

BAB VIII

UTILITAS

Unit utilitas merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang keberlangsungan dan kelancaran operasi pabrik. Pada pabrik biodiesel dengan bahan baku minyak jelantah dengan kapasitas 350.000 ton/tahun yang berlokasi di Gresik, unit utilitas berfungsi menyediakan sarana pendukung proses produksi berupa air, steam, bahan bakar, tenaga listrik, pemeliharaan peralatan, serta pengolahan limbah. Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik biodiesel diantaranya yaitu :

- a. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
- b. Unit Pengadaan Steam
- c. Unit Pengadaan Tenaga Listrik
- d. Unit Penyedia Udara dan Instrumen
- e. Unit Penyediaan Bahan Bakar

8.1 Unit Penyediaan Air dan Pengolahan Air

8.1.1 Unit Penyediaan Air

Unit penyediaan air pada industri memiliki tugas untuk menyediakan kebutuhan air baik untuk kebutuhan kantor maupun kebutuhan industri. Unit ini sangat berpengaruh dalam menjaga kelancaran proses produksi dari awal hingga akhir. Air yang digunakan dalam kebutuhan pabrik ini adalah air yang berasal dari sungai. Air sungai digunakan karena pengolahan air sungai relatif murah dan sederhana dan letak sungai berada dekat dengan pabrik. Secara keseluruhan, kebutuhan air pada pabrik ini digunakan untuk keperluan :

- a. Air Pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai pendingin karena pertimbangan sebagai berikut :

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b. Mudah pengolahan dan pengaturannya.

- c. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
 - d. Tidak terdekomposisi.
- b. Air Sanitasi
- Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu,yaitu :
- a. Syarat Fisika, meliputi :
 - Suhu : Dibawah suhu udara
 - Warna : Jernih
 - Rasa : Tidak berasa
 - Bau : Tidak berbau
 - b. Syarat Kimia, meliputi :
 - Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
 - Tidak beracun
 - Kadar klor bebas sekitar 0,7 ppm.
 - c. Syarat Bakteriologis : Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen.
- c. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)
- Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :
- 1. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 . O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.
 - 2. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

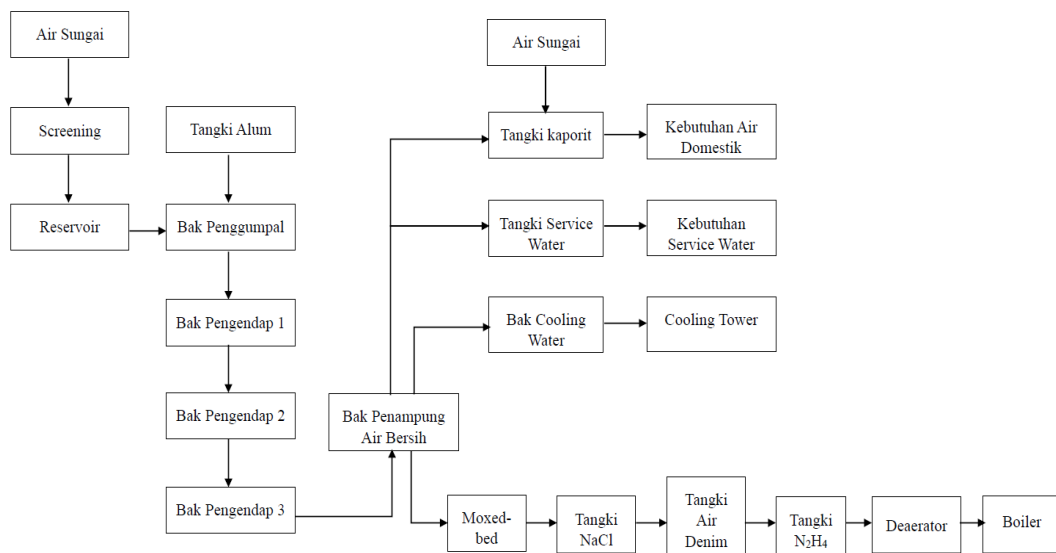
Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

3. Zat yang menyebabkan *foaming*.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

8.1.2 Unit Pengolahan Air

Pada perancangan suatu pabrik dibutuhkan sumber air terdekat yang nantinya akan memenuhi keberlangsungan suatu proses. Pada pabrik Biodiesel ini sumber air didapatkan dari sungai terdekat di sekitar daerah pabrik. Berikut diagram alir pengolahan air beserta penjelasan tahap-tahap proses pengolahan air yang dilakukan meliputi :



Gambar 8.1 Diagram Alir Pengolahan Air

Beberapa tahap yang harus dilakukan untuk mengolah air sungai yang akan digunakan, yaitu :

1. Penghisapan

Air yang diambil dari sungai perlu adanya pemompaan yang selanjutnya air tersebut dialirkan menuju alat penyaringan (*screen*) untuk proses penyaringan untuk menghilangkan partikel kotoran yang berukuran cukup besar. Setelah tahap *screening* air akan diolah di dalam reservoir.

2. Penyaringan (*Screening*)

Sebelum air dari sungai akan digunakan sebagai air bersih, maka pada proses ini air disaring untuk memisahkan kotoran-kotoran yang berukuran besar, misalnya daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya. Pada tahap screening partikel yang berukuran padat dan besar akan tersaring secara langsung tanpa menggunakan bahan kimia. Sementara partikel yang kecil masih akan terbawa bersama air yang kemudian akan diolah ke tahap pengolahan air berikutnya. Tujuan penyaringan yaitu untuk memisahkan kotoran yang besar agar tidak terikut ke pengolahan selanjutnya, sehingga pada sisi isap pompa perlu dipasang saringan (*screen*) dan ditambah fasilitas pembilas agar meminimalisir alat screen menjadi kotor.

3. Penampungan (*Reservoir*)

Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi. Kotoran kasar yang terdapat dalam air akan mengalami pengendapan yang terjadi karena gravitasi.

4. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia atau bahan koagulan ke dalam air. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), yang merupakan garam yang berasal dari basa lemah dan asam kuat, sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Cara memperoleh sifat alkalis agar proses flokulasi dapat berjalan efektif, sering ditambahkan kapur ke dalam air. Selain itu, kapur juga berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan. Sedangkan, pada proses flokulasi bertujuan untuk mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran.

5. Bak Pengendap 1 dan Bak Pengendap 2

Tujuan dari adanya bak pengendap 1 dan 2 adalah mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi

(menghilangkan flokulasi). Endapan serta flok yang berasal dari proses koagulasi akan diendapkan pada bak pengendap 1 dan bak pengendap 2.

6. Penyaringan (*Sand Filter*)

Pada tahap ini terjadi proses filtrasi dimana air yang keluar dari bak pengendap 2 masih terdapat kandungan padatan tersuspensi, sehingga harus di proses ke alat filter untuk difiltrasi. Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan ketel (*Boiler Feed Water*).

7. Bak Penampung Air Bersih

Air yang sudah melalui tahap filtrasi sudah bias disebut dengan air bersih. Kemudian, air keluaran proses filtrasi akan ditampung dalam bak penampungan air bersih. Dalam hal ini, air bersih yang ditampung langsung dapat digunakan sebagai air layanan umum (*service water*) serta untuk air pendingin. Kegunaan air bersih ini juga dapat digunakan untuk *domestic water* dan *boiler feed water*, namun air harus di desinfektanisasi terlebih dahulu menggunakan resin untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ dimana tujuan penghilangan mineral-mineral tersebut untuk menghasilkan air demin yang melalui proses demineralisasi.

8. Demineralisasi

Pada proses demineralisasi bertujuan untuk menyiapkan air yang digunakan untuk boiler *feed water* dan air ini harus murni serta bebas dari kadar mineral-mineral yang terlarut didalamnya. Proses demineralisasi ini dapat dilakukan dengan alat yang terdiri dari penukaran anion (*anion exchanger*) dan kation (*cation exchanger*). Demineralisasi diperlukan karena air umpan boiler memerlukan syarat-syarat :

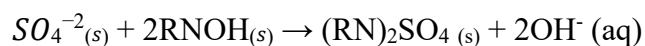
1. Tidak menimbulkan kerak pada kondisi steam yang dikehendaki maupun pada tube heat exchanger. Jika steam digunakan sebagai pemanas yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silica, hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan bisa mengakibatkan boiler tidak beroperasi sama sekali.

2. Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O₂, CO₂, H₂S dan NH₃.
3. Bebas dari zat yang menyebabkan foaming.

Air yang diambil dari proses pemanasan biasanya menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi akibat adanya alkalinitas yang tinggi. Pengolahan air di unit demineralisasi yaitu Proses *Cation Exchanger* dan *Anion Exchanger* berlangsung pada *Resin Mixed-Bed*. *Resin Mixed-Bed* adalah kolom resin campuran antara resin kation dan resin anion. Air yang mengandung kation dan anion bila dilewatkan ke *Resin Mixed-Bed* tersebut, kation akan terambil oleh resin kation dan anion akan terambil oleh resin anion. Saat resin kation dan anion telah jenuh oleh ion-ion, resin penukar kation dan anion akan diregenerasi kembali.

1. Anion (*Anion Exchanger*)

Anion Exchanger memiliki fungsi untuk mengikat ion-ion negatif yang larut dalam air dengan resin yang memiliki sifat basa, yang memiliki formula RNOH³. Sehingga anion-anion seperti CO₃²⁻, Cl⁻, dan SO₄²⁻ akan membantu garam resin tersebut. Sebelum di regenerasi anion yang terbentuk di dalam reaksi adalah sebagai berikut:

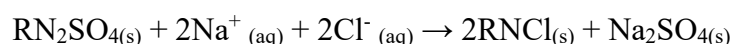


Ion SO₄²⁻ dapat menggantikan ion OH⁻ yang ada dalam resin karena selektivitas SO₄²⁻ lebih besar dari selektivitas OH⁻. Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut :



Saat resin anion telah jenuh, maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl.

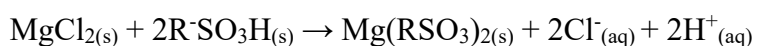
Reaksi Regenerasi :



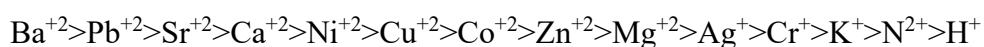
2. Kation (*Cation Exchanger*)

Cation Exchanger merupakan resin penukar kation-kation. Untuk cation exchanger berupa resin padat yang sering ada dipasaran yaitu kation

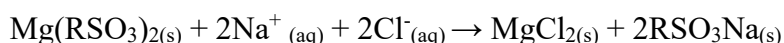
dengan formula RSO_3H dan $(\text{RSO}_3)\text{Na}$, dimana pengganti kation-kation yang dikandung dalam air akan diganti dengan ion H^+ atau Na^+ . Karena menggunakan ion H^+ sehingga air akan keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ . Reaksi penukar kation :



Ion Mg^{+2} dapat menggantikan ion H^+ yang ada dalam resin karena selektivitas Mg^{+2} lebih besar dari selektivitas H^+ . Urutan selektivitas kation adalah sebagai berikut :

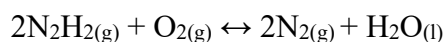


Saat resin kation telah jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl . Reaksi Regenerasi :



9. Deaerator

Unit Deaerator bertujuan untuk menghilangkan gas CO_2 dan O_2 yang terikat dalam *feed water*. Air yang sudah mengalami demineralisasi biasanya masih terdapat kandungan gas-gas terlarut terutama CO_2 dan O_2 . Gas-gas tersebut harus dihilangkan dari air karena dapat menimbulkan korosi. Gas-gas tersebut dihilangkan dalam suatu deaerator. Dalam unit deaerator diinjeksikan zat-zat kimia yaitu Hidrazin yang berfungsi mengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut:



Berdasarkan reaksi tersebut maka hidrazin berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama O_2 sehingga tidak terjadi korosi. Unit Deaerator memiliki fungsi untuk memanaskan air yang keluar dari proses pertukaran ion yang terjadi di alat penukar ion (ion exchanger) dan sisa kondensat yang belum dikirim sebagai umpan ketel, pada unit deaerator air dipanaskan hingga suhu mencapai 90°C agar gas-gas yang terlarut dalam air yaitu O_2 dan CO_2 dapat dihilangkan. Hal ini disebabkan gas-gas tersebut dapat menimbulkan suatu reaksi kimia yang dapat menyebabkan terjadinya bintik-bintik yang semakin menebal dan pada akhirnya akan menutupi permukaan pipa-pipa, hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya korosi pada pipa-pipa ketel. Dalam hal ini perlu

dilakukan pemanasan dengan menggunakan koil pemanas yang ada di dalam deaerator.

8.1.3 Kebutuhan Air

a. Kebutuhan Air Steam

Tabel 8.1 Kebutuhan Air Steam

Nama Alat	Kode	Jumlah (Kg/jam)
Heater	HE-01	965,07
Heater	HE-02	306,96
Total		1.272,03

Direncanakan *steam* yang digunakan adalah saturated steam dengan kondisi:

$$P = 74 \text{ psia} = 5 \text{ atm}$$

$$T = 153^{\circ}\text{C} = 426 \text{ K}$$

Perancangan dibuat over design sebesar 20%

$$\text{Kebutuhan steam} = 1.526,44 \text{ Kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Blowdown} &= 15\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 15\% \times 1526,44 \text{ Kg/jam} \\ &= 228,97 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Steam Trap} &= 5\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 5\% \times 1526,44 \text{ Kg/jam} \\ &= 76,32 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan air make up untuk steam

$$\begin{aligned} &= \text{Blowdown} + \text{Steam Trap} \\ &= 228,97 \text{ Kg/jam} + 76,32 \text{ Kg/jam} \\ &= 305,29 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 8.2 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (Kg/jam)
Reaktor	R-01	174,86
Kondensor	CD-01	126.987,37
Kondensor	CD-02	251.434,98
Total		378.597,21

Perancangan dibuat over design sebesar 20%, maka kebutuhan air pendingin menjadi :

$$\text{Kebutuhan air pendingin} = 454.316,65 \text{ Kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah air yang menguap (We)} &= 0,00085 \times W_c \times (T_{in} - T_{out}) \\ &= 0,00085 \times 378.597,21 \times (10) \\ &= 3.218,08 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Drift Loss (Wd)} &= 0,0002 \times W_c \\ &= 0,0002 \times 378.597,21 \\ &= 75,72 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blowdown (Wb)} &= \frac{W_e - (\text{cycle} - 1)W_d}{\text{cycle} - 1} \\ &= 996,97 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

Sehingga jumlah makeup air adalah :

$$W_e = 3.218,08 \text{ Kg/jam}$$

$$W_d = 75,72 \text{ Kg/jam}$$

$$W_b = 996,97 \text{ Kg/jam}$$

Kebutuhan Make Up Water (Wm)

$$\begin{aligned} W_m &= W_e + W_d + W_b \\ &= 3.218,08 + 75,72 + 996,97 \\ &= 4.290,77 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Air Sanitasi

Air ini digunakan untuk kebutuhan karyawan, laboratorium, perkantoran dan pemadam kebakaran. Air sanitasi yang akan digunakan dalam pabrik biodiesel harus memenuhi syarat fisik yaitu tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa, dan suhu air normal di bawah suhu udara dari luar. Sedangkan, syarat kimia yang harus dipenuhi untuk air sanitasi diantaranya yaitu tidak mengandung zat organik maupun anorganik serta tidak beracun. Selain syarat fisika dan kimia, air sanitasi juga harus terbebas dari mikrobiologi

seperti bakteri pantogen, *Salmonella*, *Pseudomonas*, dan *Escherichia coli*.

Berikut jumlah air sanitasi yang diperlukan pada pabrik biodiesel :

1. Kebutuhan Air Karyawan

Jumlah karyawan = 153 orang

Kebutuhan tiap orang = 120 liter/hari

Total kebutuhan air = $120 \times 153 = 18.360$ liter/hari

2. Kebutuhan laboratorium

Direncanakan kebutuhan air untuk laboratorium mencapai 15% dari kebutuhan karyawan, sehingga jumlah kebutuhan air untuk laboratorium yaitu :

$15\% \times 18.360 \text{ liter/hari} = 2.754 \text{ liter/hari}$

3. Kebutuhan hidran kebakaran

Standar untuk kebutuhan air hidran kebakaran smenurut SNI 19 6728.1-2002 sebesar 5% dari kebutuhan domestik (kebutuhan air karyawan), sehingga kebutuhan air yaitu :

$5\% \times 18.360 \text{ liter/hari} = 918 \text{ liter/hari}$

Berdasarkan rincian di atas maka dapat dihitung kebutuhan air sanitasi di pabrik biodiesel sebesar :

$(18.360 + 2.754 + 918) \text{ liter/hari} = 22.032 \text{ liter/hari}$

8.2 Unit Pengadaan Steam

Pada perancangan pabrik Biodiesel ini dibutuhkan suatu peralatan guna menunjang kebutuhan steam. Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi yaitu dengan menyediakan ketel uap (boiler) dengan spesifikasi :

Kapasitas : 1.272,03Kg/jam

Jenis : Water Tube Boiler

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur

kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia kedalam *boiler feed water tank*. Selain itu, perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5-11,5 karena pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi. Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu kedalam *economizer* yaitu alat penukar panas yang dimanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 153°C. kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (burner) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke economizer sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke steam header untuk didistribusikan ke area area proses.

8.3 Unit Pengadaan Tenaga Listrik

Tenaga listrik untuk pabrik Biodiesel ini disuplai oleh jaringan PLN dan sebagai cadangan dipakai generator set untuk mengatasi keadaan apabila terjadi gangguan PLN. Kebutuhan untuk penerangan seperti lampu pabrik dapat dihitung berdasarkan kuat penerangan untuk masing-masing ruangan. Tenaga listrik untuk pabrik ini disuplai oleh dua sumber, diantaranya yaitu :

- a. PLN (Perusahaan Listrik Negara), yang merupakan sumber listrik utama dari pabrik Biodiesel.
- b. PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel), digunakan sebagai cadangan apabila listrik dari PLN mengalami gangguan seperti pemadaman dan masalah teknis lainnya.

Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi :

- a. Listrik untuk proses dan pengolahan air
- b. Listrik untuk penerangan dan AC
- c. Listrik untuk Laboratorium

8.4 Unit Penyediaan Udara Instrumen

Udara tekan berfungsi untuk memenuhi kebutuhan udara instrumentasi. Instrument yang digunakan merupakan sebuah *controller*. Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Udara yang diproduksi di unit utilitas harus memenuhi syarat yaitu terbebas dari minyak, debu, dan air (udara kering) agar system instrumentasi di pabrik tidak cepat rusak. Kebutuhan udara tekan diperoleh dari kompresor yang dilengkapi dengan *dryer* yang berisi silika gel. Udara tekan yang digunakan pada tekanan 4 bar dan suhu 30°C dimana setiap alat control membutuhkan udara tekan sebanyak 2 m³/jam. Jumlah alat control yang digunakan sebanyak 15 buah sehingga total keseluruhan kebutuhan udara tekan adalah 30 m³/jam. Selanjutnya dengan factor keamanan 20% sehingga dibutuhkan udara tekan sebesar 36 m³/jam.

8.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar mempunyai fungsi untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada boiler. Jenis bahan bakar yang digunakan untuk boiler yaitu solar sebanyak 113,32 kg/jam.