resin yang digunakan disebut resin penukar anion. Namun, resin yang digunakan memiliki periode pengikatan tertentu yang jika

penggunaannya melebihi periode seharusnya, resin dapat mengalami kejenuhan dan tidak mampu mengikat kation atau anion secara optimal. Oleh karena itulah diperlukan adanya regenerasi resin yaitu pengaktifan kembali resin agar dapat digunakan secara optimal menggunakan larutan asam kuat dan basa kuat. Produk air demin yang dihasilkan dari unit demineralisasi ini selanjutnya digunakan sebagai air umpan boiler (BFW).

1. *Cation Exchanger*

*Cation Exchanger* bekerja dengan prinsip mengikat ion positif dan menggantikan ion  $H^+$  dari resin sehingga ion-ion positif yang larut dalam air dapat terikat (air yang dihasilkan bersifat asam).

2. *Anion Exchanger*

*Anion Exchanger* bekerja dengan prinsip mengikat ion negatif dan menggantikan ion  $OH^-$  dari resin sehingga ion-ion negatif yang larut dalam air dapat terikat (air yang dihasilkan bersifat netral).

**D. Unit Klorinasi**

Unit ini berfungsi menghasilkan larutan Natrium Hipoklorit ( $NaOCl$ ) atau biasa disebut dengan kaporit dari air laut melalui proses elektrolisis. Larutan  $NaOCl$  yang dihasilkan akan digunakan untuk keperluan *chemical treatment* beberapa unit, seperti *sea water cooling tower* dan *sea water intake*.

**E. Unit Deaerator**

Dari unit demineralisasi, selanjutnya air akan dideaerasi di unit deaerator. Deaerator merupakan alat yang digunakan untuk menghilangkan kandungan oksigen terlarut dalam air. Tujuan dari proses deaerasi ini adalah untuk memenuhi kualitas air umpan boiler. Ada dua cara yang digunakan untuk menghilangkan kandungan oksigen terlarut dalam air demin.

**6.2. Unit Penyedia Steam**

Unit penyedia *steam* berfungsi sebagai penyedia kebutuhan *steam* untuk kebutuhan proses pabrik. Air umpan boiler diuapkan untuk membentuk *steam* dengan

kondisi tekanan dan suhu yang diinginkan. Rincian kebutuhan *steam* dapat dilihat pada **Tabel 6.9.** berikut.

**Tabel 6.9.** Kebutuhan *Steam* Pabrik PEA

No.	Alat	Kode Alat	Kebutuhan <i>Steam</i> (kg/jam)
1.	Heater 1	E – 004	486,600
2.	Reboiler 1	E – 007	7244,956
3.	Reboiler 2	E – 008	578,046
<b>Total</b>			<b>8309,602</b>

Dengan memperhatikan faktor keamanan, maka kebutuhan *steam* dilebihkan dari jumlah yang sesungguhnya seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan } \textit{steam} &= 8309,602 + (20\% \times 8309,602) \\ &= 9971,522 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

### **6.3. Unit Sea Water Cooling Tower**

Unit ini berfungsi untuk mendinginkan air laut yang telah mengalami pertukaran panas yang berasal dari area proses. Penurunan suhu air dapat terjadi karena adanya kontak antara air dan udara kering (air yang mengalir ke bagian bawah *cooling tower* akan berkontak dengan udara yang bergerak naik). Air laut yang telah dingin akan dipompakan kembali untuk digunakan pada area proses.

### **6.4. Unit Penyedia Udara Tekan**

Unit yang penyedia udara tekan berfungsi sebagai penyedia kebutuhan udara dalam pabrik. Unit ini bertugas menjalankan sistem instrumentasi berupa *controller* secara pneumatik. Adapun beberapa syarat yang harus diperhatikan sebagai bahan baku udara tekan adalah sebagai berikut:

1. Mengandung kandungan air maksimum sesuai batas yang diizinkan, agar dapat berfungsi secara optimal.

2. Mengandung kandungan minyak maksimum sesuai batas yang diizinkan, agar dapat meminimalisir adanya penyumbatan dan goresan.
3. Ukuran partikel yang terperangkap maksimum, agar dapat meminimalisir adanya penyumbatan dan erosi pada jalur jalannya udara.

Udara ini berasal dari lingkungan pabrik yang harus dinaikkan tekanannya menggunakan *compressor* dan didistribusikan melalui pipa-pipa. Kebutuhan udara tekan dihitung berdasarkan jumlah instrumen yang ada pada pabrik. Kebutuhan udara tekan adalah sebesar 1 ft<sup>3</sup>/min atau 0,028 m<sup>3</sup>/min untuk masing-masing alat pengendali proses. Diketahui alat pengendali proses di pabrik PEA berjumlah 32 buah, sehingga kebutuhan total udara tekan untuk 32 alat instrumen adalah 0,896 m<sup>3</sup>/min. Dengan memperhatikan faktor keamanan, maka kebutuhan udara tekan dlebihihkan dari jumlah yang sesungguhnya seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan udara tekan} &= 0,896 + (20\% \times 0,896) \\ &= 1,075 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

## 6.5. Unit Penyedia Listrik

Unit penyedia listrik berfungsi sebagai tenaga penggerak peralatan proses dan juga berfungsi sebagai penerangan pada pabrik. Kebutuhan listrik pada pabrik PEA diperoleh dari PLN dan generator. Pembangkit listrik digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik seluruh pabrik seperti penerangan, menggerakkan alat proses, dll. Kebutuhan listrik pada pabrik PEA ini dapat dilihat pada **Tabel 6.10.** berikut.

**Tabel 6.10.** Kebutuhan Listrik Pabrik PEA

No.	Alat	Kode Alat	Jumlah	Power (kW)
1.	Pompa 1	P – 001	1	0,00002
2.	Pompa 2	P – 002	1	0,00545
3.	Pompa 3	P – 003	1	0,00073
4.	Pompa 4	P – 004	1	0,00582
5.	Pompa 5	P – 005	1	0,00582

6.	Pompa 6	P – 006	1	0,00122
7.	Pompa 7	P – 007	1	0,00084
8.	Pompa 8	P – 008	1	0,00071
9.	Pompa 9	P – 009	1	0,00023
10.	<i>Belt Conveyor</i>	BC – 001	1	2,23710
11.	Tangki Pelarutan NaOH	M – 001	1	0,18643
12.	Mixer	M – 002	1	27,73270
13.	Ekstraktor	EK – 001	1	0,10510
<b>Total</b>				<b>30,28220</b>

Dengan memperhatikan faktor keamanan, maka kebutuhan listrik dilebihkan dari jumlah yang sesungguhnya seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan listrik} &= 30,28220 + (20\% \times 30,28220) \\ &= 36,34464 \text{ kW} \end{aligned}$$

## 6.6. Pengolahan Limbah

Limbah cair dan limbah domestik yang dihasilkan dari pabrik PEA akan diberikan kepada pihak ketiga yaitu PT Krakatau Tirta Operasi dan Pemeliharaan untuk dikelola. PT KTOP melayani pengolahan limbah cair (organik dan anorganik) dan limbah domestik menggunakan fasilitas berupa *Waste Water Treatment Plant* (WWTP) dan *Sewage Treatment Plant* (STP) untuk keperluan industri, perhotelan, perkantoran, mal, rumah sakit, dan pelabuhan.