

## **BAB VIII**

### **UTILITAS**

Unit utilitas adalah salah satu bagian yang penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia. Unit utilitas yang diperlukan pada Pra Rencana Pabrik Vinil Asetat yaitu :

- Air yang digunakan sebagai air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi
- Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi
- Listrik yang digunakan untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan pabrik
- Bahan bakar untuk mengoperasikan generator

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 4 unit yaitu:

1. Unit pengolahan air
2. Unit Pengelola steam
3. Unit pengelola *refrigerant*
4. Unit penyediaan tenaga listrik
5. Unit pengolahan limbah

#### **8.1. Unit Pengolahan Air (*Water Treatment*)**

Untuk memenuhi kebutuhan air pabrik, direncanakan menggunakan air sungai. Pengambilan air sungai ditampung di dalam bak-bak penampung air yang kemudian diproses untuk keperluan air pendingin, air boiler, air proses dan air sanitasi.

##### **8.1.1 Air Umpan boiler**

Air umpan boiler adalah bahan baku pembuatan steam yang digunakan sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada pra- Rencana Pabrik Vinil Asetat digunakan untuk Vaporizer (V-113), Heater Asam Asetat (E-114), Preheater Etilena (E-117), Preheater Udara (E-111A), Heater (E-131), Reboiler (E-132) sebesar 3696,3781 kg/jam. Air umpan boiler disediakan berlebih sebesar 20% yang digunakan untuk mengganti steam yang hilang yang disebabkan adanya kebocoran transmisi. Kebutuhan air umpan boiler adalah sebesar 3842,4025 kg/jam.

Air yang digunakan untuk membuat steam harus memenuhi beberapa persyaratan, antara lain adalah tidak menimbulkan buih, priming, carry over, kerak (scale), korosi pada

pipa-pipa dan caustic imbritlement. Bahan-bahan yang dapat menimbulkan beberapa hal tersebut adalah kadar soluble matter yang tinggi, suspended solid, garam-garam Ca dan Mg, silika, sulfat, asam bebas (*free acid*) dan oksida serta organic matter.

Persyaratan air umpan boiler sangat bergantung dari jenis atau macam boiler, antara lain adalah:

**Tabel 8.1** Persyaratan kandungan bahan dalam air boiler, pada beberapa tekanan boiler

Parameter	Tekanan Boiler (psig)			
	0-150	150-250	250-400	>400
Turbidity	20	10	5	1
Color	80	40	5	2
Oxigen consumed	15	10	4	3
<i>Dissolved oxygen</i> (O <sub>2</sub> )	1,5	0,1	0	0
<i>Hydrogen sulfide</i> (H <sub>2</sub> S)	5	3	0	0
<i>Total hardness</i> (CaCO <sub>3</sub> )	80	40	10	2
<i>Sulfite carbonate ratio</i> (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> :Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	1:1	2:1	1:1	1:1
<i>Aluminium oxide</i> (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	5	0,5	0,05	0,01
<i>Silica</i> (SiO <sub>2</sub> )	40	20	5	0
<i>Bicarbonate</i> (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	50	30	5	0
<i>Carbonate</i> (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	200	100	40	20
<i>Hydroxide</i> (OH) <sup>-</sup>	50	40	30	15
<i>Total solid</i>	3000-500	2500-500	1500-100	50
Minimum pH	8,0	8,4	8	96

**Tabel 8.2** Persyaratan kandungan bahan dalam air boiler, pada beberapa tekanan boiler

Tekanan (psia)	Total Dissolved Solid (ppm)	Alkalinity (ppm)	Hardness (ppm)	Silika (ppm)	Turbidity (ppm)	Oil (ppm)	PO <sub>4</sub> Residu (ppm)
0-300	3500	700	0	100-60	175	7	140
301-405	3000	600	0	60-45	150	7	120
451-600	2500	500	0	45-35	125	7	100
601-750	2000	400	0	35-25	100	7	80

751-900	1500	300	0	25-15	75	7	60
901-1000	1250	250	0	15-12	63	7	50
1001-1500	-	200	0	12-2	50	7	40

Selain itu, air umpan boiler harus memenuhi syarat yaitu bebas dari:

- Zat-zat yang menyebabkan korosi, yaitu gas-gas yang terlarut seperti O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>
- Zat-zat yang menyebabkan busa, seperti zat organik, anorganik dan zat-zat tak larut dalam jumlah yang besar.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut dan untuk mencegah kerusakan pada boiler, maka air umpan boiler harus dikendalikan agar tidak menyebabkan masalah melalui:

a. Pengendalian *Priming*

*Priming* yaitu keluarnya air dengan keras bersamaan dengan uap yang secara tiba-tiba dari boiler yang disebabkan oleh ketinggian air dalam boiler yang dapat menyebabkan kerusakan mesin atau turbin. *Priming* pada dasarnya disebabkan karena bahan kimia yang terdapat di dalam air boiler dan masalah mekanis yaitu:

- Ketinggian air yang terdapat di dalam boiler terlalu tinggi
- Konsentrasi bahan kimia di dalam air boiler yang terlalu besar
- Kotoran yang dapat mengakibatkan naiknya tegangan muka cairan
- Pembukaan katup (*valve*) uap yang terlalu cepat

Pencegahan terjadinya *Priming* yang diakibatkan oleh masalah mekanis dapat dilakukan dengan cara:

- *Design* boiler yang tepat
- Menjaga ketinggian air di dalam boiler
- Membuat metode penyalaan yang tepat
- Menjaga *Steam Storage* diatas air (*Water Level*) harus tepat
- Menjaga agar tidak terjadi *Over Loading*
- Menjaga perubahan boiler yang terlalu mencolok
- Mengatur kecepatan uap air saat keluar dari dalam boiler

Apabila *Priming* yang terjadi disebabkan oleh kandungan bahan kimia, maka perlu dilakukan pengendalian kandung solid yang ada di dalam air boiler tersebut.

b. Pengendalian *Carry Over*

*Carry Over* disebabkan karena zat padat yang ada didalam air boiler terikut air atau *Steam* keluar boiler dan mengendap dalam pipa-pipa uap, valve, mesin atau turbin. Padatan ini akan merusak sudut-sudut turbin dan pelumas mesin. Selain itu akibat pemanasan, zat padat tadi akan timbul dan menempel pada metal dan adanya pemanasan lanjut yang akan menyebabkan lepas sehingga akan membawa Sebagian dari besi yang ditemplei padatan tersebut. Penyebab terjadinya *Carry Over* bisa disebabkan persoalan atau kimia. Apabila persoalannya masalah mekanis, bisa disebabkan oleh *Deficiency* pada boiler *Design*, ketinggian air, penyalaan yang tidak benar, *Over Loading* dan perubahan kondisi boiler yang mencolok. Untuk mencegah hal tersebut, maka *Design* boiler harus tepat. Apabila masalah yang terjadi diakibatkan oleh bahan kimia maka yang harus diperhatikan adalah pengendalian kandungan bahan padat yang terdapat di dalam air boiler.

## c. Pengendalian kerak atau endapan

Kerak merupakan endapan yang melekat berupa lumpur di dalam boiler yang diakibatkan adanya garam-garam  $\text{Ca}^+$  dan  $\text{Mg}^+$  yang mengakibatkan adanya :

- Isolasi panas atau panas dari bahan bakar terhalang sehingga efisiensi panas pembakaran yang dihasilkan rendah
- Suatu saat kerak tersebut pecah sehingga air berhubungan langsung dengan dinding boiler yang bisa menimbulkan kebocoran akibat boiler mendapatkan tekanan yang kuat.

Bentuk-bentuk kerak antara lain adalah:

- *Sludge* (lumpur) adalah kerak yang tidak terlalu banyak mengganggu perpindahan panas yang terjadi dan bisa dikurangi dengan cara *Blow-down*.
- Kerak yang menempel kuat di dalam dinding boiler, adalah kerak yang sulit dibersihkan, antara lain adalah:
  1. Kerak Porous, yaitu kerak yang berlubang-lubang atau tidak massif. Kerak jenis ini sangat merusak boiler yang disebabkan di dalam kerak tersebut dapat mengurung steam, yang dapat menimbulkan gelembung-gelembung yang akan merusak dinding boiler karena terjadi kelewat panas.
  2. Kerak padat (solid) yaitu kerak yang lebih padat daripada kerak porous, namun kerak padat memiliki daya rusak yang lebih kecil daripada kerak porous.

## d. Pengendalian korosi

Air umpan boiler dapat mengakibatkan terjadinya korosi pada dinding ketel karena air umpan boiler yang masih bersifat asam atau mengandung bahan terlarut seperti gas, bikarbonat, bahan organik atau minyak.

## - Keasaman atau pH rendah

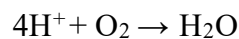
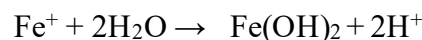
Apabila air umpan boiler masih bersifat asam, maka ion hydrogen yang cukup besar akan melapisi permukaan metal sehingga adapat menimbulkan gas yang akan meninggalkan permukaan metal yang dapat menyebabkan terjadinya korosi.

## - Oksigen

Adanya oksigen terlarut dapat menyebabkan terjadinya korosi, dengan cara:

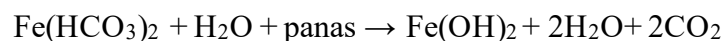
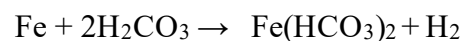
a. Oksigen akan mengoksidasi ferrohidroksida ( $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ) menjadi ferrihidroksida ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ) yang akan larut di dalam air

b. Oksigen akan bereaksi dengan ion hydrogen yang terjadi karena adanya reaksi  $\text{Fe}^+$  dengan air dan akan melapisi permukaan metal sehingga dapat menyebabkan korosi.



## - Bikarbonat

Bikarbonat di dalam air umpan boiler dapat menyebabkan terjadinya karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dikarenakan adanya pemanasan dan tekanan.  $\text{CO}_2$  yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam ini secara perlahan akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Garam bikarbonat dengan pemanasan akan membentuk  $\text{CO}_2$  kembali. Kemudian  $\text{CO}_2$  akan bereaksi kembali dengan air membentuk asam. Keadaan ini akan berjalan terus menerus sehingga dapat membentuk siklus.



## - Gas

Gas  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ , dan  $\text{NH}_3$  dapat mengakibatkan korosi namun tidak sehebat yang disebabkan  $\text{O}_2$  atau  $\text{CO}_2$ .

- Bahan organik

Adanya bahan organik di dalam air umpan boiler yang berupa asam organik akan menyebabkan terjadinya korosi pada dinding ketel.

- Oli dan lemak

Oli dan lemak di dalam air umpan boiler yang berasal dari minyak bumi, Binatang dan tumbuhan akan menghasilkan asam organik dan gliserin. Asam organik akan bereaksi dengan besi yang terkadang dapat membentuk  $\text{CO}_2$  sehingga dapat menyebabkan terjadinya korosi.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan korosi adalah:

- Pengaturan alkalinity dan pembentukan lapisan film dengan pH air umpan boiler diharapkan  $>9,5$  dan mempunyai kandungan hidroksida alkalinitas yang kecil. Alkalinitas biasanya dapat diatur dengan menambahkan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$  dan trisodium phosphate.
- Untuk menghilangkan kandungan  $\text{O}_2$  dapat dilakukan dengan cara aerasi, sedangkan untuk menghilangkan  $\text{CO}_2$  dapat dilakukan dengan pemanasan pendahuluan secara terbuka pada air umpan boiler. Selain itu, dapat dilakukan dengan cara penambahan bahan kimia seperti tannin atau turunan glukosa.
- Memberikan perlindungan dengan pembentukan film, dengan menggunakan tannin, turunan lignin atau turunan glukosa.
- Apabila penyebab korosi disebabkan karena kondensat, maka bisa dicegah dengan memberikan senyawa amine atau dengan ammonia.

e. Pengendalian *Caustic Imbrittlement*

Salah satu penyebab kerapuhan dinding boiler adalah kandungan  $\text{NaOH}$  bebas di dalam air boiler yang terkonsentrasi pada titik kebocoran dan secara kimia akan menyerang metal tersebut sehingga menyebabkan retakan yang tidak teratur, terutama pada metal yang terkena tekanan. Untuk pengendaliannya dapat dilakukan dengan cara:

- Mencegah kebocoran pada metal yang mengalami tekanan
- Menambah inhibitor
- Mengendalikan alkalinitas hidroksida yang rendah pada air boiler dengan cara :
  - a. Mengendalikan pH dengan menggunakan fosfat, sehingga pH air boiler dapat diketahui dengan melihat endapan trisodium fosfat.

- b. Menambahkan bahan kimia, pencegah *Imbrittlement* yaitu lignin, tannin dan sodium nitrat.

### 8.1.2 Air Sanitasi

Air sanitasi di dalam pabrik digunakan untuk keperluan laboratorium, kantor, cuci, mandi, taman, mencuci peralatan dan lantai pabrik serta pemadam kebakaran. Air sanitasi yang digunakan harus memenuhi persyaratan, yaitu:

- Fisik

**Tabel 8.3** Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zat padat terlarut (Total Dissolved Solid)	mg/l	1000
4.	Suhu	°C	Suhu udara ± 3
5.	Rasa		Tidak berasa
6.	Bau		Tidak berbau

- Kimia

**Tabel 8.4** Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Total coliform	CFU/100 ml	50
2.	E.coli	CFU/100 ml	0

- Mikrobiologis

**Tabel 8.5** Parameter Mikrobiologis dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	pH	mg/l	6,5-8,5
2.	Besi	mg/l	1
3.	Fluorida	mg/l	1,5
4.	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	500

5.	Mangan	mg/l	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8.	Sianida	mg/l	0,1
9.	Deterjen	mg/l	0,05
10.	Pestisida total	mg/l	0,1
Parameter Tambahan			
1.	Air raksa	mg/l	0,001
2.	Arsen	mg/l	0,05
3.	Kadmium	mg/l	0,005
4.	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
5.	Selenium	mg/l	0,01
6.	Seng	mg/l	15
7.	Sulfat	mg/l	400
8.	Timbal	mg/l	0,05
9.	Benzena	mg/l	0,01
10.	Zat organik (KMNO <sub>4</sub> )	mg/l	10

(PMK No. 32 ttg Standar Baku Mutu Kesehatan Air Keperluan Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua).

Kebutuhan total air sanitasi untuk pra-Rencana Pabrik Vinil asetat ini adalah 2310,4754 kg/jam. Dalam proses pengolahan air umpan boiler, pertama air 8hydroge dipompa (L-211) ke dalam bak air bersih (F-212) kemudian dialirkan dengan pompa (L-213) menuju kation exchanger (D-210A) selanjutnya ke anion exchanger untuk menghilangkan mineral-mineral didalam air kemudian ditampung pada bak penampung air lunak (F-221). Setelah itu dipompa (L-222) dan dialirkan menuju deaeraor (D-223) untuk menghilangkan gas-gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> yang terperangkap dalam air, kemudian dialirkan menuju bak umpan boiler (F-224) dan diteruskan menuju boiler (Q-220). Kebutuhan air umpn reboiler sebesar 3229.1067 kg/jam. Dari bak air lunak (F-221) dipompa (L-222) dan dialirkan menuju bak air pendingin (F-231), kemudian dipompa (L-232) menuju peralatan yang membutuhkan pendingin seperti kondensor dan cooler untuk mendinginkan proses. Setelah keluar dari perlatan proses didinginkan kembali pada cooling tower water untuk menjadi air pendingin (P-230). Air dari bak air bersih (F-212)



diairkan menggunakan pompa (L-213) menuju bak klorinasi (F-242) dan ditambahkan desinfektan berupa klor ( $Cl_2$ ) yang diinjeksikan langsung ke dalam pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan menuju bak air sanitasi (F-240) menggunakan pompa (L-242) dan siap untuk dipergunakan dalam keperluan air sanitasi.

Air pendingin berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Hal tersebut dikarenakan :

- Air merupakan materi yang mudah di dapat
- Mudah dikendalikan dan dikerjakan
- Dapat menyerap panas
- Tidak mudah menyusut karena pendinginan
- Tidak mudah terkondensasi

Air pendingin tersebut digunakan pada kondensor dan cooler sebesar 47234,3714 kg/jam. Penggunaan air pendingin diperkirakan 20% dari total kebutuhan air pendingin.

## 8.2. Unit Pengelola Steam

Bahan baku pembuatan steam adalah air umpan boiler. Direncanakan steam yang digunakan adalah saturated steam :

Suhu (T) = 190°C

Tekanan (P) = 182 Psia.

Zat-zat yang terkandung dalam air umpan boiler yang dapat menyebabkan kerusakan pada boiler adalah :

- Kadar zat terlarut (soluble matter) yang tinggi
- Zat padat terlarut (suspended solid)
- Garam-garam kalsium dan magnesium
- Zat organik (organik matter)
- Silika, sulfat, asam bebas dan oksida

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan :

1. Tidak boleh berbuih (busa) Busa disebabkan oleh adanya solid matter, suspended matter dan basa yang terlalu tinggi. Kesulitan yang dihadapi apabila adanya busa :
  - Kesulitan pembacaan tinggi liquida dalam boiler
  - Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat dan mengakibatkan adanya solid-solid yang menempel sehingga menyebabkan terjadinya korosi dengan adanya

pemanasan lebih lanjut. Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan lumpur, kerak dan alkalinitas lebih lanjut.

2. Tidak boleh membentuk kerak dalam boiler dikarenakan dapat menyebabkan :
  - Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
  - Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.
3. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak, lemak, bikarbonat, bahan-bahan organik dan gas-gas  $H_2S$ ,  $SO_2$ , dan  $NH_3$  dapat mengakibatkan korosi namun tidak sehebat yang disebabkan  $O_2$  atau  $CO_2$  yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja. Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi.

### **8.3. Unit Penyediaan Tenaga Listrik**

Tenaga listrik di dalam pra-Rencana Pabrik Vinil asetat ini digunakan untuk menggerakkan motor, penerangan, instrumentasi dan lainnya. Total kebutuhan listrik merupakan jumlah kebutuhan listrik untuk peralatan proses produksi, penerangan pabrik, alat transportasi bahan dan keperluan lainnya. Kebutuhan tenaga listrik pada pra-Rencana Pabrik Vinil asetat dapat dipenuhi dengan PLN (Persero). Selain itu, juga digunakan generator sebagai cadangan yang harus siap setiap saat apabila ada gangguan listrik yang terdapat pada PLN. Untuk total kebutuhan listrik pada pra-Rencana Pabrik Vinil asetat yaitu sebesar 54,2974 kWh.

### **8.4. Unit Pengolahan Limbah**

Setiap proses yang berlangsung tidak akan bisa terkonversi secara sempurna, sehingga akan selalu menghasilkan limbah, walaupun setiap proses sudah memiliki standar yang sangat tinggi. Limbah yang dihasilkan oleh pabrik Vinil asetat yaitu limbah cair dan gas.

#### **1. Limbah gas**

Limbah gas yang dihasilkan berasal dari Flash drum (D-120) dan pembakaran bahan bakar yang terdapat di dalam unit utilitas. Untuk mengatasinya, asap yang dihasilkan dilewatkan melalui sebuah cerobong yang cukup tinggi dan disemprotkan dengan air

untuk menangkap abu dan gas berbahaya, sehingga tidak menimbulkan gangguan terhadap masyarakat dan lingkungan sekitar.

## 2. Limbah cair

Untuk limbah cair yang dihasilkan berupa Asam Asetat, maka penanganannya adalah:

### a. Pengolahan Pendahuluan (*Pre-Treatment*)

Dalam proses pendahuluan ini dilakukan penghilangan solid dengan cara pengendapan secara gravitasi dalam bak pengendapan.

### b. Pengolahan Pertama (*Primary Treatment*)

Pengolahan pertama dilakukan dengan menggunakan proses aerasi dengan menggunakan aerator untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair, serta dengan menggunakan lumpur aktif. Penggunaan lumpur aktif bertujuan untuk memperbanyak bakteri pengurai limbah organik karena terdapat banyak bakteri pada lumpur aktif tersebut. Proses aerasi ini dilakukan selama beberapa jam sampai didapatkan nilai BOD, COD dan DO yang memenuhi standar yang telah ditetapkan pemerintah

### c. Pengolahan Kedua (*Secondary Treatment*)

Dalam pengolahan ini dilakukan apabila pH limbah cair terlalu asam atau terlalu basa, sehingga diperlukan adanya penambahan bahan kimia untuk menetralkan limbah cair sampai pH 7 (netral).

### d. Pengolahan Ketiga (*Tertiary Treatment*)

Treatment ketiga dilakukan dengan menambahkan desinfektan berupa gas  $Cl_2$  pada limbah cair untuk membunuh mikroorganisme penyebab penyakit .

Pada setiap treatment perlu dilakukan pengawasan secara ketat dan dilakukan Analisa dilaboratorium agar limbah cair yang dibuang ke sungai tidak mengganggu lingkungan disekitar pabrik.