

BAB V

UTILITAS

Utilitas merupakan unit penunjang operasional pabrik yang bertujuan untuk membantu pelaksanaan proses dan operasi pabrik agar bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Unit utilitas bertujuan untuk menyediakan, menyiapkan, dan mendistribusikan kebutuhan unit proses untuk produksi. Kebutuhan bahan penunjang yang harus disediakan oleh unit utilitas secara kontinu demi kelangsungan operasi pabrik pembuatan Metil Metakrilat kapasitas 60.000 ton/tahun adalah sebagai berikut:

1. Unit Pengadaan *Steam*
2. Unit Pengadaan Air
3. Unit Pengadaan Listrik
4. Unit Pengadaan Bahan Bakar

5.1. Unit Pengadaan *Steam*

Steam digunakan dalam pabrik sebagai media pemanas. Unit pengadaan *Steam* terdiri dari *heater* dan *reboiler*. Pada pabrik kapasitas 60.000 ton/tahun menggunakan *Steam* dengan temperatur 150°C. Jenis *Steam* yang digunakan adalah *saturated Steam*.

Peralatan yang menggunakan *Steam*, sebagai berikut :

1) Heater– 01 (H-01)	= 951,99Kg/jam
2) Heater – 02 (H-02)	= 474,91Kg/jam
3) Reboiler– 01 (RB-01)	= 4704,36Kg/jam
4) Reboiler– 02 (RB-02)	= 15936,47Kg/jam
Total kebutuhan <i>Steam</i>	= 22067,72Kg/jam
Faktor keamanan	=10%
Total kebutuhan <i>Steam</i>	= (1+10%)x22067,72Kg/jam
	= 24274,49Kg/jam

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

1. Furnace (dapur) sebagai alat untuk mengubah menjadi energi panas

2. Alat penguap (evaporator) untuk mengubah energi pembakaran menjadi energi potensial uap

Peralatan penunjang boiler yaitu

1. *Pressure Gauge*
2. Termometer
3. *Water Level Gauge*
4. *Safety Valve*
5. *Main Steam Valve*
6. *Blowdown Valve*

5.2. Unit Pengadaan Air

Unit pengadaan air merupakan salah satu unit utilitas yang berperan dalam menyediakan air untuk kebutuhan industri. Air yang dibutuhkan digunakan untuk air pendingin, 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 (R-01) | = 848366,41 Kg/jam |
| 2) Reaktor 2 (R-02) | = 260077,91 Kg/jam |
| 3) Cooler 1 (CO-1) | = 9109,11 Kg/jam |

4) Cooler 2 (CO-2)	= 10099,88Kg/jam
5) Cooler 3 (CO-3)	= 8889,67 Kg/jam
6) Condensor 1 (CD-1)	= 104950,97 Kg/jam
7) Condensor 2 (CD-2)	= 360348,48 Kg/jam
Total	= 1.601.842,42Kg/jam

Pemakaian air pendingin dilakukan secara terus menerus dan sirkulasi. Suhu air pendingin akan meningkat setelah air 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 membawanya. 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*.

a) *Evaporation Loss*

Kehilangan air pendingin yang disebabkan adanya proses penguapan. Cara perhitungan penguapan dilakukan dengan persamaan:

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

Keterangan :

W_e = *Evaporation loss*

W_c = Jumlah sirkulasi air pendingin

T_1 = Temperatur air pendingin masuk *cooling tower* (°F)

T_2 = Temperatur air pendingin keluar *cooling tower* (°F)

$T_1 = 28 \text{ } ^\circ\text{C} = 82,40^\circ\text{F}$

$T_2 = 50 \text{ } ^\circ\text{C} = 122,00^\circ\text{F}$

$W_e = 0,00085 \times 1.601.842,42\text{Kg/jam} \times (122,00 - 82,40)^\circ\text{F}$
 $= 53918,02 \text{ Kg/jam}$

b) *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%.

$$\begin{aligned} W_d &= 0,2\% \times W_c \\ &= 0,002 \times 1.601.842,42 \text{Kg/jam} \\ &= 3203,68 \text{Kg/jam} \end{aligned}$$

c) *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:

$$W_b = \frac{W_e}{\text{Cycle}-1} \quad \dots(\text{Pers. 12-12, Perry, 1997})$$

$$\begin{aligned} W_b &= \frac{53918,02 \text{ Kg/jam}}{(3-1)} \\ &= 26959,01 \text{Kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total } make \text{ up air pendingin} &= W_e + W_d + W_b \\ &= 84080,71 \text{Kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Kebutuhan Air Pendingin (A)} &= (1601842,42 + 84080,71) \text{ Kg/jam} \\ &= 1685923,13 \text{Kg/jam} \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Total Kebutuhan Air Pendingin(A)} &= (1+10\%) \times 1685923,13 \text{Kg/jam} \\ &= 1.854.515,44 \text{Kg/jam} \end{aligned}$$

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 24274,49kg/jam. Kondensat dari steam disirkulasi kembali sebagai air umpan boiler. Kehilangan (*loss*) di *steam trap* dan pada saat *blowdown* diperkirakan 4% dari jumlah kebutuhan.

Kebutuhan air tambahan umpan boiler (B) dipilih 4% dari total suplai *Steam*

Suplai *Steam* = 24274,49Kg/jam

$$B = 0,040 \times 24274,49 \text{Kg/jam} \\ = 970,98 \text{Kg/jam}$$

Total kebutuhan air untuk steam = 25245,47Kg/jam

5.2.3. 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):

1) Syarat fisik

Tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau,.

2) Syarat kimia

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

3) Syarat biologis

Tidak mengandung kuman/bakteri terutama bakteri patogen.

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

1) Kantor	= 1.640	liter/hari
2) Laboratorium	= 80	liter/hari
3) Musholla	= 2.000	liter/hari
4) Rumah Tangga	= 1.920	liter/hari
Jumlah	= 5.640	liter/hari

Total kebutuhan air domestik (C) = 235 liter/jam

Faktor keamanan	=10 %
Kebutuhan air domestik (C)	= (1+10%) x 235liter/jam = 258,50liter/jam
Densitas air	= 1 Kg/L
Kebutuhan air domestik (C)	= 258,50liter/jam x 1 Kg/L = 258,50Kg/jam

5.2.4.Total Kebutuhan Air

Total kebutuhan air pada perancangan pabrik Metil Metakrilatkapasitas 60.000 ton/tahun, terdiri dari air pendingin, air umpan boiler dan air domestik. Kebutuhan air pada pabrik Metil Metakrilatkapasitas 60.000 ton/tahun adalah

Total Kebutuhan Air

- a) Air pendingin =1.601.842,42Kg/jam
 - b) Air umpan boiler = 25245,47Kg/jam
 - c) Air domestik = 258,50Kg/jam
- Total kebutuhan air = 1.880.019,41Kg/jam

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

1. Screening

Unit screening berada didalam tanah mirip seperti resapan. Media resapan berupa tumpukan batu dan ijuk.

2. 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.

3. Flokulasi dan sedimentasi (*Clarifier*)

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

4. Sand filter

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

5. Bak penampung 2

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

6. 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 Metil Metakrilat kapasitas 60.000 ton/tahun. Untuk memenuhi kebutuhan listrik pada pabrik Metil Metakrilat kapasitas 60.000 ton/tahun akan dipenuhi oleh generator listrik.

5.3.1 Peralatan

1)	Pompa-01 (P-01) = 2,5HP
2)	Pompa-02 (P-02) = 3HP
3)	Pompa-03 (P-03) = 1HP
4)	Pompa-04 (P-04) = 1 HP
5)	Pompa-05 (P-05) = 35HP
6)	Pompa-06 (P-06) = 6HP
7)	Pompa-07 (P-07) = 1HP
8)	Pompa-08 (P-08) = 1 HP
9)	Pompa-09 (P-09) = 1 HP
10)	Pompa-10 (P-10) = 2HP
11)	Pompa-11 (P-11) = 1HP
12)	Pompa-12 (P-12) = 5HP
13)	Pompa-13 (P-13) = 1HP

14)	Pompa-14 (P-14) = 1HP
15)	Pompa-15 (P-15) = 1HP
16)	Kompresor-01 (K-01) = 844,14 HP
Total	= 675,91HP = 504,03 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.

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

1) Penerangan pabrik dan fasilitas penunjang pabrik:

Luas area pabrik	= 1,64Ha = 16399,28m ²
Tipe Lampu	= Lampu Sodium Tekanan Tinggi (HPSV)
Intensitas Penerangan	= 500 lumen/m ² (SNI 03-6197-2001)
Iluminasi lampu	= 67,00 lumen/watt
Daya yang dibutuhkan	= $\frac{16399,28 \times 500 \frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}}{67 \frac{\text{lumen}}{\text{watt}}}$ = 122382,67watt = 122,38kW

2) Penerangan kantor.

Luas area	= 0,76 Ha = 7627,55m ²
Tipe Lampu	= Lampu Fluoresen (Neon Kompak)
Intensitas Penerangan	= 350 lumen/m ² (SNI 03-6197-2001)
Iluminasi lampu Bohlam LED	= 50 lumen/watt
Daya yang dibutuhkan	= $\frac{7627,55 \text{m}^2 \times 350 \frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}}{50 \text{ lumen/watt}}$ = 53392,85 watt = 53,39kW

$$\begin{aligned} \text{Total Kebutuhan Listrik untuk Penerangan} &= (426,49 + 28,137) \text{ kW} \\ &= 454,63 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan listrik total} &= 454,63 \text{ kW} + 31,32 \text{ KW} \\ &= 485,95 \text{ KW}\end{aligned}$$

Total Kebutuhan Listrik yang disuplai Unit Utilitas

$$\begin{aligned}&= \text{Total Listrik Peralatan} + \text{Listrik Penerangan} + \text{faktor keamanan } 20 \% \\ &= (1 + 10 \%) \times (682,80) \text{ kW} \\ &= 751,08 \text{ kW}\end{aligned}$$

Untuk memenuhi kebutuhan listrik digunakan 2 buah generator *seven stage steam turbine* (1 buah cadangan) dengan kapasitas 2982,80 kW (4000 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 60.000 ton/tahun adalah *Industrial Diesel Oil*.

5.4.1. Bahan Bakar Keperluan Boiler

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

Temperatur *Steam* = 150°C

Kebutuhan *Steam*, m_{Steam} = 24274,49 Kg/jam

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

Entalpi *saturated vapor*, H_v = 2745,40 kJ/Kg

Entalpi *saturated liquid*, H_l = 632,10 kJ/Kg

$$\begin{aligned}\text{Panas Laten, } \lambda &= H_v - H_l \\ &= 2745,40 \text{ kJ/Kg} - 632,10 \text{ kJ/Kg} \\ &= 2113,30 \text{ kJ/Kg}\end{aligned}$$

Panas yang dibutuhkan untuk menghasilkan *Steam*:

$$\begin{aligned}Q &= m_{\text{Steam}} \times \lambda \\ &= 24274,49 \text{ Kg/jam} \times 2113,30 \text{ kJ/Kg} \\ &= 51.299.285,50 \text{ kJ/jam} \\ &= 48.622.340,01 \text{ Btu/Jam}\end{aligned}$$

Efisiensi Boiler = 85%

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan bahan bakar} &= \frac{48.622.340,01 \text{ Btu/jam}}{19200,5976 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \times 0,85} \\
 &= 2979,22 \text{ lb/jam} \\
 &= 1351,35 \text{ Kg/Jam}
 \end{aligned}$$

5.4.2. Bahan Bakar Keperluan Generator

$$\begin{aligned}
 \text{Daya Generator} &= 2982,80 \text{ kW} \\
 &= 10.177.737,16 \text{ Btu/hr} \\
 \text{Nilai kalor bahan bakar} &= 19200,5976 \text{ Btu/lb} \quad (\text{World Nuclear Association}) \\
 \text{Efisiensi generator} &= 55\% \quad \dots (\text{Tabel 29-9, Perry 7}^{\text{th}}, 1997) \\
 \text{Kebutuhan bahan bakar} &= \frac{10.177.737,16 \text{ Btu/jam}}{55\% \times 19.200,5976 \text{ Btu/lb}} \\
 &= 963,77 \text{ lb/jam} \\
 &= 437,16 \text{ Kg/jam}
 \end{aligned}$$

5.4.3. Total Kebutuhan Bahan Bakar

$$\begin{aligned}
 \text{Densitas minyak diesel, } \rho &= 0,85 \text{ Kg/liter} (\text{www.em-ea.org}) \\
 \text{Faktor keamanan} &= 10\% \\
 \text{Total kebutuhan bahan bakar} &= \text{Boiler} + \text{Generator} \\
 &= 1351,35 \text{ Kg/jam} + 437,16 \text{ Kg/jam} \\
 &= 1788,51 \text{ Kg/jam} \\
 &= (1 + 10\%) \times 1788,51 \text{ Kg/jam} \\
 &= 1967,36 \text{ Kg/jam} \\
 &= 2314,54 \text{ liter/jam}
 \end{aligned}$$