

## **BAB V**

### **UTILITAS**

Utilitas yang diperlukan pada Pra Rancangan Pabrik Hidrogen dari Ampas Tebu dengan kapasitas 1.200 Ton/Jam ini meliputi :

1. Unit penyediaan listrik, yang akan digunakan untuk operasi dan penerangan.
2. Unit penyediaan air, yang akan digunakan untuk proses, air pendingin, bahan baku steam dan termasuk air sanitasi.

#### **5.1 Unit Penyediaan Listrik**

Listrik merupakan sumber tenaga penggerak dari peralatan proses maupun penerangan. Kebutuhan listrik yang diperlukan untuk pabrik margarin ini diambil dari generator sebagai penghasil tenaga listrik. Distribusi kebutuhan listrik pada proses ini adalah, sebagai berikut :

1. Untuk proses produksi dan utilitas
2. Untuk penerangan pabrik dan kantor

Kebutuhan tenaga listrik pada pabrik hidrogen direncanakan untuk non proses (perumahan, perkantoran, laboratorium, mesjid / musholla, kantin dan lain-lain) dan keperluan proses seperti menggerakkan alat proses, penerangan dan peralatan instrumentasi. Sumber pengadaan listrik untuk kebutuhan-kebutuhan tersebut diperoleh dari PLN cabang Metro Wilayah Lampung dan genset digunakan sebagai sumber listrik cadangan.

#### **5.2 Unit Pengadaan Air**

Untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik Hidrogen digunakan sumber air dari sungai Wei Seputih yang ditampung di dalam bak penampung sementara sebelum digunakan sebagai air sanitasi, air pendingin dan steam. Kualitas air sungai wei seputih dapat dilihat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1** Kualitas Air Sungai Wei Seputih

No.	Parameter	Satuan	Kadar Rata-Rata	Standard Baku Mutu
1	Ph	-	7,7	6,5-8,5
2	Suhu	<sup>0</sup> C	30,5	Dev 3
3	Padatan tersuspensi/TSS	mg/l	69,1	<50
4	Zat padat terlarut (TDS)	mg/l	110,8	1000
5	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	3,6	>4
6	BOD	mg/l	9,7	<3
7	COD	mg/l	40,5	<25
8	Nitrat Nitrogen (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,43	<10
9	Nitrit Nitrogen (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	0,002	<0,06

Sumber: SLHD Lampung, 2018

Air yang digunakan untuk pembuatan hidrogen terbagi menjadi :

1. Air sanitasi

Digunakan untuk perumahan, perkantoran, laboratorium, mesjid/musholla, kantin dan lain-lain). Kebutuhan air sanitasi dapat dilihat pada Tabel 5.2.

**Tabel 5.2** Kebutuhan Air Sanitasi

Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
Perumahan	20.000
Perkantoran	12.100
Laboratorium	1000
Poliklinik	4.000
Pemadam kebakaran	50
Masjid dan kantin	70
<b>TOTAL</b>	<b>37220</b>

## 2. Air pendingin

Digunakan pada peralatan *cooler*.Kebutuhan air pendingin dapat dilihat pada Tabel 5.4.

**Tabel 5.3** Kebutuhan Air Pendingin

<b>Nama Alat</b>	<b>Kode Alat</b>	<b>Kebutuhan (kg/jam)</b>
Cooler	CL-2041	31.388,90456
<b>TOTAL</b>		31.388,90456

## 3. Steam

Digunakan pada peralatan *rotary dryer dan reaktor gasifikasi* . Kebutuhan *steam* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

**Tabel 5.4** Kebutuhan *Steam*

<b>Nama Alat</b>	<b>Kode Alat</b>	<b>Kebutuhan (kg/jam)</b>
Rotary Dryer	RD-1031	191,8918549
Reaktor Gasifikasi	RG-2011	309,9122594
<b>TOTAL</b>		<b>501,8041143</b>

### 5.2.1 Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang mengandung mineral dan tidak mengandung kotoran atau bakteri. Air sanitasi digunakan untuk para karyawan lingkungan pabrik (perumahan, perkantoran, laboratorium, mesjid / musholla, kantin dan lain-lain). Karena air ini berhubungan langsung dengan kesehatan, maka air sanitasi harus memenuhi standar kualitas sebagai berikut :

#### 1. Syarat fisika, yaitu:

- Suhu : di bawah suhu kamar
- Warna : tidak berwarna
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau

- Kekeruhan: < 1 mg SiO<sub>2</sub> / liter
2. Syarat kimia, meliputi:
- Tidak mengandung zat-zat organik maupun anorganik yang terlarut dalam air, seperti PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup> dan logam-logam berat lainnya yang beracun.
  - Syarat bakteriologis

Air sanitasi tidak mengandung kuman maupun bakteri terutama bakteri patogen. Untuk memenuhi persyaratan ini, setelah proses penjernihan harus diberi tambahan desinfektan seperti khlor cair atau kaporit. Pada Tabel 5.5 menyajikan ambang batas kandungan unsur atau senyawa kimia dalam air bagi kesehatan manusia.

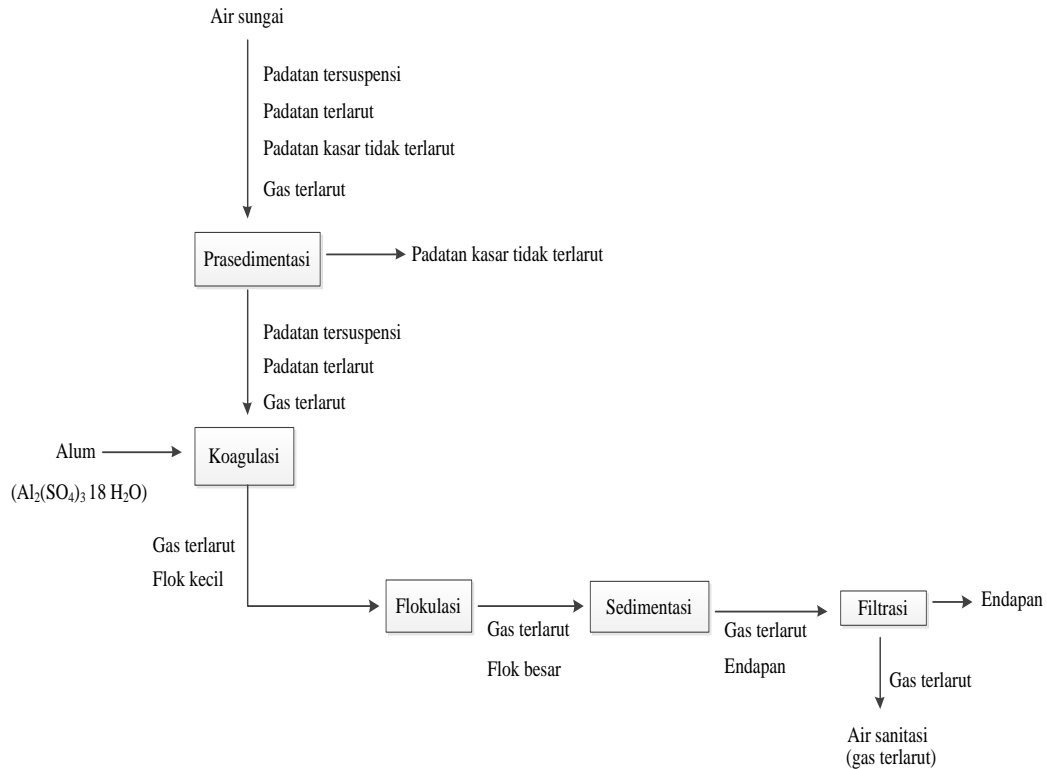
**Tabel 5.5** Ambang Batas Kandungan Unsur atau Senyawa Kimia dalam Badan Air Bagi Kesehatan Manusia

Karakteristik	Ambang Batas Alamiah (ppm)	Ambang Batas yang Disarankan (ppm)
Timbal	0,1	0,05
Fluorida	1,5	0,7 – 1,20
Arsenik	0,05	0,01
Selenium	0,05	-
Kromium	0,05	-
Tembaga		1,0
Besi		0,3
Magnesium		125
Seng		5
Klorida		250
Sulfat		250
Senyawa fenol		0,001
Padatan total		
<i>Desirable</i>		500
<i>Permitted</i>		1000
Karbonat normal (CaCO <sub>3</sub> )		120
Alkalinitas Kesadahan Berlebih		35
pH (25°C)		10,6
Akil Benzen Sulfonat		0,5
Ekstrak Karbon		0,2
Kloroform		0,01

Sianida		0,05
Mangan		45
Nitrat		

Sumber : Kegiatan Industri dan Dampaknya Bagi Lingkungan

Pengolahan air sanitasi dapat dilihat pada Gambar 5.1 dibawah ini.



**Gambar 5.1** Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi

### a. Proses Presedimentasi

Air sungai sebelum dikirim ke unit utilitas, dipisahkan terlebih dahulu dari kotoran yang berupa zat padat kasar yang terapung dengan cara memasang saringan disekitar *suction* pompa pengambil air (PM-101), lalu dipompakan dan dialirkan ke bak penampung (V-101). Pada proses presedimentasi ini diharapkan dapat mengendapkan air baku sebanyak 20%.

## **b. Proses Pengolahan Raw Water**

Air dari bak penampungan (V-101) dialirkan ke bak pengolahan *raw water* yang terdiri dari empat buah bak, yaitu bak pembentukan koagulan/*Mixing Chamber* (MX-101) , bak pembentukan flok-flok/*Flocculation Chamber* (AB-101) , bak sedimentasi/*Sedimentation Chamber* (CL-101), bak penampungan limbah air bersih/*Float Chamber*. Bak pengolahan *raw water* berfungsi untuk menghilangkan padatan terlarut dengan cara menambahkan bahan kimia sehingga terbentuk gumpalan dari kotoran-kotoran yang tersuspensi dalam air. Pengolahan *raw water* terbagi menjadi tiga tahap :

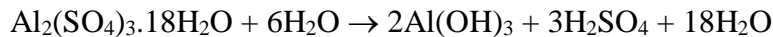
### 1) Proses koagulasi

Air dari bak penampungan (V-101) dialirkan ke bak pembentukan koagulan, pada bak ini diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut :

- Larutan Alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ )

Bahan kimia ini untuk menggabungkan beberapa molekul melalui penetralan muatan.

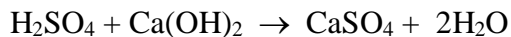
Reaksi yang terjadi :



- Larutan Kapur Tohor ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )

Bahan ini digunakan untuk menetralkan air yang dihasilkan pada unit pengendapan sehingga memperoleh nilai pH=7.

Reaksi yang terjadi :



- Larutan *Calcium Hypochlorite* ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ )

Penambahan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  berfungsi sebagai :

- a) Desinfektan berfungsi membunuh bakteri yang terdapat dalam air.
- b) Menghilangkan senyawa nitrogen dalam air, terutama amoniak.
- c) Mengontrol rasa, bau, dan warna.
- d) Meminimalkan  $\text{H}_2\text{S}$ .
- e) Meminimalkan Mn & Fe.

- f) Mengontrol alga & lumut.
- g) Sebagai bahan pendukung koagulasi

## 2) Proses Flokulasi

Proses flokulasi, yaitu penggabungan flok-flok kecil menjadi flok yang berukuran besar. Proses flokulasi juga bisa dipercepat dengan penambahan zat kimia tertentu (flokulan aid), seperti  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Faktor utama yang mempengaruhi keefektifan koagulasi dan flokulasi air adalah tingkat kekeruhan air, padatan tersuspensi, pH, durasi dan tingkat agitasi selama koagulasi dan flokulasi, serta dosis koagulan.

Pengolahan dengan metode koagulasi-flokulasi dapat menghilangkan padatan tersuspensi sebesar 60-90%, BOD sebesar 40-70%, COD sebesar 30-60%, fosfor sebesar 70-90%, dan bakteri patogen yang menempel pada padatan tersuspensi sebesar 80-90% (U.S.EPA, 1987). Koagulan-koagulan yang terbentuk dialirkan bersama air ke bak pembentukan flok. Pada bak ini dilengkapi dengan pengaduk yang berputar dengan lambat sehingga koagulan-koagulan saling bergabung membentuk flok-flok.

## 3) Proses Sedimentasi

Flok-flok yang terbentuk dialirkan bersama air ke bak sedimentasi. Flok-flok ini akan mengendap dengan proses sedimentasi, dimana flok akan terbentuk pada bagian dasar tangki dan air bersih dialirkan pada bagian atas (limpahan). Bak sedimentasi ini dilengkapi dengan *sludge scrapper* yang bertujuan untuk mengangkat lumpur agar lumpur lebih cepat keluar.

### **c. Filtrasi**

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan kloid. Pada pengolahan air, filtrasi digunakan untuk menyaring air hasil dari proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi sehingga dihasilkan air yang bersih.

Air bersih dari bak pengolahan *raw water* diteruskan ke *Sand Filter* (GMF-101), guna memisahkan kotoran-kotoran halus yang masih terdapat dalam air dan menghilangkan bau, rasa dan warna yang masih terdapat pada air tersebut. Penyaring yang digunakan pada *Sand Filter* (GMF-101) adalah pasir silika, karbon aktif, dan kerikil. Agar pasir tidak terikut didalam air, maka pada bagian bawah *Sand Filter* (GMF-101) diberi penyaring. Air yang keluar dari *Sand Filter* (GMF-101) ditampung pada tangki penampungan air bersih (GMF-101). Air bersih ini sebagian digunakan untuk air sanitasi dan sebagian lagi dilakukan *Demineralisasi* untuk mendapatkan air pendingin.

### **5.2.2 Air Pendingin (*Cooling water*)**

Air pendingin atau *cooling water* dihasilkan pada menara pendingin (*Cooling tower*). *Cooling tower* berfungsi sebagai alat untuk mendinginkan air panas yang berasal dari *condensor* dan *cooler* dengan cara dikontakkan langsung dengan udara secara konveksi paksa menggunakan *fan*/kipas.

Langkah pertama adalah memompa air panas tersebut menuju *cooling tower* melewati *system* pemipaan yang pada ujungnya memiliki banyak *nozzle* untuk tahap *spraying* atau semburan. Air panas yang keluar dari *nozzle* secara langsung sementara itu udara atmosfer dialirkan melalui atau berlawanan dengan arah jatuhnya air panas karena pengaruh *fan/blower* yang terpasang pada *cooling tower*. Sistem ini sangat efektif dalam proses pendinginan air karena suhu kondensasinya sangat rendah mendekati suhu *wet-bulb* udara. Air yang sudah mengalami penurunan temperatur ditampung dalam bak/basin untuk kemudian dipompa kembali menuju *condensor* dan *cooler*. Pada *cooling tower* juga dipasang katup *make up water* yang dihubungkan ke sumber air terdekat untuk menambah kapasitas air pendingin jika terjadi kehilangan air ketika proses *evaporative cooling* tersebut.



### 5.2.3 Air Umpan Boiler

Air baku ini yang berasal dari sungai ciujung sebagian digunakan untuk air sanitasi dan sebagian lagi dilakukan Demineralisasi untuk mendapatkan air umpan boiler yang diharapkan memiliki spesifikasi sesuai dengan syarat air yang digunakan untuk umpan boiler. Air umpan boiler harus memenuhi standar kualitas, yang dapat dilihat pada Tabel 5.3.

**Tabel 5.6** Persyaratan Air Umpan Boiler

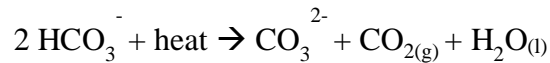
Parameter	Satuan	Pengendalian Batas
Ph	Unit	10.5-11.5
Konduktivitas	$\mu\text{mhos/cm}$	5000, max
TDS	Ppm	3500, max
P-Alkalinity	Ppm	-
M-Alkalinity	Ppm	800, max
O-Alkalinity	Ppm	$2.5 \times \text{SiO}_2$ , min
Total Hardness	Ppm	-
Silika	Ppm	150,max
Besi	Ppm	2,max
Residu pospat	Ppm	20-50
Residu sulfat	Ppm	20-50
pH kondensat	Unit	8.0-9.0

Sumber: PT. Nalco Indonesia

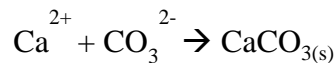
Selain itu air yang digunakan untuk umpan boiler harus bebas dari mineral-mineral atau unsur yang menyebabkan kesadahan air menjadi tinggi. Ion-ion seperti  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  akan menyebabkan tingginya kesadahan air disamping juga  $\text{Mn}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ . Ion-ion penyebab kesadahan ini harus dieliminasi sekecil mungkin sehingga konsentrasinya maksimum 0,05 ppm.

Air umpan boiler dengan tingkat kesadahan yang tinggi dapat menyebabkan pembentukan kerak pada pipa maupun boiler itu sendiri. Kerak ini akan terbentuk ketika ion-ion seperti  $\text{Ca}^{2+}$  bereaksi dengan anion yang secara alami terdapat di dalam air, seperti ion bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) yang merupakan hasil reaksi antara  $\text{CO}_2$  dengan air pada tekanan atmosfer. Ketika larutan yang mengandung  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{HCO}_3^-$  dipanaskan,

endapan kalsium karbonat akan terbentuk sebagai hasil dari reaksi ion seperti di bawah ini.



Ion karbonat yang dihasilkan kemudian bereaksi dengan ion kalsium menurut persamaan reaksi :



Endapan kalsium karbonat inilah yang akan menempel pada permukaan peralatan sehingga mengurangi efisiensi alat. Pipa yang sudah ditumbuhi kerak ini akan memberikan hambatan gesekan sehingga mengurangi laju alir air. Fenomena terbentuknya kerak ini dapat dilihat pada Gambar 5.2



**Gambar 5.2** Lapisan Kerak pada Pipa

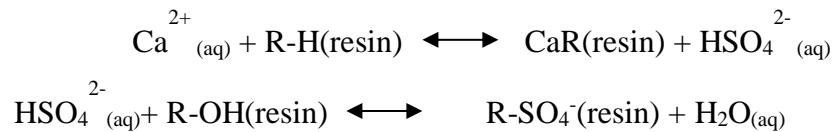
### 1. Demineralisasi (*Water Softener*)

Untuk menanggulangi hal diatas maka diperlukan *pretreatment* atau pengolahan awal terhadap air umpan boiler berupa pelunakan air (*water softening*). Alat yang digunakan untuk menghilangkan kesadahan ini disebut dengan *water softener*. *Water softener* menggunakan prinsip kerja pertukaran ion. Pada proses ini, air dialirkan melalui unggun resin yang telah dijenuhkan terlebih dahulu dengan mengalirkan larutan *brine* (mengandung ion natrium) melewati unggun. Resin yang digunakan pada pertukaran air bebas mineral dapat dilihat pada Tabel 5.4.

**Tabel 5.7** Resin yang Digunakan

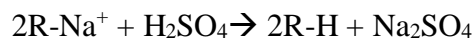
	<b>Kation</b>	<b>Anion</b>
Jenis resin	Lewatit MonoPlus S 100	Lewatit MP 600 WS
Bentuk	<i>Gel type beads</i>	<i>Macroporous</i>
Volume	250 L	550 L
<i>Ionic form as shipped</i>	Na	Cl
<i>Functional group</i>	Asam sulfonat	Quarternary amine
Densitas	1.28 g/ml	1.1 g/ml
Ph	0-14	0-14
Suhu	120°C	30°C
Regeneran	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HCl, NaCl	NaOH
Konsentrasi regeneran	4-6%	2-4%

Proses pertukaran ion terjadi ketika ion penyebab kesadahan seperti Ca<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup> terikat pada resin dan melepaskan ion Na<sup>+</sup> ke dalam air menurut persamaan reaksi di bawah ini.



Kation lainnya, seperti ion Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> dan Fe<sup>2+</sup>/Fe<sup>3+</sup>, juga akan dihilangkan dari dalam air melalui proses ini. Air yang keluar selanjutnya ditampung pada *demin water storage tank* (DW-3501) dan dapat digunakan untuk air proses, air umpan boiler serta air pendingin.

Suatu resin penukar ion yang hanya dapat berlangung jika bahan penukar dapat menyediakan hidrogen atau hidroksida untuk menggantikan kation dan anion dari air mentah. Jika suatu kation dan anion tidak mampu lagi menukar, kation dan anion tersebut harus dikembalikan kepada keadaan awal melalui regenerasi. Regenerasi kation dilakukan dengan cara mengganti kembali ion H<sup>+</sup> yang telah jenuh dengan mereaksikannya dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

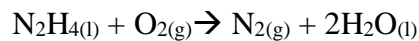


## 2. *Deaerator*

Selain bebas dari ion-ion penyebab kesadahan, air umpan boiler juga harus bebas dari kandungan gas terlarut, seperti oksigen dan karbon dioksida. Keberadaan oksigen

dan karbon dioksida terlarut di dalam air umpan boiler akan memicu terjadinya korosi pada perpipaan, boiler, dan peralatan lainnya.

Pemisahan gas terlarut dari air umpan boiler ini dapat dilakukan dalam suatu alat *deaerator*. Untuk menghilangkan kandungan gas-gas terlarut didalam air, diberikan perlakuan fisik dan kimia. Perlakuan fisik dilakukan dengan menaikkan suhu air didalam *deaerator* dengan menggunakan *steam*. Mekanismenya yaitu: Air umpan boiler disemprotkan melalui *nozzle* dari bagian atas kolom *deaerator* yang terdiri atas *tray-tray*. Dari bagian bawah dialirkan *steam* dengan arah yang berlawanan dengan arah air umpan (*counterflow*). Kontak antara steam dengan air umpan pada *tray-tray* ini akan menaikkan temperature air sehingga dapat mengurangi kelarutan gas oksigen dan karbon dioksida didalam air sampai 0,007 ppm. Dilanjutkan dengan perlakuan kimia yaitu dengan penambahan bahan kimia yang dikenal dengan oksigen *scavenger*. Oksigen *scavenger* yang biasa digunakan adalah hidrazin ( $N_2H_4$ ) dapat menghilangkan sisa oksigen yang tidak hilang secara mekanis. Hidrazin akan bereaksi dengan oksigen membentuk air dan gas nitrogen, sehingga dapat menghilangkan sisa kandungan gas terlarut dalam didalam air. Reaksi hidrazin dengan oksigen adalah sebagai berikut.



Hydrazine dapat juga bereaksi dengan besi dengan reaksi sebagai berikut :



Selanjutnya air yang sudah bebas dari kandungan gas terlarut akan turun dan masuk ke dalam *storage tank* yang terletak di bagian bawah *deaerator* untuk kemudian dialirkan ke dalam boiler. Temperatur air keluar dari alat ini berkisar antara 102-104 °C. Air keluaran *daerator* dialirkan ke Boiler (B-31301) untuk menghasilkan uap atau *steam* yang dibutuhkan pada proses pabrik. Jenis boiler yang digunakan adalah *water tube boiler*. Air akan mengalir melewati *tube-tube* dan dipanaskan oleh bahan bakar. Energi panas yang dilepaskan bahan bakar diserap oleh air sehingga air mengalami perubahan dari fasa cair menjadi fasa uap (*saturated* atau *superheated steam*). *Steam* yang dihasilkan ini kemudian dikirim ke *plant* untuk digunakan pada alat *heat*

*exchanger*. Kondensat yang dihasilkan kemudian dialirkan ke *deaerator* (DE-31201) kembali. *Steam* yang dihasilkan bersuhu 242°C.

### **5.3 Unit Pengolahan Limbah**

Seiring dengan peningkatan industri, maka jumlah limbah pun akan meningkat. Limbah yang dihasilkan dapat memberikan dampak negatif terhadap sumber daya alam dan lingkungan, yang nantinya dapat menurunkan kualitas lingkungan antara lain pencemaran tanah, air, dan udara jika limbah tersebut tidak diolah terlebih dahulu. Untuk menghindari dampak buruk pencemaran limbah terhadap lingkungan, diperlukan upaya pengelolaan limbah yang baik, agar dapat memenuhi baku mutu, industri harus menerapkan prinsip pengendalian limbah secara cermat dan terpadu baik di dalam proses produksi (*in-pipe pollution prevention*) dan setelah proses produksi (*end-pipe pollution prevention*).

Pengendalian dalam proses produksi bertujuan untuk meminimalkan volume limbah yang ditimbulkan, juga konsentrasi dan toksisitas kontaminannya. Sedangkan pengendalian setelah proses produksi dimaksudkan untuk menurunkan kadar bahan pencemar sehingga pada akhirnya air tersebut memenuhi baku mutu yang sudah ditetapkan. Setelah dilakukan usaha-usaha minimalisasi limbah melalui modifikasi proses, langkah berikutnya yang harus dilakukan adalah pengolahan dan penanganan limbah tersebut untuk menghindari pencemaran lingkungan. Secara umum, pengelolaan limbah merupakan rangkaian kegiatan yang mencakup reduksi (*reduction*), pengumpulan (*collection*), penyimpanan (*storage*), pengangkutan (*transportation*), pemanfaatan (*reuse, recycling*), pengolahan (*treatment*), dan atau penimbunan (*disposal*).