

BAB VIII

UTILITAS

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Unit utilitas merupakan unit penunjang bagi unit-unit yang lain dalam pabrik atau sarana penunjang untuk menjalankan suatu pabrik dari tahap awal sampai produk akhir. Unit utilitas ini meliputi :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

8.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

8.1.1. Unit Penyediaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai Sungai bawah tanah di Gua Ngerong, Desa Rengel, Tuban yang tidak jauh dari lokasi pabrik., Untuk menghindari fouling yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air sungai. Pengolahan dilakukan secara fisis dan kimia. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut :

1. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
2. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses

pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.

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 :

- a. Suhu : Dibawah suhu udara
- b. Warna : Jernih
- c. Rasa : Tidak berasa
- d. Bau : Tidak berbau

b. Syarat Kimia, meliputi :

- a. Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- b. Tidak beracun
- c. 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 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).

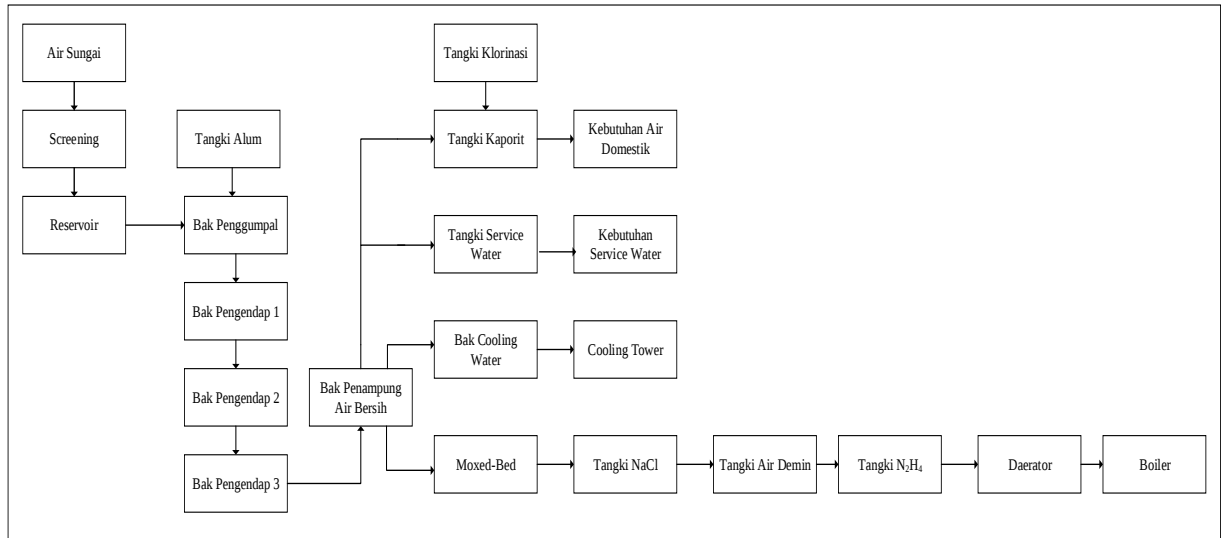
Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

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. Dan pada pabrik Gypsum 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

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 untuk 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. Untuk 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 ini 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

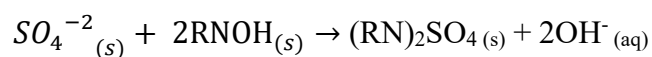
Pada proses demineralisasi bertujuan untuk menyiapkan air yang digunakan untuk boiler feed water dan air ini harus murni serta bebas dari kadar mineral-mineral yang terlarut didalamnya. Proses demineralisasi ini dapat dilakukan dengan alat yang terdiri dari penukaran anion (*anion exchanger*) dan kation (*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 O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 .
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*)

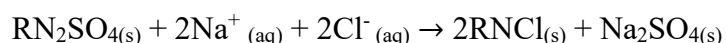
Anion Exchanger memiliki fungsi untuk mengikat ion-ion negatif yang larut dalam air dengan resin yang memiliki sifat basa, yang memiliki formula $RNOH_3$. Sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut. Sebelum di regenerasi anion yang terbentuk di dalam reaksi adalah sebagai berikut:



Ion SO_4^{2-} dapat menggantikan ion OH^- yang ada dalam resin karena selektivitas SO_4^{2-} lebih besar dari selektivitas OH^- . Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut :



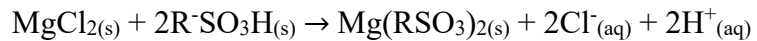
Saat resin anion telah jenuh, maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl. Reaksi Regenerasi :



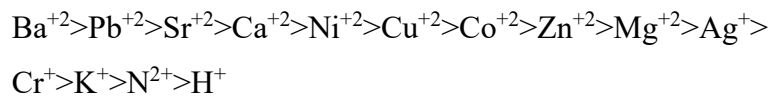
2. Kation (*Cation Exchanger*)

Cation Exchanger merupakan resin penukar kation-kation. Untuk cation exchanger berupa resin padat yang

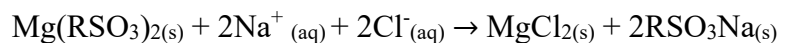
sering ada dipasaran yaitu kation dengan formula RSO_3H dan $(\text{RSO}_3)\text{Na}$, dimana pengganti kation-kation yang dikandung dalam air akan diganti dengan ion H^+ atau Na^+ . Karena menggunakan ion H^+ sehingga air akan keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+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

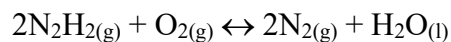


Saat resin kation telah jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl . Reaksi Regenerasi :



9. Deaerator

Unit Deaerator ini bertujuan untuk menghilangkan gas CO_2 dan O_2 yang terikat dalam *feed water*. Air yang sudah mengalami demineralisasi biasanya masih ada 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 terjadinya 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 O₂ dan CO₂ dapat dihilangkan. Hal ini disesebabkan 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 itulah penyebab terjadinya korosi pada pipa-pipa ketel. Dalam hal ini perlu adanya pemanasan yaitu pemanasan dilakukan deengan 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	4.536,15
Heater	HE-02	6.582,48
Total		11.118,64

Direncanakan steam yang digunakan adalah saturated steam dengan kondisi:

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

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

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

Perancangan dibuat over design sebesar 20%

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan steam} &= 20\% \times 11.118,64 \text{ Kg/jam} \\ &= 2223,728 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blowdown} &= 15\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 15\% \times 2223,728 \text{ Kg/jam} \\ &= 333,5592 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Steam Trap} &= 5\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 5\% \times 2223,728 \text{ Kg/jam} \\ &= 111,1864 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan air make up untuk steam = Blowdown + Steam Trap

$$= 333,5592 \text{ Kg/jam} + 111,1864 \text{ Kg/jam} = 444,7456 \text{ Kg/jam}$$

b. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 8. 2 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (Kg/jam)
Reaktor	R-01	32.329,58
Cooler	CL-01	86.382,96
Total		118.662,54

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

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air pendingin} &= 20\% \times 118.622,54 \text{ kg/jam} \\ &= 142.347 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Jumlah air yang menguap (W_e) = $0,00085 \times W_c \times (T_{in} - T_{out})$

$$\begin{aligned} &= 0,00085 \times 118.622,54 \times (17) \\ &= 1.714,1 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Drift Loss (} W_d \text{)} &= 0,0002 \times W_c \\ &= 0,0002 \times 118.622,54 \\ &= 23,72 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blowdown (} W_b \text{)} &= \frac{W_e - (\text{cycle} - 1)W_d}{\text{cycle} - 1} \\ &= 547,64 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Sehingga jumlah makeup air adalah :

1. $W_e = 1.714,1 \text{ kg/jam}$
2. $W_d = 23,72 \text{ kg/jam}$
3. $W_b = 547,64 \text{ kg/jam}$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Make Up Water (} W_m \text{)} &= W_e + W_d + W_b \\ &= 2.285,46 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik terdiri dari kebutuhan air untuk tempat tinggal area mess dan kebutuhan air karyawan.

1. Kebutuhan Air Karyawan

Menurut standar WHO, kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100-120 liter/hari.

Diambil kebutuhan air tiap orang = 100 liter/hari

Jumlah Karyawan = 127 orang

Kebutuhan air untuk semua karyawan = 635 Kg/jam

2. Kebutuhan Air Area Mess

Jumlah mess = 17 rumah

Penghuni mess = 45 orang

Kebutuhan air untuk mess = 225 Kg/jam

Kebutuhan air domestik = 500 Kg/jam

3. Kebutuhan *Service Water*

Kebutuhan air *service water* diperkirakan sekitar 150 kg/jam. perkiraan kebutuhan air ini nantinya akan digunakan untuk layanan umum yang meliputi laboratorium, masjid, pemadam kebakaran, kantin, bengkel dan lain-lain.

8.2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, yang dengan menyediakan ketel uap (boiler) dengan spesifikasi :

Kapasitas : 13.342 kg/jam

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve system* 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 ke dalam boiler feed water tank. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5-11,5 karena pada pH yang terlalu

tinggi korosivitasnya tinggi. Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan dahulu ke dalam economizer, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan 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 Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) kebutuhan listriknya diperoleh dari PLN dan generator diesel. Dimana fungsi generator diesel yaitu sebagai tenaga cadangan saat terjadinya gangguan atau pemadaman listrik oleh PLN. Berikut spesifikasi generator diese yang digunakan yaitu :

Kapasitas = 2.000 kW

Jumlah = 1 buah

Berikut rincian untuk kebutuhan listrik pabrik :

1. Kebutuhan Listrik untuk alat proses

Power yang dibutuhkan = 321.618,3123 Watt
= 321,6183 kW

2. Kebutuhan Listrik untuk utilitas

Power yang dibutuhkan = 716.327,1870 Watt
= 716,3272 kW

3. Kebutuhan listrik untuk penerangan dan AC

Listrik yang digunakan untuk AC diperkirakan sekitar 15 kW Listrik yang digunakan untuk penerangan sekitar 100kW.

4. Kebutuhan Listrik untuk bengkel dan laboratorium

Listrik untuk bengkel dan laboratorium sekitar 40kW

5. Kebutuhan Listrik untuk instrumentasi

Listrik untuk instrumentasi sekitar 10 kW

Tabel 8. 3 Kebutuhan Listrik Pabrik

No.	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1	Kebutuhan Plant	
	Proses	321,6183
	Utilitas	716,3272
2	Listrik AC	15
	Listrik Penerangan	100
3	Laboratorium & Bengkel	40
4	Instrumentasi	10
Total		1202,9455

Total kebutuhan listrik untuk keseluruhan proses adalah 1.202,9455 kW. Dengan faktor daya sebesar 80% maka kebutuhan listrik total sebesar 1.503,6819 kW. Kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN dan generator sebagai cadangannya.

8.4. Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 46,728 m³/jam.

8.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar mempunyai fungsi untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada boiler dan generator. Jenis bahan bakar yang digunakan untuk generator yaitu solar sebanyak 196,6509 kg/jam. Sedangkan untuk bahan bakar fuel oil yang digunakan pada boiler sebanyak 765,2907 kg/jam. Bahan bakar tersebut diperoleh dari PT. Pertamina.

8.6. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang diperoleh dari pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat dikalsifikasikan adalah cair dan gas. Limbah cair berasal dari :

a. Limbah Sanitasi

Limbah sanitasi pembuangan air yang sudah terpakai untuk keperluan kantor dan pabrik lainnya seperti pencucian, air masak dan lain- lain. Penanganan limbah ini tidak memerlukan penanganan khusus karena seperti limbah rumah tangga lainnya, air buangan ini tidak mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya. Yang perlu diperhatikan disini adalah volume buangan yang diijinkan dan kemana pembuangan air limbah ini.

b. Air Limbah Laboratorium dan Limbah Cair dari Proses

Secara umum air limbah yang berasal dari setiap kegiatan di pabrik Kalsium sulfat dihidrat ini harus diolah agar dapat dibuang ke lingkungan dengan kisaran parameter air yang sesuai dengan peraturan pemerintah, yaitu :

1. COD : maks. 100 mg/l
2. BOD : maks. 20 mg/l
3. TSS : maks. 80 mg/l
4. Oil : maks. 5 mg/l
5. pH : 6,5 – 8,5

c. Limbah Hasil Proses

Limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan gipsum ini terdapat limbah berupa gas dan cair. Untuk Limbah gas berupa CO_2 dan Limbah cair berupa H_2O serta H_2SO_4 yang ikut terbawa oleh udara panas sehingga menjadi uap air. Dimana limbah tersebut yang berupa uap air dan gas-gas yang tidak diperlukan dalam proses. Uap air yang dihasilkan dari reaktor dan dryer bukan merupakan gas yang berbahaya. Dalam proses penguapan, bahan seperti karbon dioksida dibutuhkan pengawasan yang ketat agar gas terkondensasi secara sempurna. Kondensasi yang sempurna bertujuan agar gas-gas yang akan diuapkan berubah fasa menjadi cair.