

## **BAB IX**

### **UTILITAS**

Utilitas merupakan unit penunjang utama untuk memperlancar jalannya proses produksi pada suatu pabrik. Oleh karena itu, segala sarana dan prasarananya harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat menjamin kelangsungan operasi suatu pabrik. Berdasarkan kebutuhannya, utilitas pada pabrik magnesium klorida ini meliputi:

1. Unit Pengolahan Air
2. Unit Penyedia Uap (*steam*)
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyedia Bahan Bakar
5. Unit Pengolahan Limbah

#### **9.1. Unit Pengolahan Air**

Air memegang peranan penting dalam suatu proses produksi, baik untuk kebutuhan air umpan *boiler* untuk menghasilkan *steam*, air pendingin, air proses dan kebutuhan domestik. Air yang digunakan untuk proses produksi tersebut harus memenuhi kriteria agar tidak mengakibatkan kerusakan pada alat. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu unit pengolahan air untuk mengolah air yang akan digunakan.

##### **9.1.1. Kebutuhan Uap (*Steam*)**

Bahan baku pembuatan *steam* adalah air umpan *boiler*. *Steam* yang dibutuhkan dalam proses ini pada tekanan 1 atm dan suhu 150°C. Zat-zat yang terkandung dalam air umpan *boiler* dapat menyebabkan kerusakan pada *boiler*. Berikut adalah zat-zat yang dapat merusak *boiler*:

- a. Kadar zat terlarut (*soluble matter*) yang tinggi
- b. Zat padat terlarut (*suspended solid*)
- c. Garam-garam kalsium dan magnesium
- d. Zat organik (*organic matter*)



- e. Silika, sulfat, asam bebas dan oksida

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan *boiler* :

- a. Tidak boleh membentuk kerak dalam *boiler*.

Kerak dalam *boiler* akan menyebabkan :

- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena *boiler* mendapat tekanan yang kuat.

- b. Tidak boleh membentuk buih (berbusa)

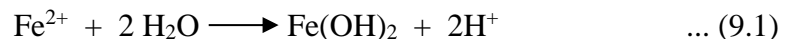
Busa disebabkan oleh adanya *solid matter*, *suspended matter* dan kebasaaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa diantaranya :

- Kesulitan pembacaan tinggi *liquid* dalam *boiler*
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat yang mengakibatkan adanya *solid-solid* yang menempel dan mengakibatkan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

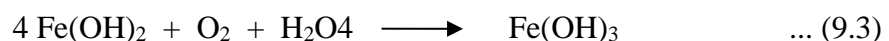
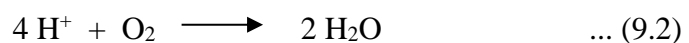
Untuk mengatasi hal ini, perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan lumpur, kerak dan alkalinitas air umpan *boiler*.

- c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa *boiler* disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas-gas H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :

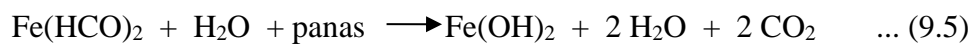


Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :





Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO<sub>2</sub>, karena pemanasan dan adanya tekanan. CO<sub>2</sub> yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini membentuk CO<sub>2</sub> lagi. Reaksi yang terjadi :



Kebutuhan *steam* pada pabrik pembuatan *precipitated silica* dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 9.1** Kebutuhan *Steam*

No	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah <i>steam</i> (kg/jam)
1	<i>Heater 1</i>	E-131	6508.9042
2	<i>Heater 2</i>	E-122	30040.9388
3	<i>Heater Udara</i>	E-331	780.0958
Total			37329.9389

Tambahan untuk faktor keamanan diambil sebesar 10 %. Jadi, total *steam* yang dibutuhkan sebesar 41062.9328 kg/jam. Diperkirakan 90% kondensat dapat digunakan kembali, sehingga kondensat yang digunakan kembali sebesar 36956.6395 kg/jam.

### 9.1.2. Kebutuhan Air

Pada proses produksi, air memegang peranan penting, baik untuk kebutuhan proses maupun kebutuhan domestik. Kebutuhan air pada pabrik *precipitated silica* adalah sebagai berikut :

- Air untuk umpan ketel uap = 41062.9328 kg/jam
- Kebutuhan air pendingin



Air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut :

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- e. Tidak terdekomposisi

Air yang telah digunakan untuk mendinginkan suatu alat proses, akan mengalami kenaikan temperatur sesuai dengan kondisi operasi alat tersebut. Untuk menghemat pemakaian air pendingin maka sistem air pendingin dilakukan dalam suatu sistem sirkulasi. Sehingga diperlukan alat yang digunakan mendinginkan air tersebut untuk dapat digunakan kembali, yaitu dengan *cooling tower*. Beberapa hal yang harus diperhatikan pada air pendingin antara lain:

- a. *Hardness*, yang memberikan efek pembentukan kerak.
- b. Besi, penyebab korosi kedua.
- c. Silika, penyebab kerak.
- d. Minyak, penyebab terganggunya proses perpindahan panas karena bisa menyebabkan terbentuknya endapan.

**Tabel 9.2** Kebutuhan Air Pendingin

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan Air (kg/jam)
1	Reaktor	R-210	92640.6077
2	<i>Cooling Conveyor</i>	J-335	117581.0675
4	<i>Cooler</i>	E-212	214036.0440
Total			31.5789,7457

Tambahan untuk faktor keamanan diambil sebesar 10%. Jadi, total air pendingin yang dibutuhkan sebesar 214036.0440 kg/jam. Air pendingin digunakan kembali setelah didinginkan dalam *cooling tower*. Dengan menganggap terjadi kehilangan air selama proses sirkulasi, maka total air tambahan yang diperlukan adalah jumlah air untuk pencucian pada proses produksi, jumlah air yang hilang karena



penguapan, *drift loss* dan *blowdown*. Dianggap air yang hilang saat proses pendinginan sebesar 20%, sehingga jumlah air yang disirkulasi sebesar 373346.7929 kg/jam.

c. Kebutuhan Air Proses

Kebutuhan air proses pada pabrik *precipitated silica* ditunjukkan pada tabel berikut:

**Tabel 9.3** Kebutuhan Air Proses

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan Air (kg/jam)
1	<i>Mixer</i>	M-130	64924.5075
2	<i>RDVF</i>	H-320	3125.3125
Total			13.609,9640

Air proses adalah air yang diperlukan untuk kebutuhan proses. Tambahan untuk faktor keamanan diambil sebesar 20%. Jadi, total air proses yang dibutuhkan sebesar 81659.7840 kg/jam.

d. Air Sanitasi

Air domestik digunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga perusahaan, yaitu air minum, mandi, mencuci, laboratorium dan lain-lain. Air domestik yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat tertentu :

1. Syarat fisik

- Suhu normal di bawah suhu udara luar
- Warna jernih
- Tidak berasa
- Tidak berbau

2. Syarat kimia

- Tidak mengandung zat organik maupun anorganik
- Tidak beracun
- Tidak mengandung bakteri-bakteri terutama bakteri patogen

Perkiraan pemakaian air sanitasi untuk berbagai kebutuhan sebagai berikut:

**Tabel 9.4** Kebutuhan Air Sanitasi



No.	Keperluan	Kebutuhan air (kg/jam)
1.	Kebutuhan air karyawan	781,6088
2.	Kebutuhan air laboratorium, poliklinik, kantin dan tempat ibadah	270,833
3.	Kebutuhan air kebersihan dan taman	390,8044
4.	Kebutuhan air perumahan dan <i>mess</i>	1666.6667
5.	Kebutuhan air pemadam kebakaran dan cadangan air	2.020,5451
<b>Total</b>		<b>3.687,2118</b>

Tambahan untuk faktor keamanan diambil sebesar 10% akibat kebocoran. Jadi, total air sanitasi yang dibutuhkan sebesar 4.055,933 kg/jam.

**Tabel 9.5** Kebutuhan Air Keseluruhan

No.	Penggunaan	Jumlah (kg/jam)
1	<i>Steam</i>	41062.933
2	Air Pendingin	4666683.4911
3	Air Proses	81659.784
4	Air Sanitasi	4055,9330
<b>Total</b>		<b>593462.1408</b>

Sehingga total kebutuhan air yang memerlukan pengolahan awal sebesar 593462.1408 kg/jam.

### 9.1.3. Pengolahan Air

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan desinfektan maupun dengan penggunaan *ion exchanger*. Kebutuhan air untuk pabrik *precipitated silica* diperoleh dari Sungai Cidanau yang terletak di kawasan pabrik dengan debit air adalah sebesar 101.160 m<sup>3</sup>/jam. Air sungai ini



terlebih dahulu dilakukan proses pengolahan agar memenuhi syarat sebagai air bersih dan aman digunakan sebagai air umpan *boiler*.

**Tabel 9.6** Standar Kualitas Air Bersih

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Badan Air Kelas I	Teknik Pengujian
Parameter Fisika				
1	Temperatur	°C	-	Temperatur
2	Zat padat terlarut	mg/L	1000	Gravimetri
3	Zat padat tersuspensi	mg/L	50	Gravimetri
Parameter Kimia				
4	pH	-	6 – 9	pH meter
5	COD	mg/L	10	Reflux kalium dikromat
6	DO	mg/L	6	DO meter
7	Total Fosfat	mg/L	0.2	Spektrofotometri
8	NO <sub>3</sub> -N	mg/L	10	Spektrofotometri (Brusin)
9	NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.5	Spektrometri (Nesler)
10	Arsen (As)	mg/L	0.05	-
11	Kobalt (Co)	mg/L	0.2	AAS
12	Barium (Ba)	mg/L	1	-
13	Boron (B)	mg/L	1	-
14	Selenium (Se)	mg/L	0.01	AAS
15	Kadmium (Cd)	mg/L	0.01	AAS
16	Khrom (VI)	mg/L	0.05	AAS
17	Tembaga (Cu)	mg/L	0.02	AAS
18	Besi (Fe)	mg/L	0.3	AAS



**Tabel 9.6** Standar Kualitas Air Bersih (lanjutan)

19	Timbal (Pb)	mg/L	0.03	AAS
20	Mangan (Mn)	mg/L	0.1	AAS
21	Air Raksa (Hg)	mg/L	0.001	AAS
22	Seng (Zn)	mg/L	0.05	AAS
23	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	600	Titrimetri
24	Sianida (CN)	mg/L	0.02	Destilasi
25	Fluorida (F)	mg/L	0.5	Spektrofotometri
26	Nitrit (NO <sub>2</sub> )	mg/L	0.06	Spektrofotometri (NED)
27	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/L	400	Spektrofotometri
28	Klorin Bebas (Cl <sub>2</sub> )	mg/L	0.03	Titrimetri
29	Belerang sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	0.002	Spektrofotometri
Kimia Organik				
30	Minyak dan Lemak	mg/L	1000	Ekstraksi/gravimetri
31	Detergen sebagai MBAS	mg/L	200	Spektrofotometri
32	Fenol	mg/L	1	Titrimetri
Parameter Mikrobiologi				
33	Fecal Coliform	per 100 mL	100	MPN
34	Total Coliform	per 100 mL	1000	MPN

Sumber: Departemen Kesehatan Republik Indonesia 2002.

Penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Biaya lebih rendah dibanding biaya dari sumber air lainnya.
- b. Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.





c. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

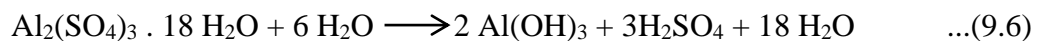
Untuk menjamin kelangsungan penyediaan air, maka di lokasi pengambilan air dibangun fasilitas penampungan air (*waterintake*) yang juga merupakan tempat pengolahan awal air sungai. Pengolahan ini meliputi penyaringan sampah dan kotoran yang terbawa bersama air. Selanjutnya air dipompakan ke lokasi pabrik untuk diolah dan digunakan sesuai dengan keperluannya. Pengolahan air di pabrik terdiri dari beberapa tahap, yaitu :

1. Tahap pemisahan kotoran awal

Untuk menghilangkan padatan-padatan dalam air, maka air dimasukkan ke dalam bak pengendap air sungai (bak sedimentasi) untuk menghilangkan padatan yang ada.

2. Klarifikasi

Klarifikasi merupakan proses penghilangan kekeruhan di dalam air. Air dari bak pengendap dialirkan ke dalam *clarifier*. *Clarifier* berfungsi sebagai tempat pengolahan air tahap pertama yaitu proses penjernihan air untuk menghilangkan zat padat dalam bentuk suspensi dengan jalan netralisasi, koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Koagulan yang biasa ditambahkan adalah alum. Alum berfungsi untuk membentuk gumpalan dari partikel yang tersuspensi dalam air. Bila alum dikontakkan dengan air maka akan terjadi hidrolisa yang menghasilkan aluminium hidroksida ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) dan asam sulfat. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Gumpalan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  yang berupa koloid akan mengendap bersama kotoran lain yang terikat ke dalam air. Proses ini juga membutuhkan larutan soda abu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) sebagai pH *adjustment* untuk mengatur pH air yang akan digunakan pada proses pabrik. Berdasarkan hasil perhitungan jumlah alum yang dibutuhkan sebesar 11,2872 kg/jam dan soda abu yang diperlukan sebesar 11,2872 kg/jam.

*Clarifier* dilengkapi dengan *scraper (rake)*. *Scraper* berfungsi mencegah agar flok – flok (gumpalan lumpur) tidak pekat di dasar *clarifier* dan bekerja



dengan kecepatan 3 rpm. Kotoran – kotoran yang mengendap bersama *sludge* (lumpur) dikeluarkan dari bawah *clarifier* sebagai *blow down*, sedangkan air jernih dari *clarifier* keluar lewat *over flow* untuk dibersihkan lagi dalam *gravity sand filter*.

### 3. Filtrasi

Proses filtrasi berfungsi untuk memisahkan partikel-partikel, kotoran yang masih terikat bersama air. Bagian bawah alat penyaring dilengkapi dengan *strainer* sebagai penahan. Selama pemakaian, daya saring *sand filter* akan menurun. Untuk itu diperlukan regenerasi secara berkala dengan cara pencucian balik (*back washing*).

Setelah melalui *sand filter*, air dipompakan ke bak penampungan sebelum didistribusikan untuk berbagai kebutuhan. Untuk air proses, air laboratorium, air umpan boiler dan air pendingin masih diperlukan pengolahan lebih lanjut, yaitu proses softening dan deaerasi. Untuk air sanitasi dilakukan penambahan air dengan klorin untuk membunuh kuman-kuman di dalam air. Khusus untuk air minum, setelah dilakukan penambahan klorin diteruskan ke penyaring air (*water treatment system*) sehingga air yang keluar merupakan air sehat dan memenuhi syarat-syarat air minum. Penambahan klorin biasanya sebanyak 2 ppm dari air yang diolah (Filani,2013). Berdasarkan hasil perhitungan jumlah klorin yang digunakan sebesar 0.0081 kg/jam.

### 4. Demineralisasi

Air untuk umpan ketel dan pendingin pada reaktor harus murni dan bebas dari garam-garam terlarut. Untuk itu perlu dilakukan proses demineralisasi. Alat demineralisasi dibagi atas:

#### a. Penukar Kation (*Cation Exchanger*)

Penukar kation berfungsi untuk mengikat logam-logam alkali dan mengurangi kesadahan air yang digunakan. Proses yang terjadi adalah pertukaran antara kation Ca, Mg dan kation lain yang larut dalam air dengan kation dari resin. Resin yang digunakan bertipe *greendsand* (Fe-silika) dengan spesifikasi kapasitas penyerapan 0.18 eq/L dengan tinggi bed



minimum 24 in, dirancang untuk bekerja dengan siklus 24 jam, terdiri dari 16 jam operasi dan 8 jam regenerasi. Reaksi yang terjadi :



Untuk regenerasi dipakai HCl dengan reaksi :



Berdasarkan hasil perhitungan dibutuhkan HCl sebanyak 15,4431 kg/jam.

b. Penukar Anion (*Anion Exchanger*)

Penukar anion berfungsi untuk menukar anion yang terdapat dalam air dengan ion hidroksida dari resin. Resin ini merupakan jenis *acrylic based* dengan kapasitas penyerapan 0.35-0.7 eq/L dan tinggi bed minimum 30 in dan dirancang untuk bekerja dengan siklus 24 jam, terdiri dari 16 jam operasi dan 8 jam regenerasi. Reaksi yang terjadi :



Untuk regenerasi dipakai larutan NaOH dengan reaksi:





Berdasarkan hasil perhitungan dibutuhkan NaOH sebanyak 15,5461 kg/jam.

## 5. Deaerasi

*Deaerator* berfungsi untuk menghilangkan gas terlarut yang keluar dari alat penukar ion (*ion exchanger*) dan kondensat bekas sebelum dikirim sebagai air umpan ketel sebab gas-gas tersebut dapat menyebabkan kerak (*scale*) pada *tube boiler*. Proses pada *deaerator* juga diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) yang berfungsi membantu mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga lebih mudah dihilangkan. Jumlah hidrazin yang dibutuhkan sebanyak 0.0424 kg/jam. Hasil dari pengolahan ini air umpan *boiler* diasumsikan sudah memenuhi persyaratan yang mengacu pada standar yang ditetapkan yakni SNI 7268-2009.

**Tabel 9.7** Syarat-Syarat Air Umpan *Boiler*

Uraian	Satuan	Syarat-syarat	
		Air Umpan	Air Ketel
	-	7,5 – 9,5	10,3 – 11,5
• pH	ppm	-	Max. 300
• Alkalinitas PI	ppm	-	Max. 300
• Alkalinitas PR	ppm	20	Max. 700
• Alkalinitas Total	ppm	Max. 10	-
• Kesodaan Total	-	-	12 – 16
• DM Value	ppm	Max.100	Max. 2500
• TDS	ppm	Max. 120	-
• Silika ( $\text{SiO}_2$ )			

### 9.1.4. Spesifikasi Alat Unit Pengolahan Air

#### 1. *Reservoir* (F-110)



Fungsi	:	Menampung air dari sungai
Tipe	:	Bak empat persegi panjang
Bahan	:	Beton bertulang
Jumlah	:	1 buah
Panjang	:	12,8575 m $\approx$ 12,9 m
Lebar	:	8,5717 m $\approx$ 8,6 m
Tinggi	:	4,2858 m $\approx$ 4,3 m
Volume bak	:	472,3413 m <sup>3</sup>

## 2. Screen Air Sungai (H-111)

Fungsi	:	Menyaring partikel-partikel padat berukuran besar yang terdapat dalam air sungai
Kapasitas	:	376.238,5483 kg/jam
Jumlah	:	1 buah
Ukuran		
- Panjang	:	1 m
- Lebar	:	1 m
- <i>Bar Spacing</i>	:	20 Mm

## 3. Pompa Air Sungai (L-112)

Fungsi	:	mengalirkan air sungai ke <i>reservoir</i>
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Commercial steel</i>
Jumlah	:	1 buah
Rate Volumetrik	:	3,7084 ft <sup>3</sup> /s
Kecepatan Aliran	:	1,1110 ft/s
Ukuran Pipa	:	- NPS : 12 in
		- <i>Sch. Number</i> : 30
		- OD : 0,3239 m
		- ID : 0,3071 m
		- <i>Flow Area</i> : 0,3101 m <sup>2</sup>



Power Motor : 15.0 Hp

#### 4. Bak Sedimentasi (F-120)

Fungsi : Mengendapkan kotoran  
Tipe : Bak empat persegi panjang  
Bahan : Beton bertulang  
Jumlah : 1 Buah  
Panjang : 12,8875 m  $\approx$  12,9 m  
Lebar : 8,5717 m  $\approx$  8,6 m  
Tinggi : 4,2858 m  $\approx$  4,3 m  
Volume bak : 472,3413 m<sup>3</sup>

#### 5. Pompa Bak Sedimentasi (L-113)

Fungsi : mengalirkan air dari *reservoir* ke bak sedimentasi  
Tipe : *Centrifugal pump*  
Bahan Konstruksi : *Commercial steel*  
Jumlah : 1 buah  
Rate Volumetrik : 3,7084 ft<sup>3</sup>/s  
Kecepatan Aliran : 1,1110 ft/s  
Ukuran Pipa : - NPS : 12 in  
                  - *Sch. Number* : 30  
                  - OD : 0,3239 m  
                  - ID : 0,3071 m  
                  - *Flow Area* : 0,3101 m<sup>2</sup>  
Power Motor : 10,0 Hp

#### 6. Clarifier (F-130)

Fungsi : Tempat terjadinya proses flokulasi, koagulasi dan sedimentasi  
Tipe : *Circular clarifier*



Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*  
Jumlah : 1 buah  
Diameter : 6,074 M  
Tinggi : 11,364 M  
Daya pengaduk : 0,500 Hp

#### 7. Bak Penampung Air *Clarifier* (F-140)

Fungsi : Tempat untuk menampung air jernih yang keluar dari *clarifier*  
Tipe : Bak empat persegi panjang  
Bahan : Beton bertulang  
Jumlah : 1 Buah  
Panjang : 13,8503 m  $\approx$  13,9 m  
Lebar : 9,2335 m  $\approx$  9.2 m  
Tinggi : 4,6168 m  $\approx$  4,6 m  
Volume bak : 590,4266 m<sup>3</sup>

#### 8. Pompa *Sand Filter* (L-141)

Fungsi : mengalirkan air dari bak penampungan ke *sand filter*  
Tipe : *Centrifugal pump*  
Bahan Konstruksi : *Commercial steel*  
Jumlah : 1 Buah  
*Rate Volumetrik* : 3,7084 ft<sup>3</sup>/s  
Kecepatan Aliran : 1,1110 ft/s  
Ukuran Pipa : - NPS : 12 m  
                  - *Sch. Number* : 30  
                  - OD : 0,3239 m  
                  - ID : 0,3071 m  
                  - *Flow Area* : 0,3101 m<sup>2</sup>  
Power Motor : 10.0 Hp



### 9. *Sand Filter* (H-150)

Fungsi	:	Menyaring kotoran yang masih terkandung dalam air atau yang lolos dari <i>clarifier</i>
Bahan	:	<i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	:	1 Buah
Diameter	:	2,6642 m
Tinggi tangki	:	3,9963 m

### 10. Bak Air Bersih (F-160)

Fungsi	:	Tempat untuk menampung air bersih dari <i>sand filter</i>
Tipe	:	Bak empat persegi panjang
Bahan	:	Beton bertulang
Jumlah	:	1 Buah
Panjang	:	13,8503 m $\approx$ 13,9 m
Lebar	:	9,2335 m $\approx$ 9,3 m
Tinggi	:	4,6168 m $\approx$ 4,6 m
Volume bak	:	590,4266 m <sup>3</sup>

### 11. Pompa *Kation Exchanger* (L-161)

Fungsi	:	mengalirkan air dari bak air bersih ke <i>kation exchanger</i>
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Commercial steel</i>
Jumlah	:	1 Buah
Rate Volumetrik	:	3,6684 ft <sup>3</sup> /s
Kecepatan Aliran	:	1,0990 ft/s
Ukuran Pipa	:	- NPS : 12 In
		- <i>Sch. Number</i> : 30
		- OD : 0,3239 m
		- ID : 0,3071 m
		- <i>Flow Area</i> : 0,3101 m <sup>2</sup>





Power Motor : 5,0 Hp

### 12. Pompa *Water Hydrant* (L-162)

Fungsi : mengalirkan air *water hydrant* dari bak air bersih

Tipe : *Centrifugal pump*

Bahan Konstruksi : *Commercial steel*

Jumlah : 1 Buah

*Rate Volumetrik* : 0,0199 ft<sup>3</sup>/s

Kecepatan Aliran : 0,1412 ft/s

Ukuran Pipa : - NPS : 1 ½ in

- *Sch. Number* : 40

- OD : 0,0483 m

- ID : 0,0409 m

- *Flow Area* : 0,0131 m<sup>2</sup>

Power Motor : 1,5 Hp

### 13. Bak Air Sanitasi (F-170)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan sanitasi

Tipe : Bak empat persegi panjang

Bahan : Beton bertulang

Jumlah : 1 Buah

Panjang : 3,0596 m ≈ 3 M

Lebar : 2,0398 m ≈ 2 M

Tinggi : 1,0199 m ≈ 1 M

Volume bak : 6,3649 m<sup>3</sup>

### 14. Pompa Air Sanitasi (L-171)

Fungsi : mengalirkan air sanitasi ke pabrik dan perumahan

Tipe : *Centrifugal pump*

Bahan Konstruksi : *Commercial steel*



Jumlah	:	1	Buah
Rate Volumetrik	:	0,0400	ft <sup>3</sup> /s
Kecepatan Aliran	:	0.1162	ft/s
Ukuran Pipa	:	- NPS	: 2 In
		- Sch. Number	: 40
		- OD	: 0,0605 m
		- ID	: 0,0525 m
		- <i>Flow Area</i>	: 0,3440 m <sup>2</sup>
Power Motor	:	1,5	Hp

#### 15. *Kation Exchanger (F-210)*

Fungsi	:	Mengikat ion - ion positif yang terkandung dalam air (mengurangi kesadahan dengan menambah HCl)
Tipe	:	Tangki silinder tegak dengan tutup <i>torispherical</i>
Bahan	:	<i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	:	1 buah
Diameter	:	6,0770 m
Tinggi <i>head</i> atas	:	0,8385 m
Tinggi <i>head</i> bawah	:	0,8385 m
Tinggi resin	:	0,4841 m
Tinggi <i>shell</i>	:	0,9178 m
Tinggi total	:	2,5948 m
Jenis Resin	:	<i>Greensand (Fe-Silika)</i>
Regenerasi	:	HCl 37%
Kebutuhan HCl	:	15,4432 kg/jam

#### 16. *Pompa Anion Exchanger (L-211)*

Fungsi	:	mengalirkan air umpan <i>anion exchanger</i>
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Commercial steel</i>
Jumlah	:	1 Buah



Rate Volumetrik	:	3,6684	ft <sup>3</sup> /s
Kecepatan Aliran	:	1,0990	ft/s
Ukuran Pipa	:	- NPS	: 12 in
		- <i>Sch. Number</i>	: 30
		- OD	: 0,3239 m
		- ID	: 0,3071 m
		- <i>Flow Area</i>	: 0,3101 m <sup>2</sup>
Power Motor	:	5	Hp

#### 17. *Anion Exchanger* (F-220)

Fungsi	:	Mengikat ion - ion negatif yang terkandung dalam air
Tipe	:	Tangki silinder tegak dengan tutup <i>torispherical</i>
Bahan	:	<i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	:	1 buah
Diameter	:	6,0770 m
Tinggi <i>head</i> atas	:	0,8385 m
Tinggi <i>head</i> bawah	:	0,8385 m
Tinggi resin	:	0,4873 m
Tinggi <i>shell</i>	:	0,9239 m
Tinggi total	:	2,6009 m
Jenis Resin	:	<i>acrylic base</i>
Regenerasi	:	NaOH
Kebutuhan NaOH	:	15,5461 kg/jam

#### 18. Pompa Tangki *Softening Water* (L-221)

Fungsi	:	mengalirkan air dari <i>anion exchanger</i> ke tangki <i>softening water</i>
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Commercial steel</i>
Jumlah	:	1 Buah
Rate Volumetrik	:	3,6684 ft <sup>3</sup> /s
Kecepatan Aliran	:	1,0990 ft/s



Ukuran Pipa	:	- NPS	:	12 in
		- <i>Sch. Number</i>	:	30
		- OD	:	0,3239 m
		- ID	:	0,3071 m
		- <i>Flow Area</i>	:	0,3101 m <sup>2</sup>
Power Motor	:	25.0 Hp		

### 19. Tangki *Softening Water* (F-230)

Fungsi	:	Menampung <i>softening water</i>
Tipe	:	Tangki penampung silinder tegak, dengan tutup atas <i>torispherical</i> dan tutup bawah datar
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	:	1 buah
Diameter luar	:	240 in = 6,0960 m
Tebal <i>shell</i>	:	5/8 in = 0,0159 m
Tebal tutup atas	:	5/16 in = 0,0079 m
Tebal tutup bawah	:	4,7017 in = 0,1194 m
Tinggi tangki	:	10,4744 m

### 20. Pompa *Deaerator* (L-231)

Fungsi	:	mengalirkan air dari tangki <i>softening water</i> ke <i>deaerator</i>
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Commercial steel</i>
Jumlah	:	1 Buah
<i>Rate Volumetrik</i>	:	3,6684 ft <sup>3</sup> /s
Kecepatan Aliran	:	1,0990 ft/s
Ukuran Pipa	:	- NPS : 12 in
		- <i>Sch. Number</i> : 30
		- OD : 0,3239 m
		- ID : 0,3071 m
		- <i>Flow Area</i> : 0,3101 m <sup>2</sup>



Power Motor : 2,5 Hp

### 21. *Deaerator* (DE-310)

Fungsi : Melepaskan gas-gas yang terlarut dalam air seperti O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> yang dapat menyebabkan terjadinya korosi

Tipe : Silinder horizontal dengan tutup jenis *torispherical dished head*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 240 grade C*

Bahan isian : *Raschig ring ceramic*

Jumlah : 1 buah

Diameter luar : 54 in = 1,372 m

Tebal *shell* : 3/16 in = 0,005 m

Tebal tutup atas : 3/16 in = 0,005 m

Tebal tutup bawah : 3/16 in = 0,005 m

Panjang *deaerator* : 1,310 m

### 22. *Pompa Boiler* (L-311)

Fungsi : mengalirkan air dari *deaerator* ke *boiler*

Tipe : *Centrifugal pump*

Bahan Konstruksi : *Commercial steel*

Jumlah : 2 Buah

*Rate* Volumetrik : 0,0418 ft<sup>3</sup>/s

Kecepatan Aliran : 0,1215 ft/s

Ukuran Pipa : - NPS : 2 in  
- *Sch. Number* : 40  
- OD : 0,0605 m  
- ID : 0,0525 m  
- *Flow Area* : 0,3440 m<sup>2</sup>

Power Motor : 1.5 Hp

### 23. *Cooling Tower* (P-330)



Fungsi	:	Mendinginkan <i>recycle</i> air pendingin dari peralatan proses dan <i>make up</i> air pendingin
Tipe	:	<i>Counterflow induced-draft cooling tower</i>
Jumlah	:	1 Buah
Panjang	:	5,342 m
Lebar	:	5,342 m
Tinggi	:	3,115 m
Kebutuhan udara	:	2.361,111 ft <sup>3</sup> /s
<i>Power blower</i>	:	20 Hp

### 9.2. Unit Penyedia Uap (*Steam*)

Untuk menghasilkan *steam* yang dibutuhkan pabrik, maka digunakan alat *boiler* dengan spesifikasi sebagai berikut:

Alat	:	<i>Boiler</i>
Kode	:	Q-320
Fungsi	:	Menghasilkan <i>steam</i>
Tipe	:	<i>water tube boiler</i>
Bahan	:	<i>Carbon steel</i>
Jumlah	:	2 buah
Jumlah <i>steam</i>	:	8.481,9382 kg/jam
<i>Power boiler</i>	:	300 Hp
Jumlah <i>tube</i>	:	24 Buah
Solar yang diperlukan	:	263,7419 liter/jam

### 9.3. Unit Pembangkit Listrik

Listrik digunakan untuk penggerak alat-alat proses, utilitas, instrumentasi, bengkel/gudang/*warehouse*, ruang kontrol, penerangan dan keperluan kantor lainnya. Kebutuhan listrik di pabrik *precipitated silica* kapasitas 10.000 ton/tahun adalah sebesar 809,183 kW atau 9,520 kva. Untuk *power* keamanan diambil sebesar 20% sehingga kebutuhan total listrik sebesar 971,0190 kW atau 11,424 kva. Listrik disuplai dari generator dengan spesifikasi sebagai berikut:



Nama Alat	:	Generator
Fungsi	:	sebagai penyedia kebutuhan listrik
Jenis	:	AC generator
Power	:	1500 Kw
Tegangan	:	220/380 volt
Power faktor	:	0.85
Jumlah	:	1 Buah

#### 9.4. Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk menggerakkan generator dan untuk bahan bakar *boiler*. Bahan bakar yang digunakan adalah solar, diperlukan untuk kebutuhan generator sebanyak 124,9599 liter/jam dan *boiler* sebanyak 263,7419 liter/jam. Sebelum digunakan bahan bakar tersebut disimpan dalam tangki penyimpanan bahan bakar dan dipompakan menggunakan pompa bahan bakar dengan spesifikasi sebagai berikut:

##### 1. Tangki Bahan Bakar

Nama Alat	:	Tangki bahan bakar
Kode	:	F-240
Fungsi	:	Menyimpan bahan bakar solar
Bentuk	:	Bangunan persegi, tutup prisma segi empat Tangki berupa silinder tegak, tutup atas berupa <i>conical roof</i> dan tutup bawah berupa <i>plate</i> .
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	:	1 Buah
Suhu Penyimpanan	:	30 °C
Tekanan Penyimpanan	:	1 Atm
Waktu Penyimpanan	:	30 Hari
Diameter luar	:	25 ft = 7,6200 m
Tebal <i>Shell</i>	:	0.5000 in = 0,0127 m



Tebal tutup atas	:	0,1875	in	=	0,0048	m
Tebal tutup bawah	:	0,4375	in	=	0,0111	m
Tinggi tangki	:	13,11	ft	=	3,9946	m

## 2. Pompa Bahan Bakar

Nama Alat	:	Pompa bahan bakar				
Kode	:	L-241				
Fungsi	:	mengalirkan bahan bakar ke <i>boiler</i> dan generator				
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>				
Bahan Konstruksi	:	<i>Commercial steel</i>				
Jumlah	:	1	buah			
Rate Volumetrik	:	0,0034	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	:	0.5915	ft/s			
Ukuran Pipa	:	- NPS	:	½	in	
		- <i>Sch. Number</i>	:	40		
		- OD	:	0,0213	m	
		- ID	:	0,0158	m	
		- <i>Flow Area</i>	:	0,0057	m <sup>2</sup>	
Power Motor	:	1,5	Hp			

## 9.5. Unit Pengolahan Limbah

Limbah dari suatu pabrik harus diolah sebelum dibuang ke badan air atau atmosfer, karena limbah tersebut mengandung bermacam-macam zat yang dapat membahayakan alam sekitar maupun manusia. Demi kelestarian lingkungan hidup, maka setiap pabrik harus mempunyai unit pengolahan limbah. Sumber limbah cair pabrik *precipitated silica* meliputi:

### 1. Limbah proses

Proses pembuatan *precipitated silica* menghasilkan limbah cair dengan jumlah 2.353,607 liter/jam.

### 2. Limbah cair hasil pencucian peralatan pabrik





Limbah ini diperkirakan mengandung kerak dan kotoran-kotoran yang melekat pada peralatan pabrik dengan jumlah 60 liter/jam.

### 3. Limbah domestik

Limbah ini mengandung bahan organik sisa pencernaan yang berasal dari kamar mandi di lokasi pabrik, serta limbah dari kantin berupa limbah padat dan limbah cair dengan jumlah 30 liter/jam.

### 4. Limbah laboratorium

Limbah yang berasal dari laboratorium dengan jumlah 20 liter/jam ini mengandung bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menganalisa mutu bahan baku yang dipergunakan dan mutu produk yang dihasilkan, serta yang dipergunakan untuk penelitian dan pengembangan proses.

Alat-alat yang digunakan pada unit pengolahan limbah adalah sebagai berikut:

#### 1. Bak Penampung Limbah

Nama Alat	:	Bak Penampung Limbah
Fungsi	:	Menampung air limbah dari kegiatan proses, laboratorium, dan pencucian alat
Tipe	:	Bak beton bertulang
Jumlah	:	2 Buah
Kapasitas	:	83,7298 m <sup>3</sup>
Luas	:	43,5690 m <sup>2</sup>
Panjang	:	4,667 m
Lebar	:	4,667 m
Tinggi	:	2,334 m

#### 2. Bak Pengendap Limbah

Nama Alat	:	Bak Pengendap Limbah
Fungsi	:	Mengendapkan limbah
Tipe	:	Bak beton bertulang
Jumlah	:	2 Buah
Kapasitas	:	50,838 m <sup>3</sup>



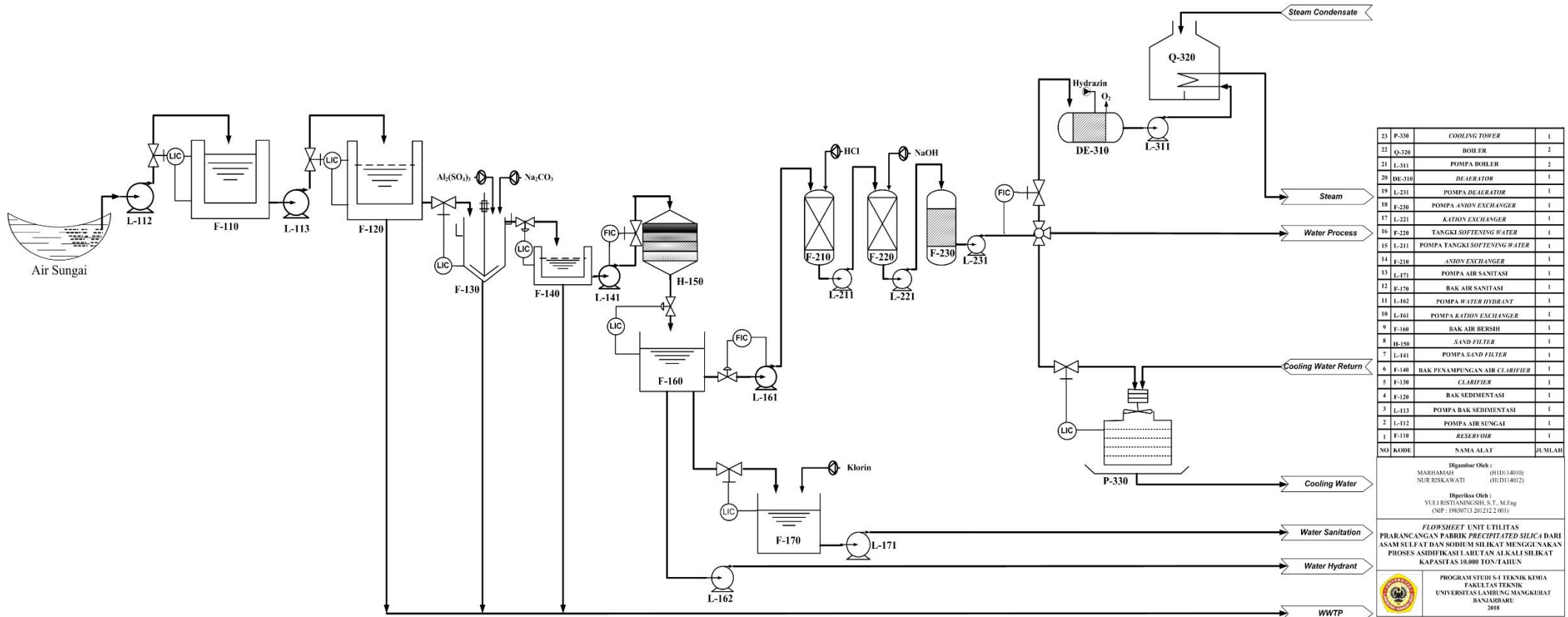
Luas : 21,784 m<sup>2</sup>  
Panjang : 4,667 m  
Lebar : 4,667 m  
Tinggi : 2,334 m

### 3. Bak Aerasi

Nama Alat : Bak Aerasi  
Fungsi : Penambahan O<sub>2</sub> ke dalam air limbah, sehingga mengaktifkan mikroba yang dapat menguraikan limbah itu sendiri.  
Tipe : Bak beton bertulang  
Jumlah : 2 Buah  
Kapasitas : 101,676 m<sup>3</sup>  
Luas : 21,784 m<sup>2</sup>  
Panjang : 4,667 m  
Lebar : 4,667 m  
Tinggi : 2,334 m

**FLOW DIAGRAM WATER TREATMENT  
(UNIT UTILITAS)**

**PRARANCANGAN PABRIK *PRECIPITATED SILICA* DARI ASAM SULFAT DAN SODIUM SILIKAT  
MENGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI LARUTAN ALKALI SILIKAT KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**



**Gambar 9.1** Flow Diagram Proses Unit Utilitas