

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES

Sebagai bagian esensial dalam menjamin kelancaran proses produksi di pabrik, fasilitas pendukung proses yang juga dikenal sebagai unit utilitas memiliki peran vital. Di pabrik propanon, fasilitas ini berfungsi untuk menunjang berbagai tahapan operasional secara menyeluruh. Bagian utilitas meliputi:

1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Unit ini bertanggung jawab untuk menyediakan dan mengolah air guna memenuhi berbagai kebutuhan, antara lain

- a. Air pendingin untuk sistem pendinginan proses.
- b. Air konsumsi umum dan sanitasi bagi pekerja dan fasilitas pabrik.
- c. Air umpan boiler.

2. Unit Pengadaan *Steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas untuk *vaporizer, furnace, dan reboiler*.

3. Unit Pengadaan Udara Tekan

Unit ini bertugas untuk menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatic*, untuk penyediaan udara tekan di bengkel dan untuk kebutuhan umum lainnya.

4. Unit Pengadaan Listrik

Fasilitas ini berfungsi menyediakan pasokan listrik yang dibutuhkan sebagai sumber tenaga penggerak bagi peralatan proses, peralatan utilitas, perangkat elektronik, alat-alat listrik, sistem pendingin ruangan (AC), hingga kebutuhan penerangan. Sumber listrik utama berasal dari PLN, dengan dukungan generator sebagai cadangan apabila terjadi gangguan pada pasokan listrik dari PLN.

5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Fasilitas ini berperan dalam penyediaan bahan bakar yang diperlukan untuk mengoperasikan generator dan boiler, guna memastikan kelangsungan operasional pabrik secara efisien.

6. Laboratorium

Laboratorium memiliki peran penting dalam melakukan analisis dan pengujian terhadap bahan baku, produk antara, dan produk akhir, serta bertanggung jawab dalam memantau kualitas lingkungan di sekitar area pabrik.

7. Unit Pengolahan Limbah

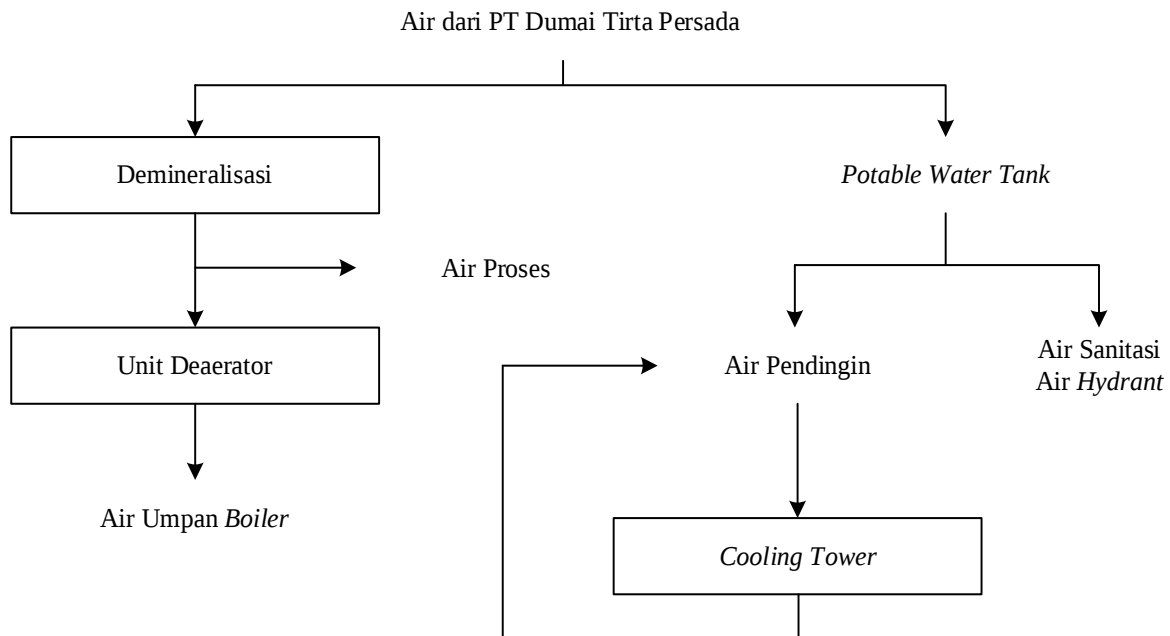
Fasilitas ini berfungsi untuk mengolah limbah sanitasi serta air limbah yang dihasilkan dari proses produksi, guna menjaga kepatuhan terhadap standar lingkungan dan memastikan pembuangan limbah yang aman..

8. Unit Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Unit K3 adalah singkatan dari Keselamatan dan Kesehatan Kerja, yaitu bagian atau divisi di suatu perusahaan atau industri yang bertanggung jawab untuk menjaga keselamatan para pekerja.

4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

4.1.1 Sistem Pengadaan Air



Gambar 4.1 Diagram Alir Pengolahan Air

Pasokan air untuk kebutuhan operasional pabrik ini disediakan oleh PT Dumai Tirta Persada (DTP) dan telah disesuaikan dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Air bersih dimanfaatkan untuk keperluan pendinginan, sanitasi, serta sistem *hydrant*. Sementara itu, air proses menggunakan air denim, dan untuk keperluan umpan *boiler*, air denim terlebih dahulu diolah melalui proses dearasi agar memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan oleh sistem *boiler*. Setelah melalui tahapan pengolahan, air dialirkan ke *cooling tower* untuk didaur ulang dan digunakan kembali. Secara umum, tahapan pengolahan air ditampilkan pada Gambar 4.1 di atas.

4.1.2 Deskripsi Pengolahan Air

Air yang diperoleh dari PT DTP akan disimpan terlebih dahulu dalam dua jenis tangki, yaitu *portable water tank* dan *demineralized water tank*, sebelum digunakan untuk berbagai kebutuhan operasional pabrik.

1. *Portable Water Storage Tank* berfungsi sebagai penampung air yang digunakan untuk keperluan sanitasi, sistem *hydrant*, dan pendingin.
2. *Demineralized Water Tank* digunakan untuk menghasilkan air demin yang diperlukan dalam proses produksi steam. Proses ini melibatkan penghilangan mineral-mineral seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{4-} , Cl^- , dan lain-lain dengan menggunakan resin. Hasilnya adalah air bebas mineral yang kemudian digunakan sebagai air umpan ketel (*Boiler Feed Water*).
3. Unit Deaerasi merupakan tempat di mana air umpan boiler ditampung dan diolah untuk menghilangkan gas-gas terlarut, terutama O_2 dan CO_2 . Gas CO_2 dapat bereaksi dengan logam besi (Fe) dan membentuk senyawa padat seperti Fe_2O_3 dan $\text{Fe}(\text{OH})_2$, yang dapat mengendap dan memicu terjadinya korosi pada sistem boiler.

4.1.3 Kebutuhan Air

Kebutuhan air di pabrik propanon ini meliputi berbagai jenis, seperti air untuk pendingin, air umpan boiler, dan air untuk sanitasi.

1. Kebutuhan Air Pendingin

Total kebutuhan air untuk pendingin = 47.604,6082 kg/jam

$$\text{Jumlah air yang dibutuhkan} = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{\text{Densitas Air}}$$

$$= \frac{47.604,6081 \text{ kg/jam}}{996,233 \text{ kg/m}^3} = 47,78 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Asumsi penguapan air adalah 10%, maka kebutuhan air *make up* adalah 10% yang menjadikan total kebutuhan air pendingin adalah 110%

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan total air untuk pendingin} &= 110\% \times 47,78 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 52,563 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 1261,513 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

2. Kebutuhan Air Umpan Boiler (*Penyediaan Steam*)

$$\text{Total kebutuhan air umpan boiler} = 2.409,790621 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Densitas air pada } 30^\circ\text{C} = 995,680 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah air yang dibutuhkan} &= \frac{\text{Kebutuhan Air}}{\text{Densitas Air}} \\ &= \frac{2.409,790632 \text{ kg/jam}}{995,680 \text{ kg/m}^3} = 2,420246 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan air untuk steam} = 2,420246 \text{ m}^3/\text{jam} = 58,085906 \text{ m}^3/\text{hari}$$

3. Kebutuhan Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang digunakan untuk berbagai kebutuhan, seperti di laboratorium, perkantoran, untuk air minum, dan keperluan lainnya. Air sanitasi dan air umum harus memenuhi beberapa persyaratan, di antaranya memiliki suhu normal, tidak berbau, tidak berasa, serta berwarna jernih atau tidak berwarna. Selain itu, air ini juga harus bebas dari zat beracun, zat organik maupun anorganik, dan bakteri, terutama bakteri patogen.

Kebutuhan air untuk sanitasi dan kebersihan dapat dihitung dengan memperkirakan kebutuhan minimal air yang dikaitkan dengan standar kesehatan dasar dan kebersihan, yang menurut *World Health Organization (WHO)* adalah 50 liter per orang per hari.

Kebutuhan sanitasi meliputi:

a. Air untuk Karyawan

Kebutuhan air untuk karyawan sebesar 50 L/orang/hari, dengan jumlah karyawan sebanyak 89 orang.

$$\text{Jumlah karyawan} = 89 \text{ orang}$$

$$\text{Kebutuhan air karyawan} = 89 \times 50 \text{ liter/hari}$$

$$= 4.450 \text{ liter/hari}$$

$$= 4,45 \text{ m}^3/\text{hari}$$

b. Air untuk Laboratorium dan Taman

Diperkirakan sebanyak 20% kebutuhan karyawan

Kebutuhan air laboratorium dan taman = 20% x Kebutuhan karyawan

$$= 20\% \times 4,45 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,89 \text{ m}^3/\text{hari}$$

c. Air untuk pemadam kebakaran dan Lain – Lain (*Service Water*)

Air untuk kebutuhan pemadam dan *service water* diperkirakan sebanyak

140% kebutuhan air I dan II (sanitasi dan laboratorium)

Kebutuhan *service water* = 140% x 4,45 + 0,89 m³/hari

$$= 7,476 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jumlah kebutuhan air sanitasi = (4,45 + 0,89 + 7,476) m³/hari

$$= 12,816 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jadi, total kebutuhan air untuk pabrik ini adalah sebagai berikut:

a. Total kebutuhan air yang digunakan saat operasi

Total = air pendingin + air umpan boiler + air sanitasi

$$= (1261,513 + 58,0859 + 12,816) \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 1332,4149 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Faktor keamanan = 20%

Dikarenakan eksese kebutuhan air 20% menjadikan total kebutuhan air yakni

120% dari kebutuhan normal sehingga total kebutuhan air sebagai berikut:

Total kebutuhan air = 120% x Kebutuhan Normal

$$\text{Total kebutuhan air} = 120\% \times 1332,4149 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Total kebutuhan air} = 1598,8978 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4.2 Unit Pengadaan Listrik

Sumber tenaga listrik untuk pabrik ini direncanakan akan berasal dari:

- Suplai dari Perusahaan Listrik Negara (PLN).
- Pembangkit tenaga listrik *Generator Set*, sebagai cadangan.

Kebutuhan listrik untuk pabrik aseton meliputi:

- a. Listrik untuk keperluan proses, utilitas, dan pengolahan limbah.
- b. Kebutuhan listrik untuk penerangan dan AC.
- c. Kebutuhan listrik untuk bengkel, laboratorium, dan instrumentasi.

A. Listrik untuk Keperluan Proses, Utilitas, dan Pengolahan Limbah

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses dapat diperkirakan melalui tabel berikut:

1. Keperluan Proses

Tabel 4.1 Kebutuhan Listrik untuk Proses

Nama Alat	Kode	Jumlah	HP	Total HP
Pompa <i>Feed</i> IPA	P-01	1	0,250	0,250
Pompa Umpan HE-01	P-02	1	0,250	0,250
Pompa Umpan HE-02	P-03	1	0,250	0,250
Pompa Refluks Distilasi 1	P-04	1	0,250	0,250
Pompa Umpan Distilasi 2	P-05	1	0,250	0,250
Pompa Refluks Distilasi 2	P-06	1	0,250	0,250
Total		6	1,500	1,500

2. Kebutuhan Listrik untuk Utilitas

Tabel 4.2 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas

Nama Alat	Jumlah	HP	Total HP
Pompa Umpan Air Pendingin	1	2	2
Pompa Air Sanitasi	1	2	2
Pompa Kompresor Udara Tekan	2	100	200
Pompa Unit Air Pendingin	2	1	2
Pompa Unit Deaerator	1	2	2
Pompa Unit Demineralisasi	1	2	2
Pompa Unit <i>Hydrant</i>	4	1	4
Total	18	124	214

3. Kebutuhan untuk Pengolahan Limbah

Kebutuhan listrik untuk pengolahan limbah diperkirakan = 25 HP

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan} &= \text{listrik proses} + \text{listrik utilitas} + \text{listrik pengolahan limbah} \\ &= 1,500 + 214 + 25 \\ &= 240,5 \text{ HP}\end{aligned}$$

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

$$\text{Power} = 240,5 \times 0,7457 = 179,340 \text{ kWatt}$$

B. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dan AC

1. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan

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

Tabel 4.3 Kebutuhan Lumen

No	Jenis Bangunan	Luas (m ²)	Lux (Lumen/m ²)	Lumen (lm)
1	Pos Keamanan	20	150	3000
2	Ruang Control	140	500	70.000
3	Gudang Bahan Baku	300	100	30.000
4	Gudang Logistik	95	100	9500
5	Kantor	700	350	245.000
6	Musholla	120	150	18.000
7	Kantin	90	200	18.000
8	Klinik	80	250	20.000
9	Laboratorium	150	500	75.000
10	Unit Proses	1.500	200	300.000
11	Bengkel	200	200	40.000
12	K3 & Fire Safety	150	200	30.000
13	Daerah Utilitas	600	200	120.000
14	Perpustakaan	35	300	10.500

15	UPL	250	200	50.000
16	Taman*	400	50	20.000
17	Tempat Parkir*	450	60	27.000
18	Gedung Serbaguna	150	200	30.000
19	Unit Penyimpanan Produk	500	100	50.000
20	Koperasi	70	500	35.000
21	Area Perluasan*	4.000	50	200.000
Total		10000		1.401.000

Keterangan: (*) area di luar bangunan

- Untuk semua area *indoor* direncanakan menggunakan lampu LED Philips 19 W yang memiliki 2300 lumen (www.philips.co.id) maka dapat dihitung kebutuhan lampu dalam ruangan adalah sebagai berikut.

$$\text{Jumlah Lumen di dalam ruangan} = 1.154.000 \text{ lm}$$

$$\text{Jumlah lampu yang dibutuhkan} = \frac{1.154.000}{2300} = 502 \text{ buah}$$

- Untuk area *outdoor* menggunakan lampu LED Philips 50 W yang memiliki 4500 lumen (www.philips.co.id) maka dapat dihitung kebutuhan lampu luar ruangan adalah sebagai berikut.

$$\text{Jumlah lampu yang dibutuhkan} = \frac{247.000}{4500} = 55 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \text{Total daya penerangan} &= (19 \times 502) + (50 \times 55) \\ &= 12.288 \text{ W} = 10,3911 \text{ kW} \end{aligned}$$

2. Kebutuhan Listrik untuk *Air Conditioner* (AC)

Direncanakan menggunakan Panasonic XPU12XKJ AC *Spilt* 1,5 PK *Inverter* dengan daya listrik 950 watt. AC tersebut dapat digunakan untuk ruangan seluas 22 m² (www.selka.id). Total ruang yang membutuhkan AC yakni dapat dijabarkan sebagai berikut.

$$\text{Jangkauan AC} = 22 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas area yang membutuhkan AC} = 2370 \text{ m}^2$$

$$\text{Kebutuhan unit AC} = \text{Total ruang yang membutuhkan AC} / \text{Jangkauan AC}$$

$$= 2600 \text{ m}^2 / 22 \text{ m}^2$$

$$= 119 \text{ unit}$$

$$\text{Daya AC} = \text{Kebutuhan unit AC} \times \text{Daya}$$

$$= 119 \times 950 \text{ Watt}$$

$$= 113.050 \text{ Watt}$$

$$= 113,05 \text{ kWatt}$$

$$\text{Total kebutuhan listrik} = \text{listrik penerangan} + \text{listrik AC}$$

$$= 10,3911 \text{ kW} + 113,05 \text{ kW}$$

$$= 123,441 \text{ kW}$$

C. Kebutuhan Listrik untuk Bengkel, Laboratorium, dan Instrumentasi

Listrik untuk bengkel, laboratorium, dan instrumentasi diperkirakan 15 kW.

Listrik untuk alat – alat elektronika diperkirakan 30 kW.

$$\text{Total kebutuhan listrik} = 179,340 \text{ kW} + 123,441 \text{ kW} + 15 \text{ kW} + 30 \text{ kW}$$

$$= 347,781 \text{ kW}$$

Faktor keamanan 10%, maka:

$$\text{Total kebutuhan listrik} = 110\% \times 347,781 = 382,559 \text{ kW}$$

D. 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%.

$$\text{Input generator} = 382,559 \times 0,80 = 306,047 \text{ kW}$$

$$= 306,047 \text{ kW} \times \frac{0,95 \text{ Btu/s}}{1 \text{ kW}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ jam}} = 1.046.681,999 \text{ Btu/jam}$$

Ditetapkan input generator sebesar 1000 kW, sehingga untuk keperluan lain masih tersedia:

$$\text{Sisa} = 1000 - 306,047$$

$$= 693,952 \text{ kW}$$

- Spesifikasi Generator

Tipe : AC Generator

Kapasitas : 1000 kW

Tegangan : 220/360 volt

Efisiensi : 80%

Frekuensi : 50 Hz

Phase : 3 *Phase*

Jumlah : 1 buah

Bahan Bakar : Solar

- Spesifikasi Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar : Solar

Heating Value : 18.848 Btu/lb

Densitas : 49,83 lb/ft³

Efisiensi : 80%

Spesific Gravity : 0,8691

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas Generator} &= 1000 \text{ kW} \times \frac{0,95 \text{ Btu/s}}{1 \text{ kW}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ jam}} \\ &= 3.420.000 \text{ Btu/jam}\end{aligned}$$

$$\text{Kapasitas Bahan Bakar} = \frac{3.420.000 \text{ Btu/jam}}{0,8 \times 0,8691 \times 18.848} = 260,976 \text{ lb/jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Solar} &= \frac{\text{Massa Solar}}{\text{Densitas}} \\ &= \frac{260,976 \text{ lb/jam}}{49,83 \text{ lb/ft}^3} = 5,237 \text{ ft}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Berdasarkan data pemadaman di Indonesia pada *System Average Interruption Duration Index (SAIDI)* yakni terjadi selama 2,8 jam/tahun, maka dapat dihitung perkiraan kebutuhan bahan bakar sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Solar} &= 5,237 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 2,8 \text{ jam/tahun} \\ &= 14,663 \text{ ft}^3/\text{tahun}\end{aligned}$$

4.3 Unit Pengadaan *Steam*

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

$$T = 200^\circ\text{C}$$

$$P = 1.554 \text{ kPa}$$

$$H \text{ saturated vapor} = 2790,9 \text{ kJ/kg}$$

$$H \text{ saturated liquid} = 852,4 \text{ kJ/kg}$$

$$H \text{ evaporated} = 1.938,6 \text{ kJ/kg}$$

Kebutuhan *Boiler Feed Water* (BFW):

$$\text{Kebutuhan BFW saat operasi} = 58,085 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Faktor keamanan suplai} = 20\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan total} &= 120\% \times \text{kebutuhan total steam} \\ &= 120\% \times 58,085 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 69,702 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Fasilitas penyedia bahan bakar memiliki peran utama dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar untuk berbagai peralatan proses, seperti furnace dan boiler. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar cair, yaitu gas alam yang disuplai oleh PGN (Perusahaan Gas Negara). Pemilihan bahan bakar cair ini didasarkan pada kemudahan dalam memperoleh pasokan dan ketersediaannya yang berkelanjutan. Bahan bakar solar digunakan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar boiler dan generator dengan kebutuhan sebesar 5,237 ft³/jam. Bahan bakar ini diperoleh dari PT Pertamina atau distributor.

Perhitungan kebutuhan bahan bakar:

$$\text{Net Heating Value} = 850 \text{ Btu/ft}^3$$

Kebutuhan Bahan Bakar:

$$vf = \frac{Q}{f \times \eta}$$

Keterangan:

$$Q = \text{Kapasitas Boiler}$$

$$f \text{ (Btu/jam)} = \text{Net Heating}$$

$$\text{Value (Btu/scf)} \eta = \text{Efisiensi}$$

$$\text{Boiler (80\%)} vf = \text{Laju Alir}$$

Volumetric (scf/jam) maka, kebutuhan bahan bakarnya:

$$Q = 5.218.779,271 \text{ kJ/jam} = 4.946.448,341 \text{ Btu/jam}$$

$$vf = \frac{5.218.779,271}{850 \times 0,8} = 4.991,792 \text{ scf/jam}$$

4.5 Unit Pengadaan Udara Tekan

Fasilitas penyedia udara tekan berfungsi untuk mengoperasikan instrumentasi, seperti menggerakkan control valve dan untuk membersihkan peralatan pabrik. Udara yang digunakan berasal dari lingkungan sekitar pabrik, namun perlu diproses terlebih dahulu dengan menaikkan tekanannya menggunakan kompresor. Untuk memenuhi kebutuhan ini, kompresor digunakan dan udara tekan yang dihasilkan didistribusikan melalui sistem pipa-pipa.

4.6 Laboratorium

Laboratorium memegang peranan yang sangat penting dalam mendukung kelancaran proses produksi dan menjaga kualitas produk. Data yang diperoleh dari laboratorium memungkinkan pengendalian proses produksi serta memastikan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Selain itu, laboratorium juga berfungsi dalam pengendalian pencemaran lingkungan yang dihasilkan dari proses produksi.

Laboratorium mempunyai tugas pokok antara lain:

1. Berfungsi untuk mengawasi dan memastikan kualitas bahan baku serta produk yang dihasilkan, agar sesuai dengan standar yang ditetapkan.
2. Bertanggung jawab dalam memantau dan mengendalikan proses produksi dengan melakukan analisis terhadap dampak pencemaran lingkungan, seperti polusi udara, limbah cair, dan limbah padat yang dihasilkan oleh unit-unit produksi, guna mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

3. Memastikan dan mengontrol kualitas air yang digunakan dalam proses produksi, termasuk air proses, air pendingin, air umpan boiler, dan steam, agar tetap memenuhi spesifikasi yang diperlukan untuk menjaga kelancaran proses produksi. Dalam pelaksanaan tugasnya, laboratorium dibagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut:

a) Laboratorium Fisika

Bagian ini bertugas melakukan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat fisik dari bahan baku, produk, dan bahan penunjang proses produksi.

b) Laboratorium Analitis

Bagian ini berfokus pada pemeriksaan bahan baku, produk, utilitas, dan limbah untuk mengidentifikasi sifat-sifat kimianya. Analisis yang dilakukan mencakup pengamatan terhadap impurities, kandungan logam, kemurnian, dan lainnya.

c) Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Laboratorium ini bertugas untuk melakukan penelitian dan pengembangan terkait masalah-masalah yang berkaitan dengan kualitas material dan proses, dengan tujuan untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat laboratorium ini lebih bersifat tidak rutin dan lebih fokus pada penelitian inovatif untuk keperluan pengembangan.

Alat-alat utama yang digunakan di laboratorium meliputi:

1. Hydrometer

Digunakan untuk mengukur berat jenis (*specific gravity*) suatu bahan, yang penting dalam menentukan kepadatan bahan.

2. *Water Content Tester*

Berfungsi untuk menganalisis kadar air dalam produk, memastikan tingkat kelembaban yang tepat dalam bahan.

3. *Infrared Spectrophotometer (IRS)*

Digunakan untuk menganalisis kandungan mineral dalam sampel, membantu mengidentifikasi komponen kimia yang terkandung.

4. *Viscosimeter*

Digunakan untuk mengukur tingkat viskositas produk, yang penting untuk memahami aliran dan sifat fisik cairan.

5. TDS Meter

Berguna untuk mengukur jumlah total padatan terlarut (TDS) dalam larutan, yang memberi informasi tentang kualitas air atau solusi kimia.

6. pH Meter

Digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan (pH) suatu larutan, yang sangat penting dalam pengendalian kualitas.

7. *Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS)*

Memungkinkan analisis mendalam terhadap komposisi gas dan senyawa kimia dalam sampel, digunakan untuk mendeteksi jejak bahan kimia dan unsur-unsur yang sangat kecil.

4.7 Unit Pengolahan Limbah

Fasilitas ini merupakan salah satu unit yang harus disediakan oleh setiap pabrik. Limbah yang dihasilkan oleh pabrik aseton antara lain mencakup:

- a. Limbah cair
- b. Limbah gas
- c. Limbah padatan

Pengolahan limbah berdasarkan pada jenis buangannya:

1. Pengolahan Limbah Cair

a. *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.

b. 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-hypochlorite*. Selanjutnya, limbah dialirkan menuju IPAL.

c. Air Sisa Proses

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi mengandung NaOH dan H₂SO₄ yang kemudian dinetralkan dalam kolam penetralan dengan HCl dan NaOH hingga pH mencapai sekitar 6,5 – 7, serta mengandung O₂ minimal 3 ppm. Air yang netral lalu selanjutnya dialirkan ke IPAL.

2. Pengolahan Limbah Gas

Untuk mencegah pencemaran udara akibat buangan gas, seperti gas dari boiler dan absorber, penanganannya dilakukan dengan cara membangun *flare stack* atau cerobong asap dengan ketinggian tertentu sebagai saluran pembuangan asap. Hal ini dilakukan karena bahan bakar yang digunakan pada boiler adalah gas alam, yang tidak menghasilkan *fly ash* atau emisi berbahaya bagi lingkungan..

3. Pengolahan Limbah Padatan

Limbah padat yang dihasilkan sebagian besar berasal dari sampah rumah tangga, seperti kertas dan plastik. Sampah-sampah ini akan ditampung di dalam bak penampungan sampah dan selanjutnya dikirim ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Sementara itu, limbah padat berbahaya (limbah B3) akan disimpan terlebih dahulu di Tempat Pembuangan Sementara (TPS) yang menggunakan sistem tertutup untuk mencegah kebocoran limbah B3 ke tanah, air, atau lingkungan sekitar. Setelah itu, limbah B3 akan diangkut ke TPA untuk diproses lebih lanjut.

4.8 Unit Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Kesehatan dan keselamatan dalam bekerja merupakan kewajiban yang perlu dimiliki oleh setiap tenaga kerja. Guna memberikan pelayanan kesehatan dibangun sebuah klinik yang berada di lokasi pabrik. Jenis pelayanan kesehatan yang diberikan meliputi:

1. Pemeriksaan kesehatan pada karyawan baru sebelum bekerja
2. Pemeriksaan kesehatan secara berkala dua tahun sekali atau setahun sekali
3. Pelayanan kesehatan umum untuk setiap karyawan tetap, pelatihan kesehatan, dan PPPK

Prosedur keamanan dan keselamatan kerja di perusahaan ini diberlakukan dengan ketat guna menciptakan kondisi lingkungan kerja yang aman, baik, serta terlindungi

dengan baik bagi lingkungan kerja, tenaga kerja, maupun peralatan di pabrik. Berikut sistem keselamatan kerja di pabrik ini yang terdiri dari:

1. APD (Alat Pelindung Diri)

APD (Alat Pelindung Diri) atau disebut PPE (*Personal Protective Equipment*) diterapkan meliputi *safety helmet, goggle glasses, spectacle, face shield, dust mask, ear plug, gloves, safety belt, aluminium suit, full body harness, life lines, wear pack, breathing apparatus, dan safety shoes*. Penggunaan PPE disesuaikan dengan jenis pekerjaan yang dilakukan guna mencegah terjadinya *accident*. Secara umum semua pegawai di perusahaan ini minimum harus mengenakan *safety helmet, spectacle, dan safety shoes*.

2. Jenis Pengaman

Jenis pengaman merupakan peralatan guna melindungi dan mencegah terjadinya bahaya lebih lanjut terhadap tenaga kerja. Jenis pengaman antara lain seperti, *rotating unit cover* (penutup mesin yang berputar), pagar pengaman tangga pada daerah tinggi, *eyewash* dan *body shower, traffic sight, grounding and bounding, sekring, dan saklar alat pengatur tekanan, dan lainnya*.

3. Penanggulangan Kebakaran dan Sistem *Emergency*

Terdapat satuan DAMKAR (pemadam kebakaran) dan klinik di perusahaan ini yang dilengkapi dengan mobil ambulans. Selain itu, setiap orang yang berada dalam area *plant* dilarang untuk membawa ponsel seluler, rokok, korek api, atau benda lain yang dapat memicu terjadinya percikan api. Apabila terjadi keadaan darurat dan perlu untuk dilakukan penyelamatan atau evakuasi, maka seluruh tenaga kerja harus segera menuju ke *Head Account Point* (HAP) di setiap gedung. Tempat ini dipimpin oleh seorang *Building Warden* yang bertanggung jawab terhadap evakuasi keselamatan pekerja dan mencari tahu terkait peristiwa atau insiden yang terjadi melalui *Handy talkie* (HT). Jika keadaan semakin parah, maka seluruh pegawai yang telah berkumpul di setiap HAP akan bersama-sama keluar area pabrik menuju tempat bernama *Assembly Point* (AP). Langkah selanjutnya, informasi keadaan darurat akan ditangani oleh *Emergency Response Team* yang terdiri dari *Security Medical, Fireman, Auxiliary Fireman, Sift Superintendent dan Supervisor*. Diberlakukan juga pelatihan dalam penanggulangan

kebakaran dan sistem *emergency* dengan melakukan percobaan bunyi sirine setiap tiga bulan.

4. Sistem Izin Kerja

Perizinan kerja bahkan dalam keadaan darurat yang mana dikeluarkan oleh *Supervisor Area (Authorize Personal)* yang diketahui oleh *Safety Engineering*. Terdapat tiga jenis perizinan kerja di perusahaan ini, antara lain:

a) *Hot Work Permit*

Izin yang perlu dimiliki oleh pekerja dalam melakukan pekerjaan yang dapat menimbulkan panas atau nyala api, seperti pengelasan pipa atau bejana, penggunaan bor listrik, gerinda, dan lainnya.

b) *Cold Work Permit*

Izin yang perlu dimiliki oleh pekerja dalam melakukan pekerjaan yang tidak menimbulkan api, seperti penggantian *valve*, penggantian pipa, pengecekan peralatan, dan lainnya.

c) *Confined Space Entry Permit*

Izin yang perlu dimiliki pekerja dalam melakukan pekerjaan yang akan masuk ke dalam ruangan tertutup (*confined space*) seperti pengecekan pipa, pengecekan reaktor, pembersihan pipa, pembersihan reaktor, dan lainnya