

BAB IV

UNIT PENDUKUNG

Unit pendukung proses atau sering disebut unit utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik aseton adalah:

1. Unit Pengadaan Air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut:

- a. Air pendingin
- b. Air konsumsi umum dan sanitasi
- c. Air umpan *boiler*

2. Unit Pengadaan *Steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas untuk *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

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, peralatan utilitas, peralatan elektronik atau alat – alat listrik, AC, maupun penerangan. Listrik disuplai dari PLN dan disediakan generator sebagai cadangan apabila listrik dari PLN mengalami gangguan.

5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan generator dan *boiler*.

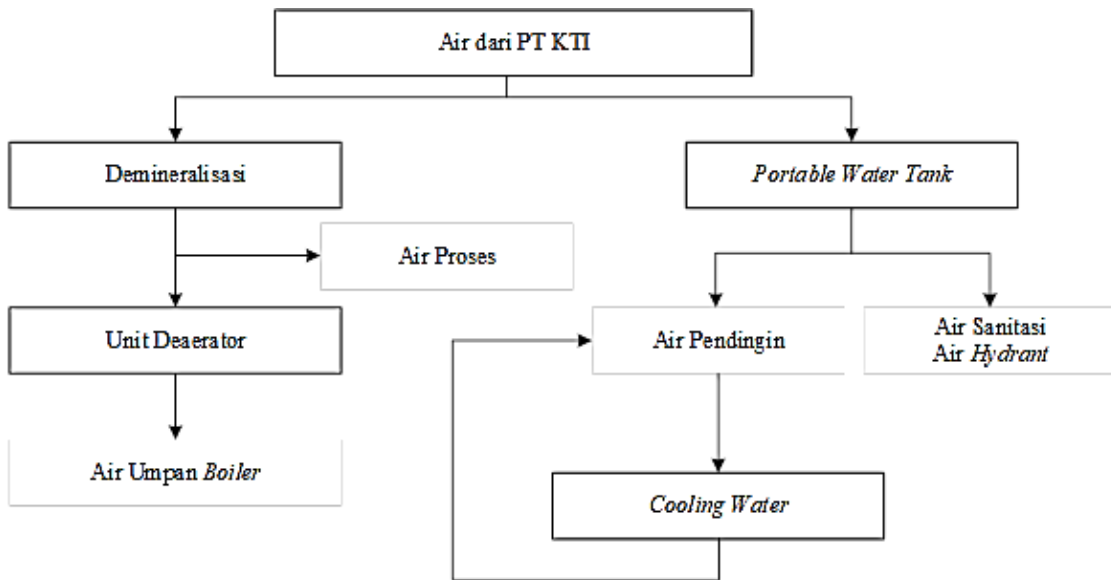
6. Unit Pengolahan Limbah

Unit berfungsi mengolah limbah sanitasi dan air limbah proses.

4.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Air yang digunakan untuk kebutuhan pabrik disuplai oleh Perusahaan Krakatau Tirta Industri (KTI) yang sesuai dengan spesifikasi air yang digunakan. Air yang dapat dijadikan air pendingin, air sanitasi, dan air *hydrant* menggunakan air bersih, sedangkan air proses menggunakan air denim dan air umpan *boiler* menggunakan air denim yang diolah terlebih dahulu melalui proses dearasi agar sesuai spesifikasi *boiler*. Setelah

melewati proses, air akan di *cooling tower* untuk digunakan kembali. Tahapan pengolahan air secara umum ditunjukkan oleh Gambar 4.1



Gambar 4.1 Tahapan Pengolahan Air

4.1.1. Deskripsi Pengolahan Air

Air yang dibeli dari PT KTI akan ditampung didalam dua buah tangki, *portable water tank*, dan *demineralized water tank*.

1. *Portable water storage tank*, berfungsi untuk menampung air yang digunakan untuk sanitasi, *hydrant*, dan pendingin.
2. *Demineralized Water Tank*, unit ini berfungsi menghasilkan *denim water* untuk memenuhi kebutuhan produksi *steam* dengan menghilangkan mineral – mineral yang terkandung didalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^- , Cl^- , dan lain – lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diperoleh lebih lanjut menjadi air umpan ketel (*Boiled Feed Water*) dan air proses.
3. Unit Deaerasi, proses berlangsung didalam deaerator atau tempat dimana air umpan *boiler* ditampung dan diolah untuk menghilangkan gas terutama O_2 dan CO_2 yang terlarut didalamnya. CO_2 dapat bereaksi dengan besi (Fe) membentuk padatan yang mengendap (Fe_2O_3 dan $\text{Fe}(\text{OH})_2$). Padatan – padatan tersebut dapat memicu terjadinya korosi.

4.1.2. Kebutuhan Air

Kebutuhan air di pabrik aseton ini terdiri dari berbagai jenis, antara lain untuk air pendingin, air umpan *boiler*, dan air sanitasi.

1. Kebutuhan Air Pendingin

$$\begin{aligned}
\text{Total kebutuhan air untuk pendingin} &= 61020.76997 \text{ kg/jam} \\
\text{Jumlah air yang dibutuhkan} &= \text{kebutuhan air} \times \text{densitas air} \\
&= 61020.76997 \times 996.233 \\
&= 60,790,904.73 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Asumsi air penguapan (10\%)} &= 10\% \times 60,790,904.73 \\
&= 6,079,090.47 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Kebutuhan make up air pendingin} &= 60,790,904.73 + 6,079,090.47 \\
&= 66,869,995.20 \text{ m}^3/\text{jam} \\
&= 1,604,879,885 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

2. Kebutuhan Air Umpan *Boiler*

$$\begin{aligned}
\text{Total kebutuhan air umpan boiler} &= 24329.4894 \text{ kg/jam} \\
&= 24.3294894 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Steam yang terkondensasi (80\%)} &= 0,8 \times 24.3294894 \\
&= 19.46359152 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Kebutuhan make up air umpan boiler} &= \text{air umpan boiler} - \text{steam yang terkondensasi} \\
&= 24.3294894 - 19.46359152 \\
&= 4.86589788 \text{ m}^3/\text{jam} \\
&= 116.7815491 \text{ m}^3/\text{jam}
\end{aligned}$$

3. Kebutuhan Air Sanitasi

Kebutuhan air sanitasi ini mengacu pada Linsley (1988) dimana terdapat beberapa perhitungan air sanitasi berdasarkan kebutuhannya:

a. Air untuk Karyawan

Kebutuhan air untuk karyawan sebesar 15 L/orang/hari

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah karyawan} &= 50 \text{ orang} \\
\text{Kebutuhan total} &= 50 \times 15 \text{ liter/hari} \\
&= 750 \text{ liter/hari} = 0,75 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

b. Air untuk tamu, kontraktor, pekerja lepas diasumsikan 50 orang

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah} &= 50 \text{ orang} \\
\text{Kebutuhan total} &= 50 \times 15 \text{ liter/hari} \\
&= 750 \text{ liter/hari} = 0,75 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

c. Air untuk Laboratorium

Diperkirakan sebanyak 2,5 m³/hari.

d. Air untuk Pembersihan dan Pemeliharaan Taman dan Lain – Lain (*Service Water*)

$$\text{Kebutuhan air bersih untuk kebersihan} = 10 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kebutuhan air sanitasi} &= (0,75 + 0,75 + 2,5 + 10) \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 14 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

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

a. Total kebutuhan air yang digunakan saat normal operasi

$$\begin{aligned} \text{Total} &= \text{air pendingin} + \text{air umpan boiler} + \text{air sanitasi} \\ &= (1,604,879,885 + 116.7815491 + 14) \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 1,604,880,016 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

b. Total kebutuhan air yang digunakan saat *start up*

$$\begin{aligned} \text{Total} &= \text{air pendingin} + \text{air umpan boiler} + \text{air sanitasi} \\ &= (1,604,879,885 + 116.7815491 + 14) \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 1,604,880,016 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

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

$$\text{Total kebutuhan air} = 320976003.1 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Air yang digunakan direncanakan akan dibeli dari PDAM.

4.2. Unit Penyedia Steam

Unit ini berfungsi untuk menyediakan *steam* yang digunakan untuk proses pemanasan pada *heat exchanger*, *evaporator*, dan *reboiler*. Agar *boiler* tetap awet diperlukan berbagai perlakuan seperti pengendalian *blow down*, penambahan inhibitor untuk menghambat kerak atau korosi, pemasangan instrument pengaman, dan penyediaan air umpan *boiler* sesuai baku mutu air umpan *boiler*.

a. Perhitungan Kapasitas *Boiler*

$$Q = 4338623.5512 \text{ kJ/jam}$$

b. Menentukan Luas Perpindahan Panas

Dari Tier & Kulla (2002), konversi panas menjadi daya adalah:

Boiler Saturated Steam

Kondisi *start up*:

$$Hp = \frac{Q}{970,3 \times 34,5} = \frac{4338623,5512}{970,3 \times 34,5} = 129,60 \text{ Hp}$$

Untuk *Water Tube Boiler*, *output* energinya mampu mencapai 19000 HP untuk satu *boiler* (Cleaver brooks, 2013). Maka jumlah *boiler* yang dibutuhkan yaitu 1 buah.

Ditentukan luas bidang pemanasan adalah 10 ft² /Hp

$$\begin{aligned} \text{Jadi total heating surface boiler} &= 10 \text{ ft}^2 /\text{Hp} \times 129,6 \text{ Hp} \\ &= 1296 \text{ ft}^2 \\ &= 6.122 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Bahan Bakar untuk *Boiler*

Bahan bakar yang digunakan oleh *boiler* dalam menghasilkan *steam* adalah natural gas. Natural gas diperoleh dari PT. Perusahaan Gas Negara Tbk (PGN). Kebutuhan natural gas diperoleh dengan perhitungan *heating value* sebagai berikut:

Data LHV (*Lower Heating Value*) masing-masing komponen natural gas ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data LHV (Lower Heating Value) pada Komponen Natural Gas (Arthur J. K, 2006)

Komponen	LHV (kJ/kg)
CH ₄	55576
C ₂ H ₆	51952
C ₃ H ₈	50370
C ₄ H ₁₀	49389
C ₅ H ₁₂	48950
C ₆ H ₁₄	48717
H ₂ S	16501

$$LHV \text{ Natural gas} = \sum_i^{xi} xi \cdot LHV_i$$

Tabel 4.2 Data LHV (Lower Heating Value) pada Komponen Natural Gas

Komponen	%Massa	LHV (kJ/kg)	LHV.xi
CH ₄	0,8850	55576	49184,76
C ₂ H ₆	0,0580	51952	3013,22
C ₃ H ₈	0,0220	50370	1108,14
C ₄ H ₁₀	0,0079	49389	391,421
C ₅ H ₁₂	0,0070	48950	342,62
C ₆ H ₁₄	0,0019	48717	92,56
H ₂ S	0,00001	16501	0,165
LHV TOTAL			54132,916

LHV natural gas = 54.132,916 kJ/kg

Bahan bakar yang dibutuhkan:

$$m = \frac{Q}{\lambda}$$

Dimana:

M = massa bahan bakar yang dipakai, kg/jam

Q = kapasitas boiler, kJ/jam

λ = Heating value, kJ.kg

Kapasitas massa bahan bakar yang diperlukan

$$m = \frac{4338623.5512}{54132,916} = 80,147 \text{ kg/jam}$$

4.3. Unit Pengadaan Bahan Bakar

a. Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar pada *Furnace*

Bahan bakar yang digunakan sebagai bahan bakar *furnace* adalah natural gas/LNG.

Pemilihan didasarkan pada pertimbangan bahwa bahan bakar lebih murah. Bahan bakar natural gas yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

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

Kebutuhan Bahan Bakar:

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

Keterangan:

Q = Kapasitas Boiler

f (Btu/jam) = Net Heating

Value (Btu/scf) η = Efisiensi

Boiler (75%) vf = Laju Alir

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

$$Q = 3154428,1038 \text{ kJ/jam} = 2989820,96157911 \text{ Btu/jam}$$

$$vf = \frac{3154428,1038}{850 \times 0,75} = 4948,122 \text{ scf/jam}$$

b. Kebutuhan Bahan Bakar untuk Utilitas

Tabel 4.3 Kebutuhan Natural Gas

Nama Alat	Kebutuhan (scf/jam)
<i>Furnace</i>	4948,122 scf/jam

c. Spesifikasi *Furnace*

Tipe : *Box and Evans*

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA 285 A*

Tipe Las : *Double Welded Butt Joined*

Lebar Dapur Pembakaran : 4 ft

Tinggi Tabung Pembakaran : 8 ft
 ID : 4,03 in
 OD : 4,5 in

4.4. Unit Pengadaan Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan digunakan untuk menjalankan instrumentasi seperti untuk menggerakkan *control valve* serta untuk pembersihan peralatan pabrik. Udara *instrument* bersumber dari udara di lingkungan pabrik hanya saja udara tersebut harus dinaikkan dengan menggunakan kompresor. Untuk memenuhi kebutuhan, digunakan kompresor dan didistribusikan melalui pipa – pipa.

4.5. Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik pada pabrik aseton ini direncanakan untuk diperoleh dari:

- a. Suplai dari Perusahaan Listrik Negara (PLN).
- b. Pembangkit tenaga listrik sendiri (*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.

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

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses dapat diperkirakan melalui tabel berikut:

1. Keperluan Proses

Tabel 4.4 Kebutuhan Natural Gas

Nama Alat	Kode	Jumlah	HP	Total HP
Pompa <i>Feed</i> Isopropil Alkohol	P-01	1	0,764	0,764
Pompa Umpan HE-01	P-02	1	0,713	0,713
Pompa Umpan <i>Furnace</i>	P-03	1	0,698	0,698
Pompa Refluks Distilasi 1	P-04	1	0,511	0,511
Pompa Refluks Distilasi 2	P-05	1	0,469	0,469
Pompa Refluks Distilasi 3	P-06	1	0,481	0,481
Total		6	3,636	3,636

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses = 291 HP = 211,779 kW

2. Kebutuhan Listrik untuk Utilitas

Tabel 4.1 Kebutuhan Natural Gas

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

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan} &= \text{listrik proses} + \text{listrik utilitas} + \text{listrik pengolahan limbah} \\ &= 3,636 + 214 + 25 \\ &= 242,636 \text{ HP} \end{aligned}$$

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

$$\text{Power} = 242,636 \times 0,7457 = 135,248 \text{ kW}$$

4.6.2. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dan AC

1. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan

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

Tabel 4.6 Kebutuhan Lumen

No.	Jenis Bangunan	Luas (m²)	Luas (ft²)	Cd/ft²	Lumen
1.	Pos Keamanan	20	215,278	10	2.152,780
2.	Taman dan Jalan*	550	5.920,151	10	59.201,510
3.	Tempat Parkir*	600	6.458,346	10	64.583,460
4.	Poliklinik	125	1.345,489	20	26.909,780
5.	Kantor	750	8.072,933	25	201.823,325
6.	Aula	400	4.305,564	25	107.638,100
7.	Kantin	95	1.022,571	20	20.451,420

8.	Pemadam Kebakaran	235	2.529,519	10	25.295,190
9.	Bengkel	335	2.605,910	10	26.059,100
10.	Gudang	265	2.852,436	15	42.786,540
11.	Laboratorium	280	3.013,895	15	45.208,425
12.	Area Proses	1100	11.840,301	30	355.209,030
13.	Control Room	225	2.421,880	15	36.328,200
14.	Utilitas	900	9.687,519	15	145.312,785
15.	Pengolahan Limbah	450	4.843,760	10	48.437,600
16.	Fire Station	100	1.076,391	15	16.145,865
17.	Mushola	45	484,376	10	4.843,760
18.	Perluasan*	3800	40.902,860	10	409.028,600
Total					1.637.415,470

Keterangan: (*) area di luar bangunan

- Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan *tube lamp* (TL) 40 watt. Berdasarkan Perrys (1988), lumen *output* tiap lampu *instant starting daylight* 40 W adalah 1960 Lumen.

Jumlah Lumen di dalam ruangan = 1.104.601,900 Lumen

Jumlah lampu yang dibutuhkan = $\frac{1.104.601,900}{1960} = 565$ buah

- Untuk halaman, jalan, tempat parkir digunakan lampu *mercury* 100 watt. Lumen *output* tiap lampu adalah 3000 Lumen. Maka, jumlah lampu yang dibutuhkan adalah:

Jumlah lampu yang dibutuhkan = $\frac{532.813,570}{3000} = 180$ buah

Total daya penerangan = (40 x 565) + (100 x 180)

= 40.600 W = 40,60 kW

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

Direncanakan menggunakan Panasonic PU12XKJ AC *Spilt* 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.

Daya AC = 65 x 950 watt

= 61.750 watt

$$\begin{aligned}
 &= 61,750 \text{ kW} \\
 \text{Total kebutuhan listrik} &= \text{listrik penerangan} + \text{listrik AC} \\
 &= 40,60 \text{ kW} + 61,750 \text{ kW} \\
 &= 102,35 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

4.6.3. Kebutuhan Listrik untuk Bengkel, Laboratorium, dan Instrumentasi

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

Listrik untuk alat – alat elektronika diperkirakan 30 kW.

$$\begin{aligned}
 \text{Total kebutuhan listrik} &= 135,248 \text{ kW} + 102,35 \text{ kW} + 15 \text{ kW} + 30 \text{ kW} \\
 &= 282,598 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Faktor keamanan 10%, maka:

$$\text{Total kebutuhan listrik} = 1,1 \times 282,598 = 310,858 \text{ kW}$$

4.6.4. 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%.

$$\begin{aligned}
 \text{Input generator} &= 310,858 / 0,80 = 388,573 \text{ kW} \\
 &= 388,573 \text{ kW} \times \frac{0,95 \text{ Btu/s}}{1 \text{ kW}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ jam}} = 1.328.919,659 \text{ Btu/jam}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \text{Sisa} &= 1000 - 388,573 \\
 &= 611,427 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

- Spesifikasi Generator

Tipe	: AC Generator
Kapasitas	: 1000 kW
Tegangan	: 220/360 volt
Efisiensi	: 80%
Frekuensi	: 50 Hz
<i>Phase</i>	: 3 <i>Phase</i>
Jumlah	: 1 buah
Bahan Bakar	: Solar

- Spesifikasi Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	: Solar
<i>Heating Value</i>	: 18.848 Btu/lb

$$\begin{aligned}
\text{Densitas} & : 49,83 \text{ lb/ft}^3 \\
\text{Efisiensi} & : 80\% \\
\text{Specific Gravity} & : 0,8691 \\
\text{Kapasitas Generator} & = 1000 \text{ kW} \times \frac{0,95 \text{ Btu/s}}{1 \text{ kW}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ jam}} \\
& = 3.420.000 \text{ Btu/jam} \\
\text{Kapasitas Bahan Bakar} & = \frac{3.420.000 \text{ Btu/jam}}{0,8 \times 0,8691 \times 18.848} = 260,976 \text{ lb/jam} \\
\text{Kebutuhan Solar} & = \frac{\text{Massa Solar}}{\text{Densitas}} \\
& = \frac{260,976 \text{ lb/jam}}{49,83 \text{ lb/ft}^3} = 5,237 \text{ ft}^3/\text{jam}
\end{aligned}$$

Berdasarkan data *System Average Interruption Duration Index* dari PT. PLN, pada tahun 2020 pemadaman yang terjadi pada daerah Banten terjadi selama 3,39 jam.

$$\begin{aligned}
\text{Kebutuhan Solar} & = 5,237 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 3,39 \text{ jam/tahun} \\
& = 17,753 \text{ ft}^3/\text{tahun}
\end{aligned}$$

4.6. Pengolahan Limbah

Unit ini merupakan salah satu unit yang harus disediakan oleh suatu pabrik.

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik aseton antara lain adalah:

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

Pengolahan limbah berdasarkan pada jenis buangnya:

4.6.1. 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 dibagian atas dialirkan ke penampungan minyak untuk kemudian dibakar didalam tungku pembakar, sedangkan air dibagian 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-hipoklorit. Selanjutnya, limbah dialirkan menuju IPAL.

- c. Air Sisa Proses

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi mengandung NaOH dan H₂SO₄ yang kemudian dinetralkan dalam kolon 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.

4.6.2. Pengolahan Limbah Gas

Untuk menghindari pencemaran udara dari bahan – bahan buangan gas yang meliputi buangan gas dari *boiler* dan absorber, maka dapat dilakukan penanganan bahan buangan tersebut dengan cara dibuat *stack/cerobong* asap dengan ketinggian tertentu sebagai alat untuk pembuangan asap, karena bahan bakar *boiler* menggunakan natural gas yang tidak menghasilkan *fly ash* atau emisi yang dapat membahayakan lingkungan.

4.6.3. Pengolahan Limbah Padatan

Limbah padat yang dihasilkan berasal dari limbah domestic. Limbah domestik berupa sampah – sampah keperluan sehari – hari seperti kertas dan plastik, sampah ditampung didalam bak penampungan sampah, selanjutnya dikirim ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Limbah padat lainnya yang berbahaya, limbah B3 disimpan terlebih dahulu di Tempat Pembuangan Sementara (TPS) yang *close system* sehingga diupayakan tidak terjadi kebocoran limbah B3 dari TPS ke tanah, air, dan lingkungan. Selanjutnya, limbah B3 akan dikirim ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

4.7. Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produksi. Dengan data yang diperoleh dari laboratorium maka proses produksi dapat dikendalikan dan kualitas produk dapat dijaga sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Disamping itu juga berperan dalam pengendali pencemaran lingkungan.

Laboratorium mempunyai tugas pokok antara lain:

1. Sebagai pengendali kualitas bahan baku dan pengendali kualitas produk.
2. Sebagai pengendali terhadap proses produksi dengan melakukan analisis terhadap pencemaran lingkungan yang meliputi polusi udara, limbah cair, dan limbah padat yang dihasilkan unit – unit produksi.
3. Sebagai pengendali terhadap mutu air proses, air pendingin, air umpan *boiler*, *steam*, dan lain – lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

Dalam pelaksanaan tugasnya, laboratorium dikelompokkan menjadi:

4.7.1. Laboratorium Fisika

Bagian ini mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat – sifat fisis bahan baku dan produk serta bahan penunjang proses.

4.7.2. Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku, produk, utilitas, dan limbah mengenai sifat – sifat kimianya. Analisis ag dilakukan diantaranya mengamati impuritas, kandungan logam, kemurnian, dan lain – lain.

4.7.3. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material terkait dengan proses untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal – hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Dalam pelaksanaan tugasnya, laboratorium dikelompokkan menjadi:

a) Laboratorium Fisika

Bagian ini mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat – sifat fisis bahan baku dan produksi serta bahan penunjang proses.

b) Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku, produk, utilitas, dan limbah mengenai sifat – sifat kimianya. Analisis yang dilakukan diantaranya mengamati impuritas, kandungan logam, kemurnian, dan lain – lain.

c) Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material terkait dengan proses untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal – hal yang baru untuk keperluan pengembangan.

Alat – alat utama yang digunakan di laboratorium antara lain:

1. *Hydrometer*

Hydrometer (Hidrometer) merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mengukur massa jenis (densitas) suatu zat cair. Nilai densitas dimaksud, dapat diketahui dengan membaca skala pada hidrometer. Unit pengukuran sebuah hidrometer umumnya dinyatakan dalam satuan g/ml (kg/liter) dan atau *specific gravity* (Sp. Gr).

Hidrometer berbentuk tabung kaca yang didesain khusus dan unik. Bagian bawah tabung dibuat lebih besar agar terjadi gaya desakan ke atas yang lebih besar. desakan gaya ke atas ini, memungkinkan hidrometer dapat tetap mengapung didalam zat air.

Kemudian, agar tabung kaca terapung tegak di dalam zat cair, maka bagian bawah tabung dibebani dengan butiran timah. Sementara bagian atas tangkai tabung hidrometer didesain dengan diameter yang lebih kecil agar perubahan kecil yang terjadi pada hidrometer yang dicelupkan, menghasilkan perubahan besar pada kedalaman tangkai yang tercelup. Lebih jelasnya, ukuran perubahan kedalaman tangkai yang tercelup itulah ukuran nilai massa jenis zat cair yang diukur.

2. *Water Content Tester*

Water Content Tester digunakan untuk menganalisa kadar air di dalam produk atau tingkat kekeringan suatu sampel. Terdapat dua cara dalam mengukur jumlah kandungan air yang terkandung dalam suatu sampel yaitu termogravimetri dan konduktometri, pada termogravimetri ini dilakukan dengan beberapa tahap yakni penimbangan, pengovenan, dan pendinginan hingga diperoleh berat yang konstan. Nilai dari kandungan air yang ditentukan dapat dilihat dari selisih berat sebelum pemanasan dan sesudahnya, lalu konduktometri ini dilakukan oleh alat *Moisture Meter*, yaitu dengan cara elektrik. Teknik pengukuran konduktometri didasarkan pada konduktivitas dan hantaran listrik. Kadar air akan berbanding linear terhadap kapasitas listrik yang anda ukur. Hantaran Listrik tersebut akan terdeteksi oleh alat yang dinamakan *detect*.

3. *Infrared Spectrofotometer (IRS)*

Spektrofotometer Infra Red merupakan alat instrumentasi yang digunakan untuk menganalisa kandungan mineral. Metode Spektroskopi inframerah dengan mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada daerah panjang gelombang $0.75 - 1.000 \mu\text{m}$ atau pada bilangan gelombang $13.000 - 10 \text{ cm}^{-1}$. Metode spektroskopi inframerah merupakan suatu metode yang meliputi teknik serapan (*absorption*), teknik emisi (*emission*), teknik fluoresensi (*fluorescence*). Komponen medan listrik yang banyak berperan dalam spektroskopi umumnya hanya komponen medan listrik seperti dalam fenomena transmisi, pemantulan, pembiasan, dan penyerapan. Penyerapan gelombang elektromagnetik dapat menyebabkan terjadinya eksitasi tingkat-tingkat energi dalam molekul. Dapat berupa eksitasi elektronik, vibrasi, atau rotasi. Prinsip kerja spektrofotometer inframerah adalah fotometri. Sinar dari sumber sinar inframerah merupakan kombinasi dari panjang gelombang yang berbeda-beda. Sinar yang melalui interferometer akan difokuskan pada tempat sampel. Sinar yang ditransmisikan oleh sampel difokuskan ke detektor. Perubahan intensitas sinar menghasilkan suatu gelombang interferens. Gelombang ini diubah menjadi sinyal oleh detektor, diperkuat oleh penguat, lalu diubah menjadi sinyal digital. Pada sistem optik,

radiasi laser diinterferensikan dengan radiasi inframerah agar sinyal radiasi inframerah diterima oleh detektor secara utuh dan lebih baik

4. *Viscosimeter*

Sebagian besar cairan memiliki beberapa resistensi terhadap gerakan, peristiwa ini disebut dengan viskositas. Sebenarnya, viskositas adalah suatu keadaan zat yang memiliki sifat kekentalan. Viskositas muncul karena adanya gerakan relatif antara lapisan fluida. Dimana, mengukur resistensi aliran yang timbul karena gesekan internal. Viskositas juga dapat sering dianggap sebagai ukuran ketebalan fluida atau ketahanannya terhadap benda yang melewatinya. Cairan yang memiliki viskositas besar mampu menahan gerakan karena gaya antar molekulnya yang kuat memberikan banyak gesekan internal, menahan gerakan lapisan yang melewati satu sama lain. Sedangkan, cairan dengan viskositas yang rendah akan mengalir dengan mudah karena susunan molekulnya menghasilkan gesekan yang sangat kecil saat bergerak.

5. *TDS Meter*

Total Dissolved Solid (TDS) merupakan sebuah indikator untuk mengukur jumlah padatan/partikel terlarut didalam air. Pengukuran tersebut dapat menggunakan alat TDS meter dengan prinsip kerja mengukur jumlah partikel padatan terlarut pada sampel yang diuji. Digunakan untuk mengukur partikel padatan terlarut. Alat tersebut dapat mengukur berapa jumlah partikel padat yang dapat larut dalam sampel dengan satuan ppm. Untuk penunjuknya berupa angka digital pada display alat ukur.

6. *pH Meter*

pH meter adalah jenis alat ukur untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu cairan, pada pH meter digital terdapat elektroda khusus yang berfungsi untuk mengukur pH bahan-bahan semi padat, elektroda (probe pengukur) terhubung sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai pH. Probe atau Elektroda merupakan bagian penting dari pH meter, Elektroda adalah batang seperti struktur biasanya terbuat dari kaca. Pada bagian bawah elektroda terdapat bohlam, bohlam merupakan bagian sensitif dari probe yang berisi sensor. Jangan pernah menyentuh bola dengan tangan dan bersihkan dengan bantuan kertas tisu dengan tangan sangat lembut. Untuk mengukur pH larutan, probe dicelupkan ke dalam larutan. Probe dipasang di lengan dikenal sebagai probe lengan

7. *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS)

GCMS (*Gas Chromatography–Mass Spectrometry*) adalah alat yang digunakan untuk menganalisa senyawa didalam sampel. Salah satu metode pemisahan kimia yang

paling utama adalah kromatografi. Senyawa-senyawa dalam yang ada dalam campuran dipisahkan di dalam kolom kromatografi. Adapun mekanisme pemisahan antara beberapa senyawa terjadi karena perbedaan harga kelarutan masing-masing dalam pelarut yang bergerak, dan perbedaan keterserapan masing-masing senyawa kepada fasa diam. Dalam kromatografi gas, fasa gerak adalah gas helium. Shimadzu menyediakan bermacam-macam fasa diam yang mengikuti sifat-sifat senyawa dalam sampel. Spektroskopi massa adalah metode untuk menganalisis senyawa murni yang sudah dipisahkan dari kromatografi gas. Senyawa yang masuk ke "inlet" MS akan dipecah-pecah dengan bombardir elektron sehingga menjadi ion-ion. Pola pemecahan molekul akan sangat bergantung pada kestabilan ikatan yang ada dalam suatu molekul. Dari pola-pola pecahan molekul ini, struktur molekul dapat diketahui