

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

Unit pendukung proses merupakan unit untuk keberlangsungan proses produksi pada pabrik. Maka selain bahan baku dan bahan pembantu, diperlukan kebutuhan infrastruktur terutama utilitas. Unit ini memegang peranan penting karena tanpa adanya unit ini maka proses produksi tidak dapat bekerja. Unit pendukung proses meliputi pengadaan dan pengolahan air, pengadaan listrik, pengadaan steam, pengadaan bahan bakar, dan pengadaan udara tekan.

4.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Penggunaan air dalam pabrik benzil alkohol meliputi air pendingin, air umpan boiler, air untuk kebutuhan kantor, dan air sanitasi. Kebutuhan air diperoleh dari Waste Water Treatment Plant (WWTP) pada kawasan industri JIPE Gresik, dikarenakan lokasi pabrik yang direncanakan dibangun pada kawasan industri Gresik. Jumlah air total yang dibutuhkan sebesar:

1) Kebutuhan Air Proses dan Air Pendingin

Total kebutuhan air proses dan pendingin:

$$= 8.660,29 \text{ kg/jam}$$

$$= 207.846,94 \text{ kg/hari}$$

Diperkirakan jumlah air yang *diblowdown* sebesar 10% dari total kebutuhan air proses dan pendingin (Wirth dan Willis, 2014). Sehingga diperlukan make up sebesar:

Make up air proses dan pendingin

$$= 207.846,94 \text{ kg/hari} \times 10\%$$

$$= 20.784,69 \text{ kg/hari}$$

2) Kebutuhan Air untuk Steam

Total kebutuhan air untuk membuat steam

$$= 188,36 \text{ kg/jam}$$

$$= 4.520,57 \text{ kg/hari}$$

Diperkirakan jumlah air yang *diblowdown* sebesar 10% dari total kebutuhan air untuk steam (Wirth dan Willis, 2014). Sehingga diperlukan make up sebesar:

Make up air untuk steam

$$= 4.520,57 \text{ kg/hari} \times 10\%$$

$$= 452,06 \text{ kg/hari}$$

3) Kebutuhan Air untuk Perkantoran

Kebutuhan air untuk perkantoran dan laboratorium dapat diperkirakan sebagai berikut:

- Air untuk karyawan kantor

Kebutuhan air untuk karyawan = 40 liter/orang/hari (Linsley, 1985). Sehingga untuk 85 karyawan diperlukan air sebanyak:

$$= 40 \text{ liter/orang/hari} \times 85 \text{ orang}$$

- Air untuk perumahan

Perumahan karyawan pabrik sebanyak 4 rumah. Bila masing-masing rumah dihuni sebanyak 4 orang, dan kebutuhan air untuk perumahan diperkirakan 250 liter/orang/hari (Linsley, 1985), maka diperlukan air perumahan sebanyak = 250 liter/orang/hari x 4 orang x 4 rumah

$$= 1.000 \text{ liter/hari} = 1 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4) Air untuk Laboratorium

Diperkirakan kebutuhan air untuk laboratorium sebanyak 1.000 Liter/hari atau 1 m³/hari (Metcalf dan Eddy, 1991).

4.2. Unit Pengadaan Listrik

Untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam pabrik, diambil dari PLN dan generator sebagai cadangan untuk mencegah gangguan yang mungkin terjadi pada PLN. Kebutuhan listrik diperlukan untuk keperluan proses, pengolahan air, penerangan dan AC, laboratorium, dan instrumentasi. Generator yang digunakan adalah generator AC dengan pertimbangan:

- Tenaga listrik yang dihasilkan besar
- Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan

Keuntungan listrik dari PLN adalah murah, sedangkan kerugiannya adalah kesinambungan penyediaan listrik kurang terjamin. Sedangkan jika listrik berasal dari genset, kesinambungan akan terjaga, tetapi biaya bahan bakar dan perawatannya akan mahal. Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi:

- 1) Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
- 2) Listrik untuk Pengolahan Limbah
- 3) Listrik untuk Penerangan

1) Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas

Pengolahan air kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan keperluan pengolahan air tertera pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Daya yang dibutuhkan untuk Peralatan Proses

Tabel 4.1. Kebutuhan Listrik pada Proses dan Utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Daya (HP)	Total Daya (HP)	kW
Pompa Tanki Benzil Klorida	P-01	1	0,75	0,75	1,006
Pompa Air Proses	P-02	1	0,75	0,75	1,006
Pompa Reaktor	P-03	1	2	2	2,682
Pompa Dekanter	P-04	1	1,5	1,5	2,012
Pompa Distilasi	P-05	1	0,75	0,75	1,341
Pompa Kondensor 1	P-06	1	0,5	0,5	0,671
Pompa Reboiler 1	P-07	1	0,5	0,5	0,671
Pompa <i>Recycle</i>	P-08	1	0,5	0,5	0,671
Pompa Air Limbah	P-09	1	0,75	0,75	1,006
Motor Agitator	R-01	1	5	5	6,705
Pompa Air Sungai	-	10	2	20	26,820
Pompa Air Sanitasi	-	10	1	10	13,410
Pompa Make Up Air	-	5	1	5	6,705
Total				48	35,794

2) Kebutuhan Listrik untuk Pengolahan Limbah

Kebutuhan listrik untuk pengolahan limbah diperkirakan = 25 HP.

Kebutuhan = listrik proses dan listrik utilitas + listrik pengolahan limbah

$$= 48 + 25$$

$$= 73 \text{ HP}$$

Jika diketahui 1 HP = 0,7457 kW, maka power yang dibutuhkan, yaitu:

$$\text{Power} = 73 \times 0,7457 = 54,436 \text{ kW}$$

3) Kebutuhan Listrik untuk Penerangan

Besarnya kebutuhan energi cahaya atau luas berbeda – beda tiap ruangan, tergantung kebutuhan efisiensi penggunaan cahaya. Kebutuhan lumen dapat dilihat berdasarkan perhitungan berikut:

Tabel 4.2. Kebutuhan Lumen

No.	Jenis Bangunan	Luas (m ²)
1	Pos Keamanan	150
2	Taman	500
3	Tempat Parkir	600
4	Ruang Control	300
5	Gudang	265
6	Kantor	900
7	Masjid	150
8	Kantin	100
9	Poliklinik	125
10	Laboratorium	280
11	Denah Proses	1.000
12	Bengkel	300
13	K3 & Fire Safety	230
14	Area Pengembangan	200
15	Daerah Utilitas	500
16	Perpustakaan	200
17	Unit Pengolahan Limbah	200
18	Area Perluasan	4.000
Total		10.000

Keterangan: (*) area di luar bangunan

- Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu LED phillips 10 watt. Besar lumen lampu LED philips adalah 1020 Lumen (Phillips, 2022).

Jumlah Lumen di dalam ruangan = 1139627,913 Lumen Jumlah lampu yang dibutuhkan = $\frac{1139627,913 \cdot 1020}{1020} = 1.117$ buah

- Untuk halaman, jalan, tempat parkir digunakan lampu TL phillips 36 watt. Lumen output tiap lampu adalah 2850 Lumen (Phillips, 2022). Maka, jumlah lampu yang dibutuhkan adalah:

$$\text{Jumlah lampu yang dibutuhkan} = \frac{441319,9}{2850} = 155 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \text{Total daya penerangan} &= (10 \times 1.117) + (36 \times 155) \\ &= 11.1170 \text{ W} + 5.580 \text{ W} = 16.753 \text{ W} \\ &= 17,753 \text{ kW} \end{aligned}$$

4) Kebutuhan Listrik untuk Pendingin

Direncanakan menggunakan Panasonic PU12XKJ AC Split 1,5 PK Inverter dengan daya listrik 950 watt. AC tersebut dapat digunakan untuk ruangan seluas 32 m² dan AC yang dibutuhkan sebanyak 65 buah.

$$\begin{aligned} \text{Daya AC} &= 65 \times 950 \text{ watt} \\ &= 61.750 \text{ watt} \\ &= 61,75 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan listrik} &= \text{listrik penerangan} + \text{listrik AC} \\ &= 17,753 \text{ kW} + 61,75 \text{ kW} \\ &= 78,503 \text{ kW} \end{aligned}$$

5) Kebutuhan Listrik untuk Bengkel, Laboratorium, dan Instrumentasi

Listrik untuk bengkel, laboratorium, dan instrumentasi diperkirakan 15 kW. Listrik untuk alat – alat elektronika diperkirakan 30 kW.

$$\text{Total kebutuhan listrik seluruhnya} = (54,436 + 78,503 + 15 + 30) \text{ kW} = 177,939 \text{ kW}$$

6) Generator

Untuk memenuhi kebutuhan listrik tersebut, maka digunakan generator yang merupakan sumber energi listrik cadangan apabila listrik dari PLN mengalami gangguan. Generator yang digunakan memiliki efisiensi 80% (Perry, 1985).

$$\text{Input generator} = 177,939 / 0,80 = 222,424 \text{ kW}$$

Ditetapkan input generator sebesar 500 kW, sehingga untuk keperluan lain masih tersedia:

$$\text{Sisa} = 500 - 222,424 \text{ kW} = 277,576 \text{ kW}$$

4.3. Unit Pengadaan Steam

Steam yang digunakan sebagai pemanas adalah steam jenuh (*saturated steam*) *medium pressure*, berdasarkan Smith (2001) dengan spesifikasi:

$$T = 250^{\circ}\text{C}$$

$$P = 3.977,6 \text{ kPa}$$

$$H \text{ saturated vapor} = 2.800,4 \text{ kJ/kg}$$

$$H \text{ saturated liquid} = 1.085,8 \text{ kJ/kg}$$

$$H \text{ evaporated} = 1.714,7 \text{ kJ/kg}$$

Kebutuhan Boiler Feed Water (BFW):

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan BFW saat start up} &= \text{Total steam} \\ &= 4.520,57 \text{ m}^3 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan BFW saat normal operasi} = 4.520,57 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

$$\text{Kebutuhan BFW saat start up (umpan boiler)} = 4.520,57 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

$$\text{Make up air} = 4.520,57 \text{ m}^3 / \text{hari} \times 10\% = 452,057 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Kondensat} &= 100\% - \% \text{ make up air} \\ &= 100\% - 10\% \\ &= 90\% \end{aligned}$$

4.4. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Unit pengadaan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada boiler dan generator. Untuk keperluan operasi boiler dan generator listrik AC digunakan bahan bakar.

- Jenis bahan bakar = Solar
- *Heating Value* = 19,440 Btu/lb
- Efisiensi = 80%
- Densitas = 54,26 lb/ft³
- Specific gravity = 0,8691
- Kapasitas input generator = 500 kW = 500 kWh x 56,8699 Btu/menit x 60 menit/jam = 1.706.095,8 Btu/jam
- Kebutuhan solar = 1.706.095,8 Btu/jam / (0,8691 x 0,8 x 19.440 Btu/lb) = 126,226 lb/jam = 57,255 kg/jam

4.5. Unit Penyedia Udara Instrumen dan udara Tekan (Instrument air System)

Unit penyedia udara tekan digunakan untuk menjalankan instrumentasi seperti valve serta untuk pembersihan peralatan pabrik. Udara instrumen bersumber dari udara di lingkungan 32 pabrik, hanya saja dinaikkan tekanannya menggunakan kompresor dengan pipa sebagai alat pendistribusiannya.

Udara disaring dengan penyaring udara kemudian ditekan dengan kompresor. Setelah dari kompresor, udara kemudian dilewatkan ke dalam tangki silika gel untuk menghilangkan uap air yang terbawa sehingga diperoleh udara kering. Kemudian udara kering ditampung dalam tangki udara tekan.

4.6. Laboratorium

Keberadaan laboratorium dalam suatu pabrik sangat penting untuk menunjang kelancaran proses produksi dan mengendalikan mutu hasil produksi. Peran penting lainnya dari laboratorium adalah mengendalikan tingkat pencemaran lingkungan, baik yang diakibatkan oleh limbah gas maupun limbah cair. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku, analisa proses dan analisa kualitas produk. Laboratorium melaksanakan tugasnya 24 jam sehari dalam kelompok kerja shift dan nonshift. Program kerja laboratorium secara umum meliputi:

- a. Menganalisa bahan baku dan bahan penunjang yang akan digunakan
- b. Menganalisa produk yang akan dipasarkan
- c. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi
- d. Memeriksa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik

Kelompok non-shift bertugas pada hari kerja dengan tugas-tugas utama meliputi melakukan analisa khusus yang sifatnya tidak rutin, menyediakan reagen kimia yang diperlukan oleh laboratorium, melakukan analisa terhadap limbah pabrik setiap jangka waktu tertentu dan melakukan penelitian untuk menjaga kelancaran proses produksi. Kelompok shift bertugas melakukan analisa rutin terhadap proses produksi yang berlangsung 24 jam sehari dalam 3 shift.

4.7. Unit Pengolahan Limbah

Unit ini merupakan salah satu unit yang harus disediakan oleh suatu pabrik. Limbah yang dihasilkan oleh pabrik benzil alkohol adalah toluene. Pengolahan limbah berdasarkan pada jenis buangannya:

- **Pengolahan Limbah Cair**

1. **Oily Water dari Mesin Proses**

Oily water berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat lain. Pemisahan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak di bagian atas dialirkan ke penampungan minyak untuk kemudian dibakar di dalam tungku pembakar, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke IPAL.

2. **Air buangan sanitasi**

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet kawasan pabrik dan perkantoran. Pengolahannya dengan cara dikumpulkan dan diolah dalam unit sanitasi dengan menggunakan lumpur aktif dan desinfektan Na-hipoklorit. Selanjutnya, limbah dialirkan menuju IPAL.

3. **Air sisa proses**

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi mengandung NaOH dan H_2SO_4 yang kemudian dinetralkan dalam kolam penetralan dengan HCl dan NaOH hingga pH mencapai sekitar 6,5 – 7, serta mengandung O_2 minimal 3 ppm. Air yang netral lalu selanjutnya dialirkan ke IPAL.

4.8. Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup

Prinsip dasar penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada suatu perusahaan adalah keselamatan, keamanan dan kesehatan bagi manusia, alat (proses) serta lingkungan sekitar. Hal ini menjadi prioritas utama agar proses dapat berlangsung dengan baik tanpa terjadinya kecelakaan kerja yang dapat mengakibatkan kerugian bagi manusia, alat (proses) serta lingkungan sekitar.

Pedoman keselamatan kerja dibuat untuk memberikan informasi yang lengkap tentang tata tertib dalam bekerja secara baik dan benar, agar kesehatan dan keselamatan para karyawan selama melaksanakan tugasnya terjamin sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan oleh pihak pabrik berdasarkan peraturan yang ditetapkan oleh Departemen tenaga Kerja.

Untuk mewujudkan keselamatan dalam bekerja, maka setiap karyawan (terutama yang bekerja di bagian produksi dan keteknikan) sebelum melaksanakan tugasnya memperoleh bimbingan antara lain:

1. Pembinaan kesadaran akan pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Pengendalian mengenai penggunaan peralatan keamanan, keselamatan dan kesehatan kerja.
3. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat-alat kerja dan pendukung keamanan secara berkala.
4. Penggunaan setiap peralatan kerja sesuai dengan fungsinya masing-masing.
5. Karyawan harus senantiasa memperhatikan papan-papan peringatan dan tanda-tanda terjadinya bahaya.
6. Pembuatan izin kerja (*safety working permit*) sebelum melaksanakan pekerjaan.

Faktor penyebab kecelakaan kerja dapat bersumber dari unsure manusia, lingkungan serta budaya kerja. Bila kecelakaan kerja terjadi, baik pihak karyawan maupun perusahaan sama-sama mengalami kerugian, begitu juga dengan lingkungan sekitar pabrik, di mana proses pencemaran lingkungan mungkin terjadi akibat kondisi ini. Hal ini akan mengimbas pada terhambatnya usaha peningkatan efisiensi produksi. Oleh karena itu, peraturan-peraturan yang mengatur tentang keselamatan dan kesehatan kerja wajib ditaati oleh seluruh karyawan dengan dukungan penuh dari pihak perusahaan.

Karyawan yang memasuki area pabrik diwajibkan mengenakan alat pelindung diri untuk meminimalkan risiko jika terjadi kecelakaan kerja. Alat pelindung diri tersebut antara lain:

- Alat pelindung mata dan muka, yang terdiri dari:
 - a. Goggles: kacamata tertutup untuk melindungi mata dari debu dan gas yang berbahaya
 - b. Full Mask: masker yang dilengkapi dengan adsorben untuk menyerap gas organik dan debu, untuk melindungi mata dan hidung
 - c. *Little Mask*: Kain tebal penutup hidung untuk menghindari debu dan gas
- Alat pelindung kepala berupa helm baja atau fiberglass, yang berfungsi melindungi kepala dari kemungkinan terkena jatuhnya benda keras dari elevasi tertentu.
- Alat pelindung telinga berupa ear plug atau ear muff, yang berfungsi meredam intensitas bunyi yang ada di pabrik.
- Alat pelindung badan, terdiri dari:
 - a. Sarung Tangan: berfungsi melindungi telapak tangan saat kita bekerja dari panas, sengatan listrik dan lainnya

- b. *Wearpack*: berfungsi melindungi seluruh badan saat bekerja dari bahaya panas dan lainnya
- c. *Safety Shoes*: berfungsi melindungi kedua kaki dari kejatuhan benda keras saat bekerja