

BAB 5 UTILITAS

Utilitas merupakan unit penunjang suatu pabrik yang bertujuan untuk membantu pelaksanaan proses dan operasi pabrik agar bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Umit utilitas bertujuan untuk menyediakan dan mendistribusikan kebutuhan pabrik seperti air, *Steam*, listrik, refrigerant, dan bahan bakar. Adapun unit-unit yang terdapat pada pabrik asetaldehida kapasitas 50.000 ton/tahun ialah sebagai berikut:

Unit Pengadaan *Steam*

Unit Pengadaan Air

Unit Pengadaan Listrik

Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit Pengadaan refrigerant

5.1. Unit Pengadaan *Steam*

Steam digunakan dalam pabrik sebagai media pemanas. Unit pengadaan *Steam* terdiri dari *heater*, *reboiler* dan *evaporator*. Pada pabrik asetaldehida kapasitas 50.000 ton/tahun menggunakan *Steam* dengan temperatur 330°C.

Jenis *Steam* yang digunakan adalah *saturated Steam*. Peralatan yang menggunakan *Steam*, sebagai berikut :

1) Heater – 01 (H-01)	= 10.458,71 Kg/jam
2) Evaporator– 01 (EV-01)	= 13.019,5 Kg/jam
3) Heater – 02 (H-02)	= 3.210.95 Kg/jam
4) Heater – 03 (H-03)	= 2.809,94 Kg/jam
5) Reboiler– 01 (RE-01)	= 1.346,54 Kg/jam
6) Heater – 04 (H-04)	= 2,801.39 Kg/jam
7) Reboiler– 02 (RE-02)	= 9.515,59 Kg/jam
8) Heater-05 (H-05)	= 11.252,81 Kg/jam
Total kebutuhan <i>Steam</i>	= 54.415,42 Kg/jam
Faktor keamanan	= 10%
Total kebutuhan <i>Steam</i>	= (1+10%) x 54.415,42 Kg/jam
	= 59.856,97 Kg/jam

Peralatan yang dibutuhkan untuk membuat steam adalah boiler. Boiler terdiri dari komponen utama dan komponen penunjang. Komponen utama boiler yaitu

Furnace (dapur) sebagai alat untuk mengubah menjadi energi panas
Alat penguap (evaporator) untuk mengubah energi pembakaran menjadi energi potensial uap

Peralatan penunjang boiler yaitu

Pressure gauge
Termometer
Water level gauge
Safety valve
Main steam valve
Blowdown valve

5.2. Unit Pengadaan Air

Unit pengadaan air merupakan salah satu unit utilitas yang berperan dalam menyediakan air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Air yang dibutuhkan digunakan untuk air pendingin, air untuk pelarut air umpan boiler, dan air domestik. Unit pengadaan air ini sangat berpengaruh dalam kelancaran produksi dari awal hingga akhir proses. Untuk memenuhi kebutuhan air didalam pabrik, dapat menggunakan air permukaan.

Sumber air baku yang digunakan berasal dari sungai dikarenakan Letak sungai berada di dekat pabrik dan Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya yang lebih besar.

5.2.1. Air Pendingin

Air pendingin adalah air yang diperlukan untuk proses-proses terjadinya pertukaran atau perpindahan panas dalam alat penukar panas (*heat exchanger*). Sistem pendinginan adalah suatu rangkaian untuk mengatasi terjadinya *over heating* (panas yang berlebihan) pada mesin agar mesin bisa bekerja secara stabil.

Air pendingin adalah air yang digunakan untuk penghilangan panas dan tidak berkontak langsung dengan bahan baku, produk antara dan produk akhir. Jumlah Air pendingin yang digunakan adalah:

1) Reaktor 1	= 13.825,8 Kg/jam
2) Cooler 1	= 123.270 Kg/jam
3) Cooler 2	= 108.175 Kg/jam
4) Cooler 3	= 27.234,8 Kg/jam
5) Condenser 2	= 9.654,47 kg/jam
Total	= 282.161 Kg/jam

Pemakaian air pendingin dilakukan secara terus menerus dan sirkulasi. Suhu air pendingin akan meningkat setelah air tersebut digunakan sebagai pendingin pada alat penukar panas. Air pendingin memiliki sistem mengontrol suhu dan tekanan dengan cara memindahkan panas dari fluida proses ke air pendingin yang kemudian akan membawa panasnya. Pemakaian air pendingin dilakukan secara sirkulasi.

Untuk mendinginkan kembali air pendingin agar dapat digunakan kembali, maka air pendingin dialirkan menuju *Cooling Tower*. Selama terjadi perpindahan panas di *Cooling Tower*, terjadi beberapa kehilangan (*loss*), yaitu *Evaporative Loss*, *Drift Loss*, dan *Blow Down*.

Evaporation Loss

Kehilangan air pendingin yang disebabkan adanya proses penguapan.

Cara perhitungan penguapan dilakukan dengan persamaan:

$$W_e = 0.00085 \times W_c \times (T_1 - T_2) \dots (\text{Pers. 12-10.Perry,1997})$$

Keterangan :

W_e = *Evaporation loss*

W_c = Jumlah sirkulasi air pendingin

T_1 = Temperatur air pendingin masuk *cooling tower* ($^{\circ}\text{F}$)

T_2 = Temperatur air pendingin keluar *cooling tower* ($^{\circ}\text{F}$)

$T_1 = 30^{\circ}\text{C} = 86^{\circ}\text{F}$

$T_2 = 49^{\circ}\text{C} = 120.2^{\circ}\text{F}$

$$W_e = 0,00085 \times 282.161 \text{ Kg/jam} \times (86 - 120)^{\circ}\text{F} = 8.202,41 \text{ Kg/jam}$$

Drift Loss

Drift Loss merupakan jumlah air pendingin yang hilang karena terbawa aliran udara keluar *cooling tower*. Kehilangan karena *drift loss* ini berkisar antara 0,1–0,2%.

$$\begin{aligned} W_d &= 0,2\% \times W_c \\ &= 0,0020 \times 276.239 \text{ Kg/jam} \\ &= 564,32 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

Blowdown

Blowdown merupakan air pendingin yang dibuang untuk menjaga konsentrasi padatan terlarut dalam air pendingin karena *evaporative loss*. Jumlah *blowdown* yang dilakukan dihitung berdasarkan siklus konsentrasi yang dijaga agar tidak terbentuk kerak (*scale*) pada peralatan ataupun pemipaan. Siklus konsentrasi adalah perbandingan kandungan padatan pada air pendingin yang disirkulasi dengan kandungan padatan pada air tambahan. Biasanya digunakan siklus konsentrasi antara 3-5.

Jumlah air yang di *blowdown* dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} W_b &= \frac{W_e}{C_2 - C_1} \quad \dots(\text{Pers. 12-12, Perry, 1997}) \\ W_b &= \frac{8.030,28 \text{ Kg/jam}}{(3-1)} \\ &= 4.101,21 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total } make \text{ up air pendingin} &= W_e + W_d + W_b \\ &= 12.867,94 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Kebutuhan Air Pendingin (A)} &= (282.161 + 12.867,94) \text{ Kg/jam} \\ &= 295.028,6 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Total Kebutuhan Air Pendingin (A)} = \text{Kg/jam}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 10\%$$

$$\begin{aligned} \text{Total Kebutuhan Air Pendingin (A)} &= (1+10\%) \times 295.028,6 \text{ Kg/jam} \\ &= 324.531,4 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

5.2.2. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler digunakan untuk menghasilkan *Steam* di dalam boiler. *Steam* pada pabrik digunakan untuk pemanasan dan proses reaksi. Air umpan boiler tidak cukup hanya air bersih karena ditakutkan air yang digunakan mengandung mineral-mineral yang terbawa secara bersamaan dan dapat menyebabkan kerak (*scale*) sehingga harus di proses.

Air umpan boiler yang digunakan adalah sebanyak 59.856,97 kg/jam. Kondensat dari steam disirkulasi kembali sebagai air umpan boiler. Kehilangan (*loss*) di *steam trap* dan pada saat *blowdown* diperkirakan 5% dari jumlah kebutuhan.

Kebutuhan air tambahan umpan boiler (B) dipilih 5% dari total suplai *Steam*

Suplai *Steam* = 59.856,97 Kg/jam

$$0,0500 \times 59.856,97 \text{ Kg/jam}$$

$$2.992,85 \text{ Kg/jam}$$

Total kebutuhan air untuk steam = 62.849,82 Kg/jam

5.2.3. Air untuk pelarut

Pada alat absorber dilakukan proses absorpsi menggunakan absorben atau pelarut berupa air. Air untuk pelarut tidak cukup hanya air bersih karena ditakutkan air yang digunakan mengandung mineral-mineral yang terbawa secara bersamaan dan dapat menyebabkan kerak (*scale*) sehingga harus di proses. Air untuk pelarut yang digunakan adalah sebanyak 115.885,44 kg/jam.

5.2.4. Air Domestik

Air domestik adalah air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga, perkantoran, laboratorium dan fasilitas umum. Untuk penggunaan air domestik harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut (Kompas,2017) :

Syarat fisik

Tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau,.

Syarat kimia

Tidak mengandung zat-zat berbahaya terlarut dalam air, seperti logam-logam berat dan yang lainnya yang beracun.

Syarat biologis

Tidak mengandung kuman/bakteri terutama bakteri patogen.

Adapun rincian kebutuhan air domestik berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 19-6728.1-2002) meliputi:

Kebutuhan rumah tangga

Berdasarkan aturan *World Health Organization*, kebutuhan untuk rumah tangga sebesar 120 liter/orang/hari

Terdapat 4 rumah yang masing-masing dihuni oleh 5 orang

Kebutuhan air rumah tangga = $4 \times 5 \times 120$ liter/orang
2400 liter/hari

→ 100 liter/jam

Antar 10 liter/pegawai/hari

liter/jam

Laboratorium 10 liter/pegawai/hari

6,67 liter/jam

Masjid 10 liter/pegawai/hari

Untuk 180 pegawai = 1.800 liter/hari
= 75 liter/jam

Total kebutuhan air domestik (C) = 256,67 liter/jam

Faktor keamanan = 10 %

Kebutuhan air domestik (C) = $(1+10\%) \times 256,67$ liter/jam
= 282,33 liter/jam

Densitas air = 1 Kg/L

Kebutuhan air domestik (C) = 282,33 liter/jam x 1 Kg/L
= 282,33 Kg/jam

5.2.5. Total Kebutuhan Air

Total kebutuhan air pada perancangan pabrik Asetaldehida kapasitas 50.000 ton/tahun, terdiri dari air pendingin, air umpan boiler dan air domestik. Kebutuhan air pada pabrik Asetaldehid kapasitas 50.000 ton/tahun adalah

Total Kebutuhan Air

- a) Air pendingin = 324.531,4 Kg/jam
 - b) Air umpan boiler = 59.856,97 Kg/jam
 - c) Air untuk pelarut = 115.885,44 Kg/jam
 - d) Air domestik = 282.33 Kg/jam
- Total kebutuhan air = 503.548,66 Kg/jam

Alat yang digunakan untuk Proses pengolahan air sungai menjadi air domestik dan air non-domestik

Screening

Unit screening berada didalam tanah mirip seperti resapan.

Media resapan berupa tumpukan batu dan ijuk.

Bak penampung 1

Setelah proses screening air sungai ditampung kedalam bak penampung yang dilengkapi dengan mixer dan diberi koagulan. Penambahan koagulan bertujuan agar partikel koloid dapat menjadi partikel flok yang lebih besar sehingga mudah mengendap. Zat koagulan nya adalah alum/aluminium suklfat, kaustik soda .

Flokulasi dan sedimentasi (clarifier)

Setelah proses koagulasi dilakukan sedimentasi dengan alat clarifier yang dilengkapi dengan mixer. Setelah partikel telah bergabung atau tersedimentasi maka air akan mengalir ke tangki filtrasi.

Sand filter

Poses filtrasi ini dilakukan untuk menyisahkan partikel koloid yang tidak dapat disisahkan pada proses sebelumnya dan juga bertujuan untuk mengurangi jumlah bakteri.

Bak penampung 2

Setelah filtrasi air tersebut ditampung kedalam bak penampung 2 dan siap digunakan untuk air pendingin dan air domestik.

Tangki kation-anion exchange

Tangki ini digunakan untuk menghilangkan atau mengurangi kesadahan air

yang berasal dari Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Proses ini menggunakan resin sebagai penukar kation. Setelah nilai kesadahan kurang dari 4 ppm maka air siap digunakan untuk proses pada umpan boiler dan pelarut di absorber.

5.3. Unit Pengadaan Listrik

Unit pengadaan listrik ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan listrik di seluruh area pabrik asetaldehida kapasitas 50.000 ton/tahun. Untuk memenuhi kebutuhan listrik pada pabrik asetaldehida kapasitas 50.000 ton/tahun akan dipenuhi oleh generator listrik.

5.3.1 Peralatan

1) Pompa-01 (P-01)	= 5 HP
2) Pompa-02 (P-02)	= 5 HP
3) Pompa-03 (P-03)	= 3 HP
4) Pompa-04 (P-04)	= 1 HP
5) Pompa-05 (P-05)	= 4 HP
6) Pompa-06 (P-06)	= 5 HP
7) Pompa-07 (P-07)	= 1 HP
8) Pompa-08 (P-08)	= 12HP
9) Pompa-09 (P-09)	= 5 HP
10) Kompresor	= 1 HP
Total	= 42 HP
	= 31,32 Kw

5.3.2 Listrik untuk Penerangan

Penerangan rata-rata untuk setiap bagian pabrik tidaklah sama. Perhitungan kebutuhan penerangan digunakan unit iluminasi SI yaitu lux (symbol: lx). Lux adalah unit turunan dari lumen, dan lumen adalah unit turunan dari candela.

$$1\text{x} = 1 \frac{\text{lm}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{cd} \cdot \text{sr}}{\text{m}^2}$$

Penerangan pabrik dan fasilitas penunjang pabrik:

$$\text{Luas area pabrik} = 2,346 \text{ Ha} = 23.456,95 \text{ m}^2$$

Tipe Lampu	Lampu Halogen
Intensitas Penerangan	400 lumen/m ² (SNI 03-6197-2011)
Iluminasi lampu Linear Halogen	= 33.000 lumen (Philips.co.id)
Daya 1 buah lampu linear halogen	= $\frac{1.500 \text{ W}}{\dots}$ (Philips.co.id)
Daya yang dibutuhkan	426.489,99 watt
	426,49 kW
Penerangan kantor. Luas area	= 0,7034 Ha = 7.034 m ²
Tipe Lampu Intensitas	<i>Light Emitting Diode (LED)</i> lumen/m ² (SNI 03-6197-2011) 5.000 lumen (Philips.co.id)
Penerangan Iluminasi lampu	40 Watt (Philips.co.id)
Bohlam LED Daya 1 buah lampu bohlam LED	
Daya yang dibutuhkan	= $\frac{\dots}{\dots}$
	= 28.137,4 watt
	= 28,137 kW
Total Kebutuhan Listrik untuk Penerangan	= (426,49 + 28,137) kW
	= 454,63 kW
Kebutuhan listrik total	= 454,63 kW + 31,32 KW
	= 485,95 KW

Total Kebutuhan Listrik yang disuplai Unit Utilitas

Total Listrik Peralatan+Listrik Penerangan+ faktor keamanan 20 %

583,14 kW

Untuk memenuhi kebutuhan listrik digunakan 1 buah generator *five stage steam turbine* dengan kapasitas 583,14kW (781,998 HP). (table 29-9, perry, 7th edition.

5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar berfungsi untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan pada pabrik kapasitas 50.000 ton/tahun adalah *Industrial Diesel Oil*.

5.4.1. Bahan Bakar Keperluan Boiler

Jenis *Steam* yang dihasilkan adalah *saturated Steam*.

$$\begin{aligned} \text{Temperatur Steam} &= 330^{\circ}\text{C} \\ \text{Kebutuhan Steam, } m_{\text{Steam}} &= 62.849,82 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

Dari *Steam table* (Smith,2001) diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Entalpi saturated vapor, } H_v &= 2.670,2 \text{ kJ/Kg} \\ \text{Entalpi saturated liquid, } H_l &= 1.526,5 \text{ kJ/Kg} \\ \text{Panas Laten, } \lambda &= H_v - H_l \\ &= 2.670,2 \text{ kJ/Kg} - 1.526,5 \text{ kJ/Kg} \\ &= 1.143,7 \text{ kJ/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &62.849,82 \text{ Kg/jam} \times 1.143,7 \text{ kJ/Kg} \\ &71.881.334,3 \text{ kJ/jam} \quad 0,9478171 \text{ Btu} \\ &71.881.334,3 \text{ kJ/jam} \times \underline{\hspace{2cm}} \\ &68.130.357,82 \text{ Btu/jam} \end{aligned}$$

Bahan bakar yang digunakan adalah *Industrial Diesel Oil* dengan:

Nilai kalor bahan bakar (LHV) = 19.247,1196 Btu/lb (www.em-ea.org)

Efisiensi boiler, η = 80% (Brouillette, 2018)

Kebutuhan bahan bakar:

$$\begin{aligned} \text{mbahan bakar} &= \frac{Q}{\eta \cdot \text{LHV}} \\ &= \frac{68.130.357,82 \text{ Btu/jam}}{0,80 \cdot 19.247,1196 \text{ Btu/lb}} \\ &= 2.007,02 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

5.4.2. Bahan Bakar Keperluan Generator

Daya Generator	= 583,1362 kW
	= 1.989.743,35 Btu/hr
Nilai kalor bahan bakar	= 19.247,1196 Btu/lb
Efisiensi generator	= 55% ... (Tabel 29-9, Perry 7 th , 1997)
Kebutuhan bahan bakar	= $\frac{55\% \times 19.247,1196 \text{ Btu/hr}}{1196 \text{ Btu/lb}}$
	338,1042 lb/jam
	153,4 Kg/jam

5.4.3. Total Kebutuhan Bahan Bakar

Faktor keamanan	= 0,85 Kg/liter (www.em-ea.org)
Total kebutuhan bahan bakar	= 10%
	= Boiler + Generator
	= 2.007,02 Kg/jam + 153,4 Kg/jam
	= 2.160,38 Kg/jam
	= (1 + 10%) x 2.160,8 Kg/jam
	= 2.376,42 Kg/jam
	= 2.795,78 liter/jam

5.5. Unit Pengadaan Refrigerant

Refrigerant digunakan untuk mendinginkan fluida hingga 4 C, refrigeran yang digunakan amonia cair. Kebutuhan refrigerant yaitu :

5.5.1 Peralatan

1) Chiler-01	= 1.682,15 Kg/Jam
2) Chiler-02	= 1.462,87 Kg/Jam
3) Condenser-01	= 2.498,9 Kg/Jam
4) Parsial kondenser	= 4.558,25 Kg/Jam

Tolong refrigeran adalah 10.202,1204 kg/jam

