

## BAB IV

### UNIT PENDUKUNG PROSES

Unit pendukung proses atau unit utilitas merupakan unit penunjang dari suatu proses utama pabrik, utilitas ini sangat penting dalam pelaksanaan operasi dan proses (Bachtiar&Muwaffaq, 2021). Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik Sodium Sulfat Dekahidrat adalah:

#### 1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Unit ini meliputi air pendingin, air boiler untuk steam, air untuk sistem *cleaning* atau *maintenance*, air hidran untuk pemadam kebakaran, dan air sanitasi untuk rumah tangga pabrik.

#### 2. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Unit ini meliputi listrik penggerak motor listrik peralatan pabrik dan listrik untuk perkantoran dan penerangan pabrik.

#### 3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini meliputi bahan bakar *boiler*, bahan bakar motor generator listrik, dan bahan bakar pembangkit tenaga listrik (gas alam, solar).

#### 4. Unit Penyediaan Udara Bertekanan (*Instrument Air*)

Unit ini meliputi udara bertekanan untuk sistem *control pneumatic* dan proses produksi.

#### 5. Unit Pengolahan Limbah

Unit ini berfungsi mengolah limbah pabrik yang berupa padat, cair, maupun gas.

#### 6. Laboratorium

Laboratorium berfungsi untuk melakukan analisis terhadap bahan baku, produk, serta limbah. Selain itu, laboratorium juga digunakan untuk pengendalian mutu (*quality control*) agar produk yang dihasilkan memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.

### 4.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Kebutuhan air baku pada pabrik Sodium Sulfat Dekahidrat yang terlebih dahulu di *pretreatment* direncanakan berasal dari Sungai Brantas yang pengelolaannya berada di bawah kewenangan Perum Jasa Tirta I. Pemanfaatan sumber daya air tersebut mengacu pada Undang-Undang No. 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, khususnya Pasal 6 yang menyatakan bahwa sumber daya air dikuasai oleh negara dan digunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat, serta Pasal 49 ayat (1) yang menegaskan bahwa setiap orang atau badan usaha yang melakukan pemanfaatan sumber daya air wajib memperoleh izin dari pemerintah.

Selain itu, pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, khususnya Pasal 82 sampai Pasal 84 yang mengatur mengenai pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, serta kewajiban pemenuhan baku mutu lingkungan.

Dalam pelaksanaannya, pengambilan air dilakukan setelah memperoleh izin pengambilan air permukaan (SIPA) dari instansi berwenang serta rekomendasi dari Perum Jasa Tirta I. Besarnya debit air yang diambil disesuaikan dengan kebutuhan operasional pabrik dengan tetap memperhatikan ketersediaan air dan kelestarian lingkungan.

Air baku yang diperoleh akan diolah terlebih dahulu untuk memenuhi standar kualitas air, sedangkan limbah cair yang dihasilkan akan diolah melalui instalasi pengolahan air limbah (IPAL) sebelum dibuang ke badan air, sehingga memenuhi baku mutu yang ditetapkan dan tidak mencemari lingkungan.

Air bagi suatu industri adalah bahan penunjang baik untuk kegiatan langsung atau tak langsung. Menurut Setiadi (2016) penggunaan air di industri biasanya untuk mendukung beberapa sistem, antara lain:

- Sistem pembangkit uap (boiler)
- Sistem pendingin
- Sistem pemroses (air proses)
- Sistem pemadam kebakaran
- Sistem air minum

#### *Water Intake Brantas*

- Jenis : *hard water*
- pH : 7,5 – 8,5
- COD : 24,89 mg/l
- BOD : 6,5 mg/l
- Luas : 12.000 km<sup>2</sup>

(Triwanda, 2023)

#### - **Air Umpan Boiler**

Air umpan boiler memerlukan kualitas yang sesuai dengan standar yang ditetapkan untuk mencegah terjadinya korosi, pembentukan kerak, dan penurunan efisiensi operasi boiler. Baku mutu air umpan yang digunakan mengacu pada standar *American Society of Engineers (ASME)* untuk rentang tekanan 601-750 psig. Persyaratan kualitas air umpan boiler tersebut disajikan pada Tabel 4.1

**Tabel 4. 1** Spesifikasi Air Umpan Boiler

<b>Parameter</b>	<b>Satuan</b>	<b>Syarat Baku Mutu</b>
<i>Iron</i>	ppm Fe	0,025
<i>Copper</i>	ppm Cu	0,020
Total <i>hardness</i>	ppm CaCO <sub>3</sub>	0,200
<i>Silica</i>	ppm SiO <sub>2</sub>	30
Total alkalinitas	ppm CaCO <sub>3</sub>	400
Konduktivitas	$\mu\text{s/cm}$	4000

Air baku yang akan digunakan sebagai air umpan boiler diolah melalui beberapa tahapan pengolahan untuk menurunkan kandungan padatan tersuspensi, kesadahan, dan mineral terlarut yang berpotensi merusak alat. Tahapan tersebut meliputi proses sedimentasi, klasifikasi, dan demineralisasi sehingga diperoleh air dengan kualitas yang memenuhi baku mutu air umpan boiler.

Persyaratan kualitas air yang dapat digunakan dalam industri berbeda-beda tergantung kepada tujuan penggunaan air tersebut. Air yang berasal dari alam pada umumnya belum memenuhi persyaratan yang diperlukan sehingga harus menjalani proses pengolahan lebih dahulu. Sumber air pada pabrik sodium sulfat dekahidrat diperoleh dari air Sungai Brantas, Jawa Timur. Pengolahan air sungai di luar titik penggunaan air yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan impurities dilakukan dengan beberapa cara antara lain :

- Sedimentasi

Sedimentasi adalah suatu proses yang bertujuan memisahkan/mengendapkan zat-zat padat atau suspensi non-koloidal dalam air. Pengendapan dapat dilakukan dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Cara yang sederhana adalah dengan membiarkan padatan mengendap dengan sendirinya. Setelah partikel-partikel mengendap, maka air yang jernih dapat dipisahkan dari padatan yang semula tersuspensi di dalamnya.

- Klarifikasi

Proses klarifikasi bertujuan untuk menghilangkan padatan tersuspensi, baik yang kasar, halus atau bersifat koloid. Proses ini mencakup koagulasi, flokulasi dan sedimentasi yang masing-masing merupakan langkah-langkah tersendiri dengan persyaratan tertentu yang harus dipenuhi untuk memperoleh hasil yang dikehendaki.

- Aerasi

Aerasi adalah proses mekanis pencampuran air dengan udara. Tujuan aerasi adalah sebagai berikut :

- Membantu dalam pemisahan logam-logam yang tak diinginkan seperti besi (Fe) dan mangan (Mn).

- Menghilangkan gas-gas yang terlarut dalam air terutama yang bersifat korosif. Contoh gas seperti ini adalah CO<sub>2</sub> yang dapat menurunkan pH air sehingga membantu proses korosi pada logam.
- Menghilangkan bau, rasa dan warna yang disebabkan oleh mikroorganisma. Penurunan kualitas air tersebut disebabkan oleh bahan organik yang mengalami dekomposisi, sisa-sisa atau bahan-bahan hasil metabolisme mikroba.

**a. Kebutuhan Bahan Bakar Boiler**

Kebutuhan air umpan boiler akan direncanakan 120% dari total kebutuhan steam sehingga kebutuhan air umpan boiler adalah:

**Tabel 4.2** Kebutuhan Air Umpan Boiler

No	Nama Alat	Kebutuhan Steam (kg/jam)
1	Heater	13.652
	Total	13.652

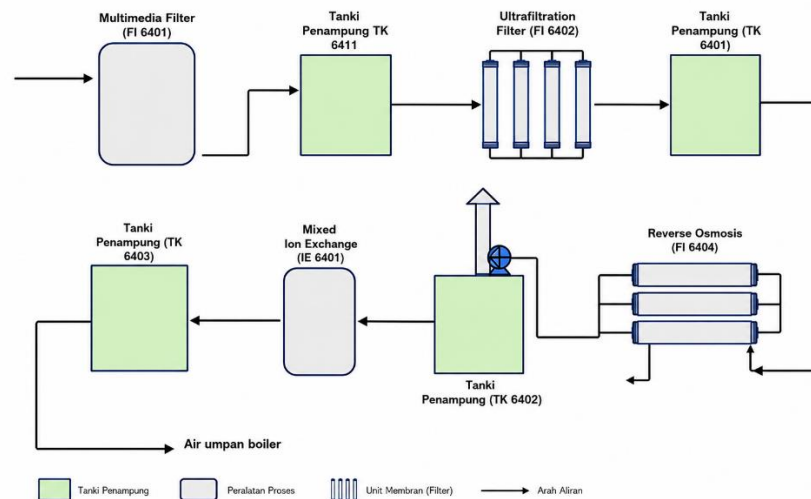
$$\text{Kebutuhan air umpan boiler} = 120\% \times 13.652 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} = 16.382 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

Jadi kebutuhan air umpan boiler yaitu sebesar 16.382 kg/jam.

**- Demineralized Water Unit**

Unit demineralisasi berfungsi untuk mengubah air jernih hasil pengolahan tahap sebelumnya (*raw clarified water*) menjadi air bebas mineral atau air terdemineralisasi (*demineralized water*) yang memiliki kandungan mineral sangat rendah. Air demineralisasi ini selanjutnya digunakan sebagai air umpan untuk *boiler feed water*. Penggunaan air demineralisasi sangat penting karena dapat mencegah pembentukan kerak (*scaling*) pada peralatan produksi.

Proses demineralisasi air secara umum meliputi tahapan *raw clarified water* dari multi media filter dialirkan ke unit ultrafiltrasi, kemudian disaring pada unit *reverse osmosis*. Air hasil *osmosis* balik selanjutnya melewati *deaeration tower* untuk menghilangkan gas terlarut, dan akhirnya dialirkan ke *mixed bed ion exchanger* untuk tahap pertukaran ion final, sehingga menghasilkan air bebas mineral yang siap digunakan.



Proses demineralisasi air dimulai dengan pengumpanan *raw clarified water* ke *multimedia filter* (30-FIL-6401) menggunakan pompa (30-P-9306 A/B). Multimedia filter berbentuk *vessel* dan dilengkapi beberapa lapisan media penyaring yang berfungsi menghilangkan sebagian besar *organic matter*, *suspended solid*, serta klorin terlarut yang masih terkandung dalam air baku. Air hasil penyaringan kemudian ditampung di *multimedia filter water tank* (30-TK-6411).

Dari *multimedia filter water tank* (30-TK-6411), air dipompa menggunakan *UF feed pump* (30-P-6412 A/B) menuju *ultrafiltration unit* (30-F-6402). Pada unit ini dilakukan penyaringan lanjutan untuk menghilangkan partikel berukuran sangat kecil, termasuk bakteri dan mikroorganisme lainnya yang masih terdapat di dalam air. Air hasil proses ultrafiltrasi selanjutnya ditampung di *UF filtered water tank* (30-TK-6401).

Air dari *UF filtered water tank* (30-TK-6401) kemudian dialirkan menuju *reverse osmosis package* (30-FIL-6404) menggunakan *reverse osmosis feed pump* (30-P-6401 A/B). Pada unit *reverse osmosis*, air dilewatkan melalui membran semipermeabel yang berfungsi mengurangi kandungan ion-ion terlarut, garam mineral, serta zat-zat terlarut lainnya yang masih tersisa setelah proses penyaringan sebelumnya. Air hasil proses ini kemudian dialirkan ke *back wash tank* (30-TK-6410) yang digunakan sebagai sumber air untuk proses *backwash* pada unit filtrasi.

Selanjutnya air diumpukan ke *deaeration tank* (30-B-6401) yang dilengkapi *deaeration blower* (30-C-6401). Pada tahap ini dilakukan penghilangan gas-gas terlarut, terutama oksigen dan karbon dioksida, yang dapat menyebabkan korosi pada peralatan dan jaringan perpipaan *sistem boiler*. Air hasil deaerasi kemudian ditampung di *deaeration water tank* (30-TK-6402).

Dari *deaeration water tank* (30-TK-6402), air dipompa menggunakan *deaeration water pump* (30-P-6404 A/B) menuju *mixed bed ion exchanger* (30-E-6401 A/B). Unit ini berisi campuran resin kation dan resin anion yang berfungsi menghilangkan sisa ion-ion terlarut yang belum tereliminasi

pada proses sebelumnya. Melalui proses pertukaran ion, kandungan mineral dan garam terlarut dalam air dapat direduksi hingga mencapai tingkat kemurnian yang sesuai untuk kebutuhan utilitas.

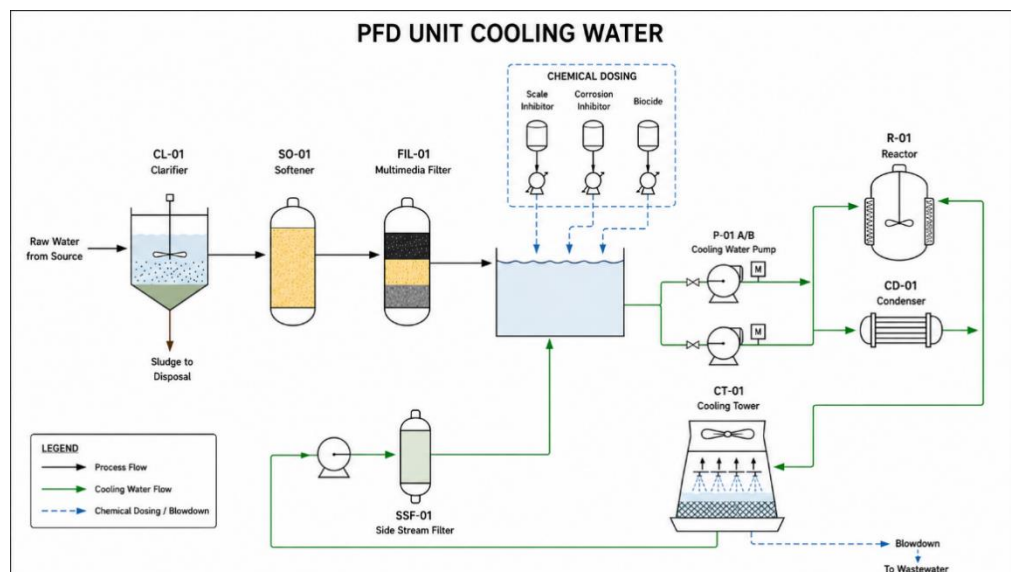
Air hasil pengolahan dari *mixed bed ion exchanger* (30-E-6401 A/B) merupakan air demineralisasi dengan tingkat kemurnian tinggi yang selanjutnya ditampung di dalam *demineralized water tank* (TK-6403 A/B). Air demineralisasi tersebut kemudian digunakan sebagai air umpan boiler maupun kebutuhan utilitas lain yang memerlukan kualitas air dengan kandungan mineral yang sangat rendah.

- **Air Thermal Fluid / Cooling Water**

*Air thermal fluid* dapat dibuat dengan cara mengambil dari air softening yang kemudian dialirkan menuju cooling tower untuk menurunkan suhunya hingga suhu yang diinginkan. *Air thermal fluid* harus mempunyai sifat-sifat yang tidak mudah korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut. Maka dari itu untuk mengatasi permasalahan tersebut air cooling diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut:

- Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak
- Orto-fosfat, untuk mencegah korosi
- Chlorine, untuk membunuh mikroorganisme
- Zat dispersant, untuk mencegah pengendapan fosfat
- Asam sulfat, untuk mengatur keasaman

*Air thermal fluid* ini akan didistribusikan dan digunakan untuk condenser dan juga cooler.



Proses penyediaan cooling water dimulai dengan pengolahan air baku pada clarifier (CL-01) untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan kotoran, kemudian dilanjutkan ke softener (SO-01) untuk

menurunkan kesadahan akibat ion kalsium dan magnesium. Selanjutnya air disaring menggunakan multimedia filter (FIL-01) sehingga diperoleh air yang memenuhi kualitas sebagai makeup water sistem pendingin.

Air hasil filtrasi ditampung dalam cooling water tank (TK-01) dan ditambahkan bahan kimia berupa scale inhibitor, corrosion inhibitor, dan biocide untuk mencegah pembentukan kerak, korosi, serta pertumbuhan mikroorganisme. Air kemudian dipompa ke reaktor (R-01) dan kondensor (CD-01) untuk menyerap panas dari proses.

Cooling water yang telah panas dialirkan ke cooling tower (CT-01), tempat panas dilepaskan ke atmosfer melalui kontak langsung antara air dan udara sehingga temperatur air menurun. Air yang telah didinginkan dikembalikan ke cooling water tank (TK-01) untuk digunakan kembali. Sebagian aliran juga dialirkan ke side stream filter (SSF-01) guna menghilangkan partikel halus dan produk korosi sebelum dikembalikan ke sistem, sehingga kualitas air dan efisiensi perpindahan panas tetap terjaga.

**a. Kebutuhan Air Pendingin (*Cooling Water*)**

Air pendingin pada pabrik Sodium Sulfat Dekahidrat sebagai berikut:

**Tabel 4.3 Kebutuhan Air Pendingin**

No	Nama Alat	Kebutuhan Air Pendingin (kg/jam)
1	Heat Exchanger	737.222,2
2	Crystallizer	486,639,5
	Total	1.223.861

Diperkirakan air yang hilang sekitar 120% sehingga total kebutuhan air pendingin sebesar  $1,2 \times 1.223.861 \text{ kg/jam} = 1.468.633,2 \text{ kg/jam}$  atau  $1468 \text{ m}^3/\text{jam}$ .

- **Air Sanitasi**

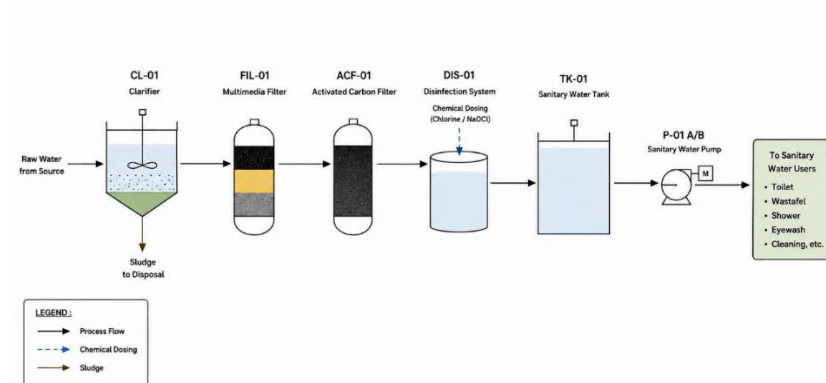
Air sanitasi digunakan untuk keperluan karyawan, laboratorium, perkantoran, dan keperluan lainnya. Penyediaan air sanitasi pada pabrik ini mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001, khususnya Pasal 8 mengenai klasifikasi mutu air dan Pasal 9 mengenai baku mutu air, serta Pasal 13 dan Pasal 14 yang mengatur kewajiban menjaga kualitas air dan larangan pencemaran. Oleh karena itu, air yang digunakan harus memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan agar aman untuk kebutuhan sanitasi.

Kualitas air untuk keperluan sanitasi pada pabrik harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan

Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Persyaratan tersebut mencakup parameter mikrobiologi, fisik, dan kimia untuk menjamin air aman digunakan dalam kegiatan sanitasi dan kebutuhan domestik di lingkungan pabrik. Parameter baku mutu tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4. 4** Spesifikasi Air Sanitasi

No.	Parameter	Satuan	Syarat Baku Mutu
1.	<b>Mikrobiologi</b>		
	Escherichia coli	CFU/100 ml	0
	Total Coliform	CFU/100 ml	0
2.	<b>Fisik</b>		
	Suhu	°C	± 3
	Total Dissolve Solid (TDS)	mg/L	< 300
	Kekeruhan	NTU	< 3
	Warna	TCU	10
	Bau	-	Tidak Berbau
3.	<b>Kimia</b>		
	pH	-	6,5 – 8,5
	Nitrat (sebagai NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) terlarut	mg/L	20
	Nitrit (sebagai NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) terlarut	mg/L	3
	Kromium valensi 6 (Cr <sup>6+</sup> ) terlarut	mg/L	0,01
	Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,2
	Mangan (Mn) terlarut	mg/L	0,1



Proses penyediaan air sanitasi dimulai dengan pengolahan air baku pada clarifier (CL-01) untuk menghilangkan padatan tersuspensi, lumpur, dan sebagian bahan organik. Air hasil klarifikasi kemudian disaring menggunakan multimedia filter (FIL-01) untuk menurunkan kekeruhan dan menghilangkan partikel halus yang masih tersisa.

Selanjutnya air dialirkan ke activated carbon filter (ACF-01) untuk menghilangkan warna, bau, senyawa organik, dan zat terlarut lainnya yang dapat memengaruhi kualitas air. Setelah itu, air menjalani proses desinfeksi pada disinfection system (DIS-01) untuk menghilangkan bakteri, virus, dan mikroorganisme patogen.

Air yang telah memenuhi standar kualitas kemudian ditampung dalam sanitary water tank (TK-01) dan dipompa menuju berbagai fasilitas sanitasi pabrik, seperti toilet, wastafel, emergency shower, eyewash station, serta kebutuhan kebersihan lainnya. Melalui proses klarifikasi, filtrasi, adsorpsi, dan desinfeksi tersebut, air yang dihasilkan memenuhi persyaratan higiene dan sanitasi sesuai Permenkes Nomor 2 Tahun 2023.

#### a. Kebutuhan air sanitasi

- **Air sanitasi untuk karyawan**

$$\text{Kebutuhan harian : } Q = \frac{120 \times 87}{8} = 10.440 \text{ l/hari}$$

Flow rate saat operasi (8 jam)

$$\begin{aligned} Q_{\text{jam}} &= \frac{Q_{\text{hari}}}{\text{waktu operasi}} = \frac{10.440}{8} = 1305 \text{ l/jam} \\ &= 1305 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Maka pemakaian air sanitasi untuk karyawan yaitu 1305 kg/jam.

- **Kebutuhan air untuk laboratorium**

Kebutuhan air untuk laboratorium akan direncanakan 20% dari kebutuhan karyawan sehingga kebutuhan air sanitasi untuk laboratorium adalah:

$$\begin{aligned} \text{Air sanitasi untuk laboratorium} &= 20\% \times 1305 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \\ &= 261 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

- **Kebutuhan air untuk hidran kebakaran dan cadangan air**

Kebutuhan air untuk hidran sebesar 140% dari kebutuhan air sanitasi (kebutuhan air karyawan + kebutuhan air laboratorium), sehingga kebutuhan air untuk hidran dan cadangan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Air sanitasi untuk hidran dan cadangan} &= 140\% \times \left( 1305 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} + 261 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \right) \\ &= 2192 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

Berdasarkan beberapa rincian kebutuhan air diatas, dapat dihitung jumlah total kebutuhan air sanitasi pada pabrik Sodium Sulfat Dekahidrat adalah :

$$\text{Jumlah kebutuhan air sanitasi} = 1305 + 261 + 2192 = 3758 \text{ kg/jam}$$

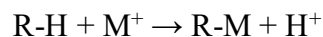
- **Kebutuhan untuk Air Proses**

Air proses pada pabrik sodium sulfat dekahidrat menggunakan air yang telah melalui proses ion exchange dengan menggunakan resin kation, decarbonator, dan resin anion (Kardjono, 2007).

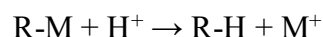
Air hasil proses ion exchange diharapkan dapat terbebas dari kandungan mineral seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , dan lain-lain. Untuk tahapan proses ion exchanger adalah sebagai berikut:

1. Proses kation exchanger

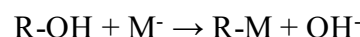
Proses ini adalah proses pengikatan ion kation ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ) dengan cara menukarkan ion tersebut dengan ion  $\text{H}^+$  melalui resin kation. Adapun prinsip reaksi resin penukar ion positif akan menyerap ion menyerap ion mineral bermuatan positif ( $\text{M}^+$ ) dan resin kation akan melepaskan ion hydrogen sesuai dengan reaksi sebagai berikut:



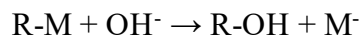
Resin kation yang telah mencapai titik jenuhnya akan menyebabkan kemampuan untuk mengikat mineral tersebut rendah sehingga banyak mineral yang lolos. Kejenuhan resin dapat diketahui dengan meningkatnya konduktivitas air yang dihasilkan, maka dari itu harus diregenerasi dengan menggunakan larutan asam kuat HCl untuk menghilangkan mineral-mineral yang terikat pada resin kation. Reaksi regenerasinya adalah sebagai berikut:



2. Setelah melewati resin kation, air dialirkan menuju decarbonator untuk menghilangkan kandungan  $\text{CO}_2$ .
3. Selanjutnya menuju proses anion exchange dimana terjadi proses pengikatan ion  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , dan  $\text{HSiO}_3^-$ , dengan cara menukarkan ion tersebut dengan ion OH melalui resin anion. Adapun prinsip reaksi resin penukar ion negatif akan menyerap ion mineral bermuatan negatif ( $\text{M}^-$ ) dan resin anion akan melepaskan ion  $\text{OH}^-$  (hidroksil) sesuai dengan reaksi sebagai berikut :



Resin anion yang telah mencapai titik jenuhnya harus diregenerasi dengan menggunakan larutan NaOH, reaksi regenerasinya adalah sebagai berikut:



Setelah melalui kolom resin anion, air proses akan ditampung pada tangki air sebelum akhirnya didistribusikan menuju reaktor dan juga unit boiler (Kardjono, 2017).

Air proses pada pabrik Sodium Sulfat Dekahidrat digunakan untuk kebutuhan air umpan Netraulization Tank (NT-01) dengan jumlah sebagai berikut:

**Tabel 4.5** Kebutuhan Air Proses

No	Nama Alat	Kebutuhan Air Proses (kg/jam)
1	Netraulization Tank	1.420.408.6
	Total	1.420.408.6

Jadi kebutuhan air proses yaitu sebesar 1.420.408.619 kg/jam

Dari rincian diatas, dapat dihitung jumlah total air keseluruhan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.6** Total Air Keseluruhan yang Dibutuhkan

Macam Air	Kebutuhan (kg/jam)
Air Sanitasi	
i. Untuk Karyawan	1305
ii. Untuk Laboratorium	261
iii. Untuk Hydran dan cadangan	2192
Air Pendingin	1.468.633,2
Air Umpan Boiler	16.382
Air Proses	1.420.408,6
<b>Total</b>	<b>2.909.181,8</b>

Jadi total air keseluruhan yang dibutuhkan adalah 2.909.181,8 kg/jam.

## 4.2 Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik pada pabrik Sodium Sulfat ini direncanakan diperoleh dari:

a. Suplai dari Perusahaan Listrik Negara (PLN)

PT. PLN Nusantara Power Gresik akan memenuhi kebutuhan listrik pada pabrik sodium sulfat dekahidrat ini. Pengoperasian pembangkitnya dari 5 PLTG, 1 PLTU, dan 3 PLTGU dengan jumlah total kapasitas 2.219 MW.

b. Pembangkit tenaga listrik sendiri (Generator Set) sebagai cadangan. Generator yang digunakan adalah generator bolak-balik dengan pertimbangan:

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

AC yang digunakan adalah jenis 3 phase yang memiliki keuntungan:

1. Tegangan listrik stabil
2. Daya kerja lebih besar
3. Kawat penghantar lebih sedikit
4. Motor yang digunakan relatif murah dan sederhana

Kebutuhan listrik untuk pabrik Sodium Sulfat 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:

- Keperluan Proses

**Tabel 4.7** Kebutuhan Listrik untuk Proses

Nama Alat	Daya (HP)	Jumlah	Total Daya (HP)
Pompa Tangki Penampung H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7	1	7
Pompa Tangki Fuel Oil	7	1	7
Pompa Reaktor	7	1	7
Pompa Filter Press	7	1	7
<b>Total</b>			<b>28</b>

- Kebutuhan Listrik untuk Utilitas

**Tabel 4.8** Kebutuhan Listrik untuk Utilitas

Nama Alat	Jumlah	HP	Total HP
Pompa Umpan Air Reaktor	2	2	2
Pompa Air Sanitasi	2	2	2
Kompresor Udara Tekan	100	2	100
Pompa Unit Hydrant	1	4	4
<b>Total</b>			<b>108</b>

- Kebutuhan untuk Pengolahan Limbah

Kebutuhan listrik untuk pengolahan limbah diperkirakan = 25 HP

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan} &= \text{Listrik proses} + \text{Listrik utilitas} + \text{Listrik pengolahan limbah} \\
 &= 28 + 108 + 25 \\
 &= 161 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

Jika diketahui 1 HP = 0,7475 kW, maka *power* yang dibutuhkan adalah:

$$\text{Power} = 161 \times 0,7475 = 120,3475 \text{ kW}$$

### b. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dan AC

- Kebutuhan Listrik untuk Penerangan

Perkiraan besarnya tenaga listrik yang dibutuhkan untuk keperluan penerangan dapat ditentukan dengan melakukan pendekatan menggunakan konsep *Luminous Efficacy*, yaitu tenaga radiasi Cahaya yang dikeluarkan oleh lampu dalam untuk lumen. Kebutuhan pencahayaan per luas dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\text{Lumen} = \text{Area} \times \text{Lux}$$

Dimana:

Area = luas daerah yang membutuhkan pencahayaan (m<sup>2</sup>)

Lux = kebutuhan energi cahaya per satuan luas (lumen/m<sup>2</sup>)

Besarnya lux nilainya berbeda tergantung pada area yang akan diberi penerangan. Dalam perancangan ini digunakan nilai lux standar AS/NZS 1680.2.2- *Interior and Workplace Lighting*.

**Tabel 4.9** Kebutuhan Listrik untuk Penerangan

No	Area Penerangan	Luas (m <sup>2</sup> )	Lux (Lumen m <sup>2</sup> )	Lumen
1.	Pos Keamanan	20	150	3.000
2.	Kantin	120	200	24.000
3.	Kantor	500	300	150.000
4.	Mushola	40	200	8.000
5.	Tempat parkir *	230	80	18.400
6.	Taman*	80	40	3.200
7.	Area proses	500	300	150.000
8.	Ruang control	240	300	72.000
9.	Laboratorium	120	300	36.000
10.	Gudang	320	150	48.000
11.	Parkir truk*	650	80	52.000
12.	Bengkel	130	150	19.500
13.	Pengolahan limbah*	550	250	137.000
14.	Perluasan*	5.000	40	200.000
15	Utilitas*	1.500	200	300.000
Total		10.000	1.600	1.221.600

\*) area diluar ruangan

Lampu yang direncanakan untuk semua area dalam bangunan (*indoor*) menggunakan lampu *Light-Emitting Diode* (LED) Philips 20 watt. Lumen output tiap lampu adalah 2100 Lumen.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lumen didalam ruangan} &= 510.500 \text{ Jumlah} \\ \text{lampu yang dibutuhkan} &= 510.500 / 2.100 \\ &= 243,1 \text{ buah} \\ &= 244 \text{ buah} \end{aligned}$$

Area diluar ruangan (*outdoor*) digunakan lampu Mercury 250 watt. Output tiap lampu adalah 10.000 lumen (Perry, hal 17-58).

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lumen didalam ruangan} &= 711.100 \\ \text{Jumlah lampu yang dibutuhkan} &= 711.100 / 10.000 \\ &= 71,11 \text{ buah} \\ &= 72 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total daya penerangan} &= (20 \text{ watt} \times 244) + (250 \text{ watt} \times 72) \\ &= 22.880 \text{ W} \\ &= 22,88 \text{ kW} \end{aligned}$$

**Tabel 4.10** Kebutuhan Listrik untuk AC

No	Ruangan yang butuh AC	Luas (m <sup>2</sup> )
1.	Kantor	500
2.	Ruang control	240
3.	Laboratorium	120
<b>Total</b>		<b>860</b>

*Air Conditioner* direncanakan menggunakan AC inverter LG. Sebuah AC 2 pKa LG memerlukan daya listrik sebesar 1540 watt. Sebuah AC diperkirakan cukup untuk memenuhi kebutuhan ruangan seluas 35 m<sup>2</sup>. Sehingga dibutuhkan AC sejumlah:

$$\begin{aligned} \text{AC yang dibutuhkan} &= 860 \text{ m}^2 / 35 \text{ m}^2 \\ &= 24,6 \text{ buah} \\ &= 25 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Listrik yang dibutuhkan} &= 25 \text{ buah} \times 1540 \text{ watt/buah} \\ &= 38500 \text{ W} \\ &= 38,5 \text{ kW} \end{aligned}$$

### c. Kebutuhan Listrik untuk Laboratorium dan Instrumentasi

Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi digunakan SNI 03-6197-2000:

Laboratorium = 20 kW

Instrumentasi = 20 kW

$$\begin{aligned}\text{Total kebutuhan listrik} &= \text{Proses} + \text{Penerangan} + \text{AC} + \text{Laboratorium} + \text{Instrumentasi} \\ &= 120,3475 + 22,88 + 38,5 + 20 + 20 \\ &= 221,7275 \text{ kW}\end{aligned}$$

Faktor keamanan dipilih 10% dari total kebutuhan, maka total kebutuhan listrik sebesar:

$$\begin{aligned}&= 10\% \times 221,7275 \text{ kW} \\ &= 22,17275 \text{ Kw}\end{aligned}$$

Total daya listrik yang harus disediakan sebesar :

$$\begin{aligned}&= 221,7275 + 22,17275 \text{ Kw} \\ &= 243,90025 \text{ kW}\end{aligned}$$

### d. Generator

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

$$\text{Input generator} = 22,17275 / 0,80 = 27,71594 \text{ kW}$$

Ditetapkan input generator sebesar 50 kW, sehingga untuk keperluan lain masih tersedia

$$= 50 - 27,71594$$

$$= 22,28406 \text{ kW}$$

- Spesifikasi Generator

Type = AC Generator

Kapasitas = 50 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 = 19,448 Btu/lb

$$\text{Densitas} = 49,83 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Efisiensi} = 80\%$$

$$\text{Specific gravity} = 0,8691$$

$$\text{Kapasitas generator} = 400 \text{ kW} \times \frac{3412 \text{ Btu/s}}{1 \text{ kW}} = 1364800 \text{ Btu/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Bahan Bakar} = \frac{1364800 \text{ Btu/jam}}{0,8 \times 19,448} = 1706000 \frac{\text{btu}}{\text{jam}} = 87,7 \frac{\text{lb}}{\text{jam}}$$

$$\text{Kebutuhan Solar} = \frac{\text{Massa}}{\text{Densitas}} = \frac{87,7 \text{ lb/jam}}{49,83 \text{ lb/ft}^3} = 1,76 \frac{\text{ft}^3}{\text{jam}} = 4224 \text{ ft}^3/\text{tahun}$$

### 4.3 Unit Penyedia Bahan Bakar

#### a. Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar pada Furnace

Bahan bakar yang digunakan sebagai bahan bakar furnace adalah metana. Pemilihan bahan bakar ini didasarkan pada pertimbangan ekonomis karena harganya relatif lebih murah serta memiliki nilai kalor yang tinggi dan pembakaran yang lebih bersih. Metana umumnya diperoleh dari gas alam yang didistribusikan melalui jaringan pipa atau dalam bentuk compressed natural gas (CNG) maupun liquefied natural gas (LNG), tergantung pada ketersediaan infrastruktur di lokasi pabrik.

Distribusi gas metana ke lokasi pabrik dilakukan melalui jaringan perpipaan dari pemasok gas yang terhubung langsung ke area fasilitas industri. Gas dialirkan melalui pipa transmisi bertekanan tinggi dari sumber gas menuju stasiun pengatur tekanan (gas receiving station) yang berada di area pabrik. Pada unit ini, tekanan gas diturunkan menggunakan pressure regulator agar sesuai dengan kebutuhan operasional furnace.

Selanjutnya, gas dialirkan melalui pipa distribusi internal pabrik menuju unit pengguna (furnace). Sistem perpipaan dilengkapi dengan komponen penting seperti shut-off valve untuk penghentian aliran darurat, pressure gauge untuk pemantauan tekanan, flow meter untuk mengukur laju alir gas, serta gas detector untuk mendeteksi kebocoran. Selain itu, jalur pipa dirancang dengan mempertimbangkan faktor keselamatan, seperti penggunaan material tahan tekanan, perlindungan terhadap korosi, serta penempatan pipa yang aman dari potensi kerusakan mekanis.

Perancangan dan pengoperasian sistem distribusi gas ini mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 36 Tahun 2004, khususnya terkait pengangkutan dan penyimpanan gas, serta Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012 dalam penerapan aspek keselamatan kerja. Dengan

sistem ini, penyaluran gas metana ke furnace dapat berlangsung secara aman, stabil, dan efisien. Metana yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

Net Heating Value = 50.142,5 kJ/kg

Kebutuhan bahan bakar untuk Furnace: 117,276 kg

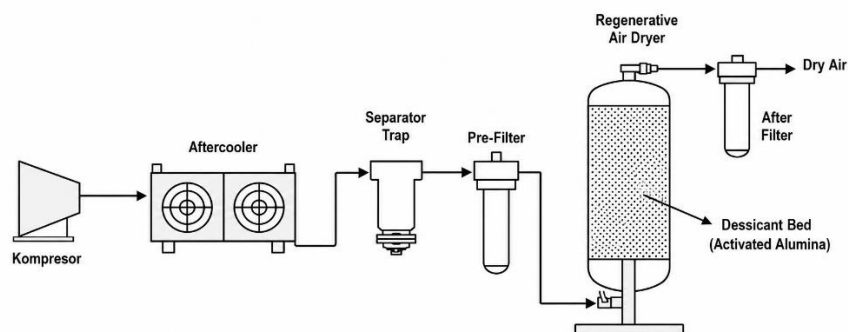
**b. Kebutuhan Bahan Bakar untuk Utilitas**

**Tabel 4.11** Kebutuhan Bahan bakar untuk utilitas

Nama Alat	Kebutuhan
Furnace	16.382 kg

**4.4 Unit Penyediaan 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 3 kompresor dan didistribusikan melalui pipa-pipa.



Udara tekan yang digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi di area proses dihasilkan dari kompresor dan didistribusikan melalui pipa-pipa. Udara tekan yang dihasilkan harus bersifat kering, bebas minyak dan tidak mengandung impuritas.

*Air dryer* yang digunakan sebanyak 2 buah dan bekerja secara gantian. Bila salah satu kolom jenuh, maka beban pengeringan akan dipindahkan ke kolom lainnya. Kolom yang jenuh ini akan diregenerasi dengan menggunakan udara kering dari tangki. Setelah melalui *air dryer*, udara akan melalui *after filter* untuk menghilangkan debu impuritas dan menjamin udara tersebut dapat digunakan untuk keperluan instrumentasi.

## 4.5 Unit Penyediaan Limbah

Unit ini merupakan salah satu unit yang harus disediakan oleh suatu pabrik. Limbah yang dihasilkan oleh pabrik Sodium Sulfat antara lain yaitu:

- a. Limbah Cair
- b. Limbah Gas
- c. Limbah Padat
- d. Limbah B3

- Sumber dan Karakteristik Limbah pada Pabrik Sodium Sulfat Dekahidrat

a. **Limbah Cair**

Limbah cair merupakan limbah dengan wujud cair yang dihasilkan dari kegiatan industri dan dapat menurunkan kualitas lingkungan. Limbah cair pada pabrik Sodium Sulfat Dekahidrat berupa air buangan sanitasi, purge dari centrifuge, serta sisa pencucian mesin dan peralatan pabrik, seperti oli atau minyak pelumas bekas. Dari limbah tersebut, akan menimbulkan bahaya jika langsung dibuang ke lingkungan, maka dari itu diperlukan pengolahan limbah terlebih dahulu untuk menghindari bahaya tersebut.

b. **Limbah Gas**

Limbah gas berasal dari hasil samping dari reaksi utama pembentukan Sodium Sulfat pada furnace dan udara yang telah digunakan untuk media pengering pada rotary dryer.

c. **Limbah Padat**

Limbah padat pada pabrik Sodium Sulfat Dekahidrat yaitu cake dari proses pemisahan pada filter press.

d. **Limbah B3**

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang dikategorikan sebagai Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) meliputi zat, energi, dan/atau komponen lain yang—karena sifat, konsentras, atau jumlahnya—secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan atau merusak lingkungan, serta membahayakan kesehatan manusia, makhluk hidup, dan kelangsungan hidupnya.

Limbah cair dari laboratorium maupun proses produksi mengandung bahan kimia berbahaya dan harus dipisahkan terlebih dahulu melalui proses kimia. Karena bersifat beracun, infeksius, dan korosif, limbah tersebut diklasifikasikan sebagai limbah B3. Berikut adalah baku mutu air limbah B3 menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014.

**Tabel 4.12** Baku Mutu Air Limbah B3

Parameter	Konsentrasi Maksimal	
	Nilai	Satuan
pH	6-9	mg/L
Besi terlarut (Fe)	5	mg/L
Mangan terlarut (mn)	2	mg/L
Barium (Ba)	2	mg/L
Tembaga (Cu)	2	mg/L
Seng (Zn)	5	mg/L
Krom valensi enam	0,1	mg/L
Krom total (Cr)	0,5	mg/L
Kadmium (Cd)	0,05	mg/L
Merkuri (Hg)	0,002	mg/L
Timbal (Pb)	0,1	mg/L
Stanum (Sn)	2	mg/L
Arsen (As)	0,1	mg/L
Selenium (Se)	0,05	mg/L
Nikel (Ni)	0,2	mg/L
Kobalt (Co)	0,4	mg/L
Sianida (CN)	0,05	mg/L
Sulfida	0,05	mg/L
Fluorida (F <sup>-</sup> )	2	mg/L
Klorin bebas (Cl <sub>2</sub> )	1	mg/L
Amonia bebas (NH <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	1	mg/L
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	20	mg/L
Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	1	mg/L
Senyawa aktif biru	5	mg/L
Fenol	0,5	mg/L
AOX	0,5	mg/L
PCBs	0,05	mg/L
PCDFs	10	mg/L
PCDDs	10	mg/L

- **Pengolahan Limbah pada Pabrik Sodium Sulfat**

- a. Limbah Cair

- *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 di dalam tungku pembakar, sedangkan air dibagian bawah dialirkan ke IPAL (Kencanawati, 2016).

- Air Buangan Sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di 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.

- Air Sisa Proses

Air sisa proses dari sebagian mother liquor keluaran centrifuge dimanfaatkan ulang dengan mengalirkannya ke reaktor sehingga dapat mengurangi kebutuhan air proses pada reaktor. Sisa yang tidak di-*recycle* akan diolah terlebih dahulu sebelum akhirnya dibuang.

Air buangan yang mengandung zat kimia dari bahan baku dan produk ditampung di dalam bak penampung. Pengolahan yang dilakukan adalah secara biologis dengan sistem aerobik di dalam suatu reaktor dimana limbah cair tersebut akan teroksidasi menggunakan bantuan bakteri aerobik dan dengan pemanasan dari luar sehingga dapat diolah menjadi air dan gas CO atau CO<sub>2</sub> dengan mengalirkan udara ke dalam reaktor (Kencanawati, 2016).

- b. Limbah Gas

Pengolahan Limbah gas hasil samping alat *furnace* yang mengandung HCl dialirkan menuju *spray condensate*. Dengan menyemprotkan Air proses ke dalam *spray condensate* sehingga gas HCl akan berkontak langsung dengan semprotan air tersebut sehingga didapatkan HCl dengan fase liquid dengan konsentrasi 32%.

#### 4.6 Laboratorium

Laboratorium merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produksi. Dengan adanya 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 (Vendamawan, 2015). Laboratorium mempunyai tugas pokok antara lain:

1. Sebagai pengendali kualitas bahan baku dan bahan pendukung sehingga kualitas produk yang dihasilkan baik.
2. 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 umpan, Steam, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi. Dalam pelaksanaan tugasnya, laboratorium dikelompokkan menjadi:

a. Laboratorium Fisika

Bagian ini mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat fisis bahan baku dan produk 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, dll.

c. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan kualitas material untuk meningkatkan hasil produk akhir.

Berdasarkan SNI, alat-alat utama yang digunakan di laboratorium untuk menganalisa bahan jadi, bahan baku, dan bahan setengah jadi antara lain:

a. **Pengujian Bahan Baku**

• **Pengujian NaCl**

Pengujian dilakukan dengan menggunakan SNI 82017:2016 :

• **Kadar Air**

Kadar air dapat dihitung berdasarkan berat yang hilang selama pemanasan dengan suhu 110°C dalam waktu kurang lebih 2 jam.

Peralatan:

1. Oven dengan ketelitian 1°C
2. Neraca analitik dengan ketelitian 0,1 mg
3. Desikator yang berisi silica gel

#### 4. Cawan Petri

##### Cara Uji:

1. Memanaskan cawan petri beserta tutupnya dalam oven pada suhu  $(110 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  selama kurang lebih 1 jam dan dinginkan dalam desikator selama 20 menit hingga 30 menit, kemudian timbang dengan neraca analitik (cawan petri dan tutupnya) ( $W_0$ );
2. Memasukkan 20 gr sampel ke dalam cawan yang tertutup lalu timbang ( $W_1$ );
3. Memanaskan cawan yang berisi sampel dalam keadaan terbuka dengan meletakkan tutup cawan di samping cawan di dalam oven pada temperatur  $(110 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam;
4. Tutup cawan yang masih di dalam oven, segera dipindahkan ke dalam desikator dan dinginkan selama 20 hingga 30 menit kemudian timbang;
5. Lakukan pemanasan kembali selama 1 jam dan ulangi penimbangan hingga diperoleh berat yang konstan atau tetap ( $W_2$ ); dan
6. Menghitung kadar air dalam sampel dengan rumus :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{w_1 - w_2}{w_1 - w_0} \times 100\%$$

Dimana:

$W_0$  = bobot cawankosong dan tutupnya (gr)

$W_1$  = bobot cawan dan tutup berisi sampel sebelum dikeringkan (gr)

$W_2$  = bobot cawan dan tutup berisi sampel sesudah dikeringkan (gr)

- **Kadar Natrium Klorida (NaCl)**

Pembentukan endapan  $\text{AgCl}$  menggunakan  $\text{AgNO}_3$  dengan petunjuk kalium kromat dalam larutan netral atau sedikit basa.

##### Peralatan:

1. Neraca analitik dengan ketelitian 0,1 mg
2. Buret dengan ketelitian 0,1 mL
3. Erlenmeyer 250 mL
4. Labu takar 500 mL
5. Pipet volumetrik 10 mL
6. Gelas piala

##### Cara Uji:

1. Menimbang sampel  $\pm 50$  g, tambahkan air suling 200 mL, kemudian

aduk dan masukkan ke dalam labu ukur 500 mL, tambahkan dengan air suling hingga tanda garis (larutan A).

2. Pipet 2 mL larutan A ke dalam Erlenmeyer ukuran 250 mL;
3. Menambahkan asam ke dalam larutan A dengan beberapa tetes  $H_2SO_4$  1 N hingga larutan bereaksi terhadap indikator fenolftalin;
4. Netralkan dengan NaOH 4N;
5. Encerkan dengan air suling sampai 100 mL;
6. Tambahkan 1 mL larutan  $K_2CrO_4$  5%; dan
7. Titrasi dengan larutan  $AgNO_3$  0,1 N sampai terbentuk warna merah bata. Perhitungan kadar NaCl bahan asal

$$Kadar\ NaCl\ (\%) = \frac{V \times N \times fp \times BM\ NaCl}{W} \times 100\%$$

Dimana:

V = volume  $AgNO_3$  (mL)

N = normalitas  $AgNO_3$

fp = faktor pengenceran

W = bobot sampel (mg)

- **Kadar Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg)**

Atomisasi larutan sampel pada nyala  $N_2O$  – asetilena atau udara – asetilena setelah ditambahkan lanthanum untuk mengurangi kemungkinan adanya interferensi, yang diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 422,7 nm untuk kalsium dan 258,2 nm untuk magnesium.

- **Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb)**

Sampel dilarutkan dengan air suling dan dianalisa dengan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang maksimal 228,8 nm untuk kadmium (Cd) dan 283,3 nm untuk timbal (Pb).

## 2. Pengujian $H_2SO_4$

Pengujian  $H_2SO_4$  berdasarkan SNI 30:2017

- **Kadar Asam Sulfat**

Penentuan kadar asam sulfat pekat dilakukan secara titrimetri menggunakan larutan NaOH dan indikator fenolftalin yang dapat dilakukan dengan metode penimbangan dely tube atau Erlenmeyer tutup basah.

- **Kekeruhan**

Larutan standar kekeruhan (d disesuaikan dengan alat dan rentang kekeruhan contoh, yang dijual secara komersial). Alat yang digunakan yaitu turbidimeter dan kuvet dari bahan kaca/gelas.

- **Bahan Tidak Menguap (non volatile matter)**

Penentuan bahan tidak menguap dengan pemijaran pada suhu  $(800 \pm 25)^\circ\text{C}$  dengan menggunakan alat tanur, cawan platina/cawan porselen, desikator, neraca dengan ketelitian 0,1 mg, dan penangas listrik.

- **Klorida (Cl)**

Klorida direaksikan dengan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) membentuk perak klorida ( $\text{AgCl}$ ) dan diukur secara spektrofotometri pada Panjang gelombang 440 nm sampai dengan 460 nm. Alat yang digunakan Spektrofotometer UV-Vis, kuvet bahan kaca/gelas, Gelas piala, pipet gondok.

- **Besi (Fe)**

Besi direduksi dan ditentukan secara spektrofotometri dengan 1,10-fenantrolin (ortho-fenantrolin) pada Panjang gelombang 500 nm sampai dengan 525 nm.

- **Timbal (Pb)**

Penambahan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) bertujuan untuk melarutkan analit logam dan menghilangkan pengganggu yang terdapat dalam uji dengan bantuan pemanas kemudian diukur dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) menggunakan gas asetilen  $\text{C}_2\text{H}_2$ . Logam dalam bentuk atom akan menyerap energi radiasi elektromagnetik yang berasal dari lampu katoda dan besarnya serapan berbanding lurus dengan konsentrasi.

## b. Pengujian Produk

Produk diuji dengan SNI 82017:2016

- **Kadar Air**

Kadar air dapat dihitung berdasarkan berat yang hilang selama pemanasan dengan suhu  $110^\circ\text{C}$  dalam waktu kurang lebih 2 jam.

Peralatan:

1. Oven dengan ketelitian  $1^\circ\text{C}$
2. Neraca analitik dengan ketelitian 0,1 mg
3. Desikator yang berisi silica gel

#### 4. Cawan petri

##### Cara Uji:

1. Memanaskan cawan petri beserta tutupnya dalam oven pada suhu  $(110 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  selama kurang lebih 1 jam dan dinginkan dalam desikator selama 20 menit hingga 30 menit, kemudian timbang dengan neraca analitik (cawan petri dan tutupnya) ( $W_0$ );
2. Memasukkan 20 gr sampel ke dalam cawan yang tertutup lalu timbang ( $W_1$ );
3. Memanaskan cawan yang berisi sampel dalam keadaan terbuka dengan meletakkan tutup cawan di samping cawan di dalam oven pada temperatur  $(110 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam;
4. Tutup cawan yang masih di dalam oven, segera dipindahkan ke dalam desikator dan dinginkan selama 20 hingga 30 menit kemudian timbang;
5. Lakukan pemanasan kembali selama 1 jam dan ulangi penimbangan hingga diperoleh berat yang konstan atau tetap ( $W_2$ ); dan
6. Menghitung kadar air dalam sampel dengan rumus :  
$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{w_1 - w_2}{w_1 - w_0} \times 100\%$$
  
 $W_0$  = bobot cawan kosong dan tutupnya (gr)  
 $W_1$  = bobot cawan dan tutup berisi sampel sebelum dikeringkan (gr)  
 $W_2$  = bobot cawan dan tutup berisi sampel sesudah dikeringkan (gr)  
Kadar air dihitung berdasarkan bobot yang hilang selama pemanasan dalam temperature  $110^{\circ}\text{C}$  dalam waktu kurang lebih 2 jam.

- **Kadar Natrium Klorida (NaCl)**

Pembentukan endapan  $\text{AgCl}$  menggunakan  $\text{AgNO}_3$  dengan petunjuk kalium kromat dalam larutan netral atau sedikit basa.

##### Peralatan:

1. Neraca analitik dengan ketelitian 0,1 mg
2. Buret dengan ketelitian 0,1 mL
3. Erlenmeyer 250 mL
4. Labu takar 500 mL
5. Pipet volumetric 10 mL
6. Gelas piala

##### Cara Uji:

1. Menimbang sampel  $\pm 50$  g, tambahkan air suling 200 mL, kemudian aduk dan saring ke dalam labu ukur 500 mL, tambahkan dengan air suling hingga tanda garis (larutan A).
2. Pipet 2 mL larutan A ke dalam Erlenmeyer ukuran 250 mL;
3. Menambahkan asam ke dalam larutan A dengan beberapa tetes  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 N hingga larutan bereaksi terhadap indikator fenolftalin;
4. Netralkan dengan  $\text{NaOH}$  4N;
5. Encerkan dengan air suling sampai 100 mL;
6. Tambahkan 1 mL larutan  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  5%; dan 7. Titrasi dengan larutan  $\text{AgNO}_3$  0,1 N sampai terbentuk warna merah bata.

- **Kadar Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg)**

Atomisasi larutan contoh pada nyala  $\text{N}_2\text{O}$  – asetilena atau udara – asetilena setelah ditambahkan lanthanum untuk mengurangi kemungkinan adanya interferensi, yang diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 422,7 nm untuk kalsium dan 258,2 nm untuk magnesium.

- **Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb)**

Sampel dilarutkan dengan air suling dan dianalisa dengan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang maksimal 228,8 nm untuk kadmium (Cd) dan 283,3 nm untuk timbal (Pb).