

## BAB IV

### UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

#### 4.1. Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses disebut juga unit utilitas merupakan bagian penting yang menunjang berlangsungnya suatu proses dalam suatu pabrik. Unit pendukung proses antara lain: unit penyediaan air (meliputi air proses, air pendingin, air sanitasi, air umpan *boiler*, dan air untuk perkantoran), uap panas (*steam*), listrik, dan penyediaan bahan bakar.

1. Unit Penyediaan Air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai air pendingin, air umpan *boiler*, serta air konsumsi umum atau sanitasi.

2. Unit Penyediaan *Steam*

Unit ini bertugas menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas *heat exchanger* (*heater* dan *reboiler*).

3. Unit Penyediaan Udara Tekan

Unit ini bertugas menyediakan udara tekan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol pneumatik. Alat penyediaan udara tekan berupa kompresor dan tangki udara.

4. Unit Penyediaan Listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses maupun perancangan. Listrik diperoleh dari PLN dan *generator set* sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan.

5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

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

#### 4.1.1. Unit Penyediaan Air

Unit penyediaan air merupakan unit utilitas yang bertugas menyediakan air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Unit ini sangat berpengaruh untuk menunjang kelancaran produksi dari awal hingga akhir proses. Sumber air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan di dalam pabrik, diambil dari air permukaan. Pada umumnya, air permukaan diperoleh dari air sumur, air sungai dan air laut. Dalam prarancangan pabrik metil metakrilat ini, sumber air baku yang digunakan berasal dari Sungai Bengawan Solo. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air antara lain:

1. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahannya relatif lebih murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang rumit dan biaya pengolahannya yang lebih besar.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi jika dibandingkan dengan air sumur, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
3. Letak sungai berada tidak terlalu jauh dengan lokasi pabrik.
4. Sungai Bengawan Solo merupakan salah satu sungai di pulau Jawa yang mempunyai volume air yang melimpah bahkan di musim kemarau.

Unit penyediaan air pada pabrik metil metakrilat digunakan untuk berbagai macam keperluan, antara lain:

##### 4.1.1.1. Air Pendingin

Air ini digunakan untuk proses pendinginan reaktor, *cooler*, dan *condenser*. Pada umumnya pemilihan air sebagai media pendingin dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Air merupakan materi yang dapat diperoleh secara mudah dalam jumlah besar.
2. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
3. Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi.
4. Tidak mudah terdekomposisi.

Air pendingin yang diperlukan sebesar:

**Tabel 4-1 Kebutuhan Air Pendingin**

<b>Alat</b>	<b>Kode</b>	<b>Massa (kg/jam)</b>
Reaktor 2	R-02	569.771,81
Cooler 1	CO-01	28.146,64
Cooler 2	CO-02	18.865,62
Cooler 3	CO-03	87.195,40
Cooler 4	CO-04	2.287,74
Cooler 5	CO-05	18.595,65
Condensor 1	CD-01	4.445,05
Condensor 2	CD-02	4.150,94
Condensor 3	CD-03	4.806,09
Condensor 4	CD-04	17.229,44
<b>Jumlah</b>		<b>755.494,38</b>

Air pendingin ini dibutuhkan pada suhu air proses 30°C dan keluar unit proses pada suhu 50°C, kemudian di dinginkan kembali menggunakan *cooling tower* sehingga suhu air pendingin kembali 30°C. Kebutuhan air pendingin sebesar 755.494,38 kg/jam adalah waktu *start-up* pada waktu pabrik berjalan kontinyu hanya dibutuhkan *make-up* air sebesar 20.796,87 kg/jam.

#### 4.1.1.2. Air Umpan Boiler

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah:

1. Korosi  
Korosi disebabkan karena pH air yang asam, kandungan karbondioksida, dan oksigen yang tinggi dalam air.
2. Kerak  
Pembentukan kerak disebabkan oleh pengendapan kotoran-kotoran dalam air pada suhu tinggi.
3. Zat yang menyebabkan *foaming* dan *priming*  
*Foaming* adalah terbentuknya gelembung atau busa di permukaan air dan keluar bersama *steam*. Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat-zat organik dan anorganik dalam jumlah cukup besar. Efek *foaming* terjadi pada alkalinitas

tinggi. *Priming* adalah adanya tetes air dalam *steam* (buih dan kabut) yang menurunkan efisiensi energi *steam* dan pada akhirnya menghasilkan deposit kristal garam. *Priming* dapat disebabkan oleh konstruksi *boiler* yang kurang baik, kecepatan alir yang berlebihan atau fluktuasi tiba-tiba dalam aliran.

Air yang diperlukan untuk umpan *boiler* sebagai berikut:

**Tabel 4-2 Kebutuhan Air untuk *Steam***

Alat	Kode	Massa (kg/jam)
Reaktor 1	R-01	1.536,34
Heater 1	HE-01	2.545,35
Heater 2	HE-01	82,13
Reboiler 1	RB-01	990,37
Reboiler 2	RB-02	3.327,81
Reboiler 3	RB-03	1.494,80
Reboiler 4	RB-04	3.513,46
<b>Jumlah</b>		<b>13.490,25</b>

Jumlah air yang digunakan adalah sebesar 13.490,25 kg/jam. Jumlah air ini hanya pada saat *start-up* pabrik. Untuk kebutuhan selanjutnya hanya menggunakan air *make-up* saja. Jumlah *make-up* air untuk umpan *boiler* sebesar 3.264,64 kg/jam.

#### 4.1.1.3. Air Konsumsi Umum dan Air Sanitasi (Air Domestik)

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, dan perumahan. Syarat air sanitasi meliputi:

1. Syarat Fisik
  - Suhu di bawah suhu udara luar,
  - Warna jernih (kekeruhan maksimal 3 ppm),
  - Tidak mempunyai rasa,
  - Tidak berbau.
2. Syarat Kimia
  - Tidak mengandung zat organik maupun anorganik,
  - Tidak beracun.

### 3. Syarat Bakteriologis

- Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri beracun (*pathogen*).

Jumlah air sungai yang akan diolah untuk keperluan air konsumsi dan sanitasi (air domestik) sebesar 1.647,65 kg/jam.

**Tabel 4-3 Jumlah Total Kebutuhan Air Secara Kontinyu**

Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
Air <i>Make-Up</i> Pendingin	20.796,87
Air <i>Make-Up</i> Umpun <i>Boiler</i>	3.264,64
Air Domestik (Konsumsi & Sanitasi)	1.647,65
<b>Jumlah</b>	<b>25.709,16</b>

Jadi total kebutuhan air sungai yang diambil untuk kebutuhan pabrik secara kontinyu sebanyak 25.709,16 kg/jam. Untuk menghindari kemungkinan terjadinya kebocoran saat distribusinya, maka *make-up* air dlebihkan 10% sehingga air yang harus diambil dari sungai sebanyak 28.280,08 kg/jam.

#### 4.1.2. Perancangan Pengolahan Air

##### 4.1.2.1. Tahapan Proses Pengolahan

Pengolahan air sungai merupakan tahap penting agar air pabrik memenuhi standar keamanan. Pengolahan air meliputi tahap fisik dan kimia. Tahapan pengolahan air tersebut dilakukan dengan proses sebagai berikut:

##### 1. Penyaringan Awal/*Screen* (F-01)

Sebelum mengalami proses pengolahan, air dari sungai harus mengalami pembersihan awal agar proses selanjutnya dapat berlangsung dengan lancar. Air sungai dilewatkan *screen* (penyaringan awal), berfungsi untuk menahan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti kayu, ranting, daun, sampah dan sebagainya. Kemudian dialirkan ke bak pengendap.

##### 2. Bak Pengendap (B-01)

Air sungai setelah melalui *filter* dialirkan ke bak pengendap awal. Untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang tidak lolos dari

penyaring awal (*screen*). Kemudian dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

3. Bak Penggumpal (B-02)

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya koagulan yang biasa digunakan adalah tawas atau alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , adapun reaksi yang terjadi dalam bak penggumpal. Reaksinya dapat dituliskan pada Persamaan (4-1 dan 4-2).



4. *Clarifier* (C-01)

Air setelah melewati bak penggumpal air dialirkan ke *clarifier* untuk memisahkan/mengendapkan gumpalan-gumpalan dari bak penggumpal. Air baku yang telah dialirkan kedalam *clarifier* yang alirannya telah diatur ini akan diaduk dengan *agitator*. Air keluar *clarifier* dari bagian pinggir secara *overflow* sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blow down* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

5. Bak Penyaring (B-03)

Air setelah keluar dari *clarifier* dialirkan ke bak saringan pasir, dengan tujuan untuk menyaring partikel-partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat dalam air dan belum terendapkan. Dengan menggunakan *sand filter* yang terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

6. Bak Penampung Sementara (B-04)

Air setelah keluar dari bak penyaring dialirkan ke tangki penampung untuk diproses lebih lanjut agar dapat digunakan sebagai air perkantoran, air umpan *boiler*, air pendingin, dan air proses.

7. Tangki Karbon Aktif (TU-01)

Air setelah melalui bak penampung dialirkan ke tangki yang berisi karbon aktif (TU-01). Air harus ditambahkan dengan klor atau kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti *amoeba*, ganggang, dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi. Klor adalah zat kimia yang sering dipakai karena harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya. Klorin dalam air membentuk asam hipoklorit, reaksinya dapat dituliskan pada Persamaan (4-3 dan 4-4).



Asam hipoklorit pecah sesuai reaksi berikut:



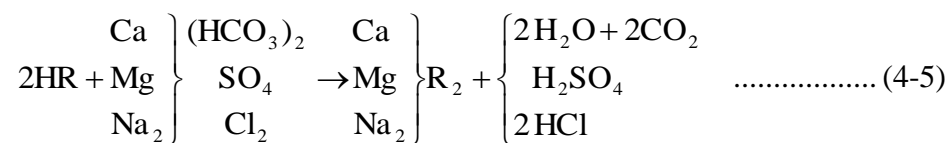
Kemudian air dialirkan ke tangki air bersih (TU-02) untuk keperluan air minum dan perkantoran.

8. Tangki Air Bersih (TU-02)

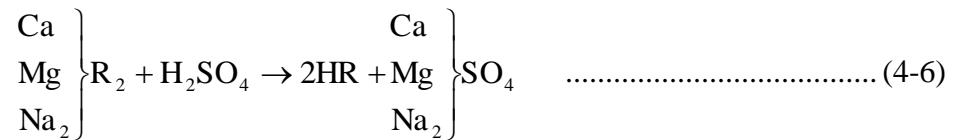
Tangki air bersih ini fungsinya untuk menampung air bersih yang telah diproses. Dimana air bersih ini digunakan untuk keperluan air minum dan perkantoran.

9. Tangki *Cation Exchanger* (TU-03)

Air dari bak penampung (B-04) berfungsi sebagai *make up boiler*, selanjutnya air diumpankan ke tangki *cation exchanger* (TU-03). Tangki ini berisi resin pengganti kation-kation yang terkandung dalam air diganti ion  $\text{H}^+$  sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion  $\text{H}^+$ . Reaksinya dapat dituliskan pada Persamaan (4-5).



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu regenerasi kembali dengan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Reaksi dapat ditunjukkan pada Persamaan (4-6).



10. Tangki *Anion Exchanger* (TU-04)

Air yang keluar dari tangki *cation exchanger* (TU-03) kemudian diumpankan ke tangki *anion exchanger*. Tangki ini berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (*anion*) yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa, sehingga *anion-anion* seperti CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, dan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> akan terikat dengan resin. Reaksi dapat dituliskan pada Persamaan (4-7).



Dalam waktu tertentu, *anion* resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH. Reaksi dapat dituliskan pada Persamaan (4-8).

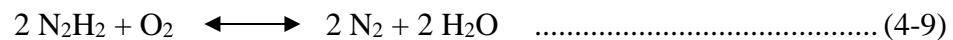


Sebelum masuk *boiler*, air diproses dalam unit *deaerator* dan unit pendingin.

11. Unit *Deaerator* (DE)

*Deaerasi* adalah proses pembebasan air umpan *boiler* dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada *boiler* seperti oksigen (O<sub>2</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Air yang telah mengalami *demineralisasi* (*Cation Exchanger* dan *Anion Exchanger*) dipompa menuju unit *deaerator*. Pada pengolahan air, terutama untuk *boiler* tidak boleh mengandung gas terlarut dan padatan terlarut, terlebih yang dapat menimbulkan korosi. Unit *deaerator* ini berfungsi menghilangkan gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> yang dapat menimbulkan korosi. Di dalam *deaerator* diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) yang berfungsi untuk mengikat oksigen sesuai dengan reaksi pada Persamaan (4-9).





Sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada *tube boiler*. Air yang keluar dari *deaerator* dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*Boiler Feed Water*).

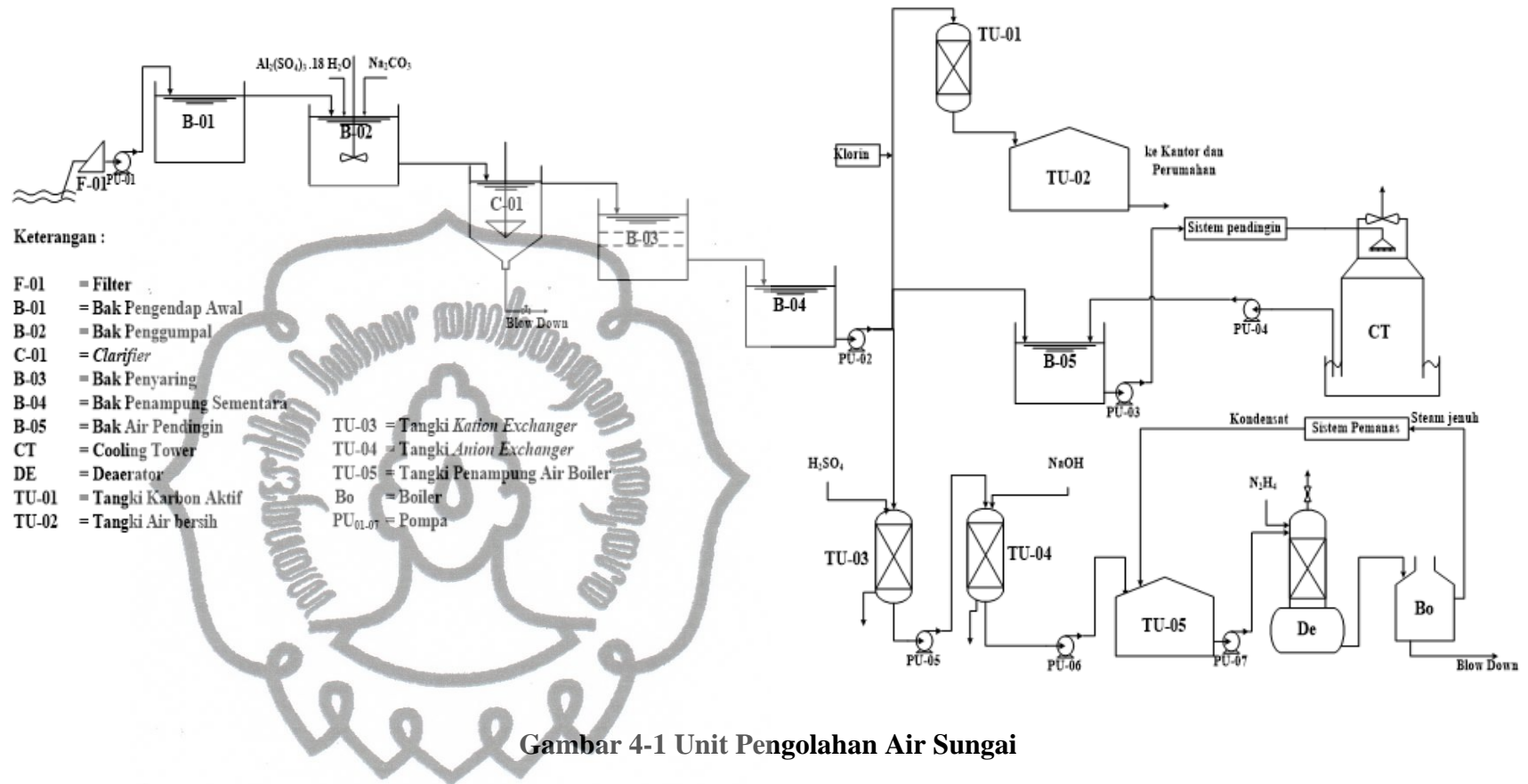
12. Bak Air Pendingin (B-05)

Pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air yang telah digunakan dalam pabrik kemudian didinginkan dalam *cooling tower*. Kehilangan air karena penguapan, terbawa udara maupun dilakukannya *blow down* di *cooling tower* diganti dengan air yang disediakan di bak air bersih. Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal tersebut, maka diinjeksikan bahan-bahan kimia ke dalam air pendingin seperti:

- a. Fosfat, untuk mencegah timbulnya kerak.
- b. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
- c. Zat *dispersant*, untuk mencegah timbulnya penggumpalan.

4.1.2.2. Diagram Alir Pengolahan Air Sungai

Sistem pengolahan air sungai dapat dilihat pada Gambar 4-1 sebagai berikut:



#### 4.1.2.3. Spesifikasi Alat Pengolahan Air (Utilitas)

##### 1. *Filter*

Kode	: F-01
Fungsi	: Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran kecil maupun besar
Jenis	: <i>Coarse Bar Screen</i>
Lebar	: 15 ft (4,57 m)
Panjang	: 10 ft (3,05 m)
Diameter	: 0,01 m

##### 2. **Bak Pengendap Awal**

Kode	: B-01
Fungsi	: Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai, yang tidak tersaring oleh <i>filter</i> dengan waktu tinggal 12 jam
Bahan	: Beton
Bentuk	: Persegi panjang
Volume	: 340,33 m <sup>3</sup>
Lebar	: 7,68 m
Panjang	: 11,53 m
Tinggi	: 3,84 m

##### 3. **Bak Penggumpal**

Kode	: B-02
Fungsi	: Menyaring dan menggumpalkan kotoran yang tidak mengendap di bak pengendap awal (B-01) dengan cara menambahkan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dan $\text{Na}_2\text{CO}_3$ dengan waktu tinggal 12 jam
Bahan	: Beton
Bentuk	: Silinder <i>horizontal</i>
Volume	: 407,23 m <sup>3</sup>

Diameter : 8,04 m

Tinggi : 8,04 m

#### 4. **Clarifier**

Kode : C-01

Fungsi : Mengendapkan gumpalan-gumpalan kotoran dari bak penggumpal (B-02) dengan waktu tinggal 12 jam

Jenis : *Circular Clarifier*

Bahan : Beton

Bentuk : Silinder terpancung

Volume : 407,23 m<sup>3</sup>

Diameter 1 : 14,65 m

Diameter 2 : 8,94 m

Tinggi : 7,62 m

#### 5. **Bak Penyaring**

Kode : B-03

Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang belum terendapkan di *clarifier* (C-01)

Jenis : *Gravity Sand Filter*

Bahan : Beton

Bentuk : Silinder tegak

Diameter : 1,88 m

Tinggi : 3,76 m

#### 6. **Bak Penampung Sementara**

Kode : B-04

Fungsi : Menampung air yang berasal dari bak penyaring (B-03)

Bahan : *Cast Steel*

Bentuk : Persegi panjang

Volume : 447,96 m<sup>3</sup>  
Lebar : 6,07 m  
Panjang : 12,15 m  
Tinggi : 6,07 m

#### 7. Tangki Karbon Aktif

Kode : TU-01  
Fungsi : Membersihkan air dari bau dan rasa yang kurang sedap dengan waktu tinggal 12 jam  
Bahan : *Carbon Steel*  
Bentuk : Silinder vertikal  
Volume : 23,73 m<sup>3</sup>  
Tinggi : 4,94 m  
Diameter : 2,47 m

#### 8. Tangki Air Bersih

Kode : TU-02  
Fungsi : Menampung air bersih untuk perkantoran  
Bahan : *Carbon Steel*  
Bentuk : Silinder vertikal  
Volume : 173,99 m<sup>3</sup>  
Tinggi : 9,61 m  
Diameter : 4,80 m

#### 9. Bak Penampung Air Pendingin

Kode : B-05  
Fungsi : Menampung air untuk sistem pendingin  
Bahan : Beton  
Bentuk : Persegi panjang  
Volume : 10.969,78 m<sup>3</sup>  
Lebar : 8,82 m

Panjang : 17,64 m

Tinggi : 8,82 m

#### 10. *Cooling Tower*

Kode : CT-01

Fungsi : Mendinginkan kembali air pendingin yang digunakan pada alat-alat proses menjadi 30°C sebelum disirkulasikan kembali

Jenis : *Induced Draft Packed Cooling Tower*

Bahan : *Carbon Steel SA-53 Grade B*

Luas : 97,12 m<sup>2</sup>

Tinggi tower : 11 m

RH : 0,5

#### 11. **Pompa 1**

Kode : PU-01

Fungsi : Memompa air sungai menuju bak pengendap awal (B-01)

Jenis : *Centrifugal Single-Stage Pump*

Bahan : *Commercial Steel*

*Impeller* : *Mixed Flow Impeller*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 39,81 m<sup>3</sup>/jam

BHP teoritis : 2,39 hp

BHP *actual* : 4 hp

*Power motor* : 5 hp

#### 12. **Pompa 2**

Kode : PU-02

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung sementara (B-04) menuju tangki karbon aktif (T-01), bak pendingin (B-05), dan tangki *cation exchanger* (T-03)  
 Jenis : *Centrifugal Single-Stage Pump*  
 Bahan : *Commercial Steel*  
*Impeller* : *Mixed Flow Impeller*  
 Jumlah : 1 buah  
 Kapasitas : 48,87 m<sup>3</sup>/jam  
 BHP teoritis : 2,56 hp  
 BHP *actual* : 4,06 hp  
 Power motor : 5 hp

### 13. Pompa 3

Kode : PU-03  
 Fungsi : Mengalirkan air pendingin dari bak air pendingin (B-05) ke *cooling tower* (CT-01)  
 Jenis : *Centrifugal Single-Stage Pump*  
 Bahan : *Commercial Steel*  
*Impeller* : *Axial Flow Impeller*  
 Jumlah : 1 buah  
 Kapasitas : 1.169,94 m<sup>3</sup>/jam  
 BHP teoritis : 13,61 hp  
 BHP *actual* : 14,33 hp  
 Power motor : 16 hp

### 14. Pompa 4

Kode : PU-04  
 Fungsi : Mengalirkan air pendingin dari *cooling tower* (CT-01) ke bak air pendingin (B-05)  
 Jenis : *Centrifugal Single-Stage Pump*  
 Bahan : *Commercial Steel*

*Impeller* : *Axial Flow Impeller*  
 Jumlah : 1 buah  
 Kapasitas : 1.169,94 m<sup>3</sup>/jam  
 BHP teoritis : 14,02 hp  
 BHP *actual* : 14,76 hp  
 Power motor : 17 hp

### 15. Pompa 5

Kode : PU-05  
 Fungsi : Mengalirkan air dari tangki *cation exchanger* (T-03) menuju tangki *anion exchanger* (T-04)  
 Jenis : *Centrifugal Single-Stage Pump*  
 Bahan : *Commercial Steel*  
*Impeller* : *Mixed Flow Impeller*  
 Jumlah : 1 buah  
 Kapasitas : 20,89 m<sup>3</sup>/jam  
 BHP teoritis : 0,31 hp  
 BHP *actual* : 1,20 hp  
 Power motor : 2 hp

### 16. Pompa 6

Kode : PU-06  
 Fungsi : Mengalirkan air untuk umpan pembuatan *steam*  
 Jenis : *Centrifugal Single-Stage Pump*  
 Bahan : *Commercial Steel*  
*Impeller* : *Mixed Flow Impeller*  
 Jumlah : 1 buah  
 Kapasitas : 4,60 m<sup>3</sup>/jam  
 BHP teoritis : 0,07 hp  
 BHP *actual* : 0,22 hp  
 Power motor : 0,50 hp



**17. Pompa 7**

Kode	: PU-07
Fungsi	: Mengalirkan air untuk umpan pembuatan <i>steam boiler</i>
Jenis	: <i>Centrifugal Single-Stage Pump</i>
Bahan	: <i>Commercial Steel</i>
<i>Impeller</i>	: <i>Mixed Flow Impeller</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 23,74 m <sup>3</sup> /jam
BHP teoritis	: 0,33 hp
BHP <i>actual</i>	: 1,66 hp
Power motor	: 3 hp

**18. Tangki Umpan Boiler**

Kode	: TU-05
Fungsi	: Menampung air <i>make-up</i> untuk umpan <i>boiler</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Bentuk	: Tangki silinder tegak
Jumlah	: 1 buah
Waktu tinggal	: 12 jam
Volume	: 43,09 m <sup>3</sup>
Diameter	: 3,02 m
Tinggi	: 1,51 m

**19. Tangki Deaerator**

Kode	: DE
Fungsi	: Menghilangkan gas CO <sub>2</sub> dan O <sub>2</sub> yang terikut dalam <i>feed water</i> yang dapat menyebabkan korosi dan kerak pada <i>boiler</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Bentuk	: Tangki silinder <i>horizontal</i>

Jumlah	: 1 buah
Waktu tinggal	: 1 jam
Volume	: 17,81 m <sup>3</sup>
Diameter	: 2,13 m
Panjang	: 4,27 m

#### 20. **Tangki *Cation Exchanger***

Kode	: TU-03
Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh mineral (Ca, Mg, Na) agar tidak menimbulkan kerak
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Bentuk	: Tangki silinder tegak
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 17,81 m <sup>3</sup>
Tinggi	: 4,63 m

#### 21. **Tangki *Anion Exchanger***

Kode	: TU-04
Fungsi	: Menghilangkan mineral atau kesadahan air yang disebabkan oleh oleh <i>anion</i> seperti Cl <sup>-</sup> dan SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> agar tidak menimbulkan kerak
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Bentuk	: Tangki silinder tegak
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 17,81 m <sup>3</sup>
Tinggi	: 4,63 m

#### 4.1.3. **Unit Penyediaan *Steam***

*Steam* yang di produksi di pabrik metil metil metakrilat ini digunakan sebagai pemanas di *heater* dan *reboiler*. *Steam* yang digunakan adalah *superheated steam*, dihasilkan dengan alat *boiler* menggunakan suhu 300°C dan tekanan 500 kPa. Jumlah total *steam* yang dibutuhkan sebesar 13.490,25 kg/jam, untuk menjaga

kemungkinan terjadinya kebocoran *steam* pada saat distribusi dan *make-up blowdown* pada *boiler* maka, jumlah *steam* dlebihkan sebanyak 10%. Jadi jumlah *steam* yang dibutuhkan adalah 14.839,28 kg/jam.

#### 4.1.4. Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk alat instrumentsi dan kontrol pneumatik (membuka dan menutup *valve*). Kebutuhan setiap alat kontrol pneumatik sekitar 28,20 L/menit (Considine, 1970). Spesifikasi udara tekan yang digunakan adalah dengan suhu 35°C dan tekanan 102,90 psi (7 atm). Kebutuhan udara tekan diperkirakan 71,06 m<sup>3</sup>/jam yang digunakan untuk mengatur sekitar 35 buah alat kontrol pneumatik. Alat yang digunakan untuk penyediaan udara tekan berupa kompresor dengan jenis *reciprocating compressor single stage horizontal*, udara tekan diperoleh dari udara lingkungan yang disaring dengan *filter*, kemudian ditekan dengan kompresor, dikondensasikan, lalu dikeringkan (*drying*), dan disimpan dalam tangki penyimpan udara.

#### 4.1.5. Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik dalam suatu industri dapat diperoleh dari suplai dari pembangkit listrik negara (PLN) dan alat pembangkit tenaga listrik sendiri (*Generator Set*). Pada perancangan pabrik metil metakrilat ini, kebutuhan listrik akan dipenuhi dari listrik PLN dan generator. Generator yang digunakan adalah generator jenis arus bolak-balik (AC) berdasarkan pertimbangan sebagai berikut:

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
2. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan dengan menggunakan transformator.

Generator yang digunakan jenis generator AC tiga fase dengan pertimbangan tegangan listrik stabil, daya kerja lebih besar, kawat penghantar yang digunakan lebih sedikit, dan motor tiga fase harganya relatif lebih murah. Listrik yang dibutuhkan untuk proses industri dan kebutuhan lainnya dalam pabrik metil metakrilat ini sebesar 248,85 kW, sebagai berikut:

**Tabel 4-4 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses**

No	Nama dan Alat Proses	Power (hp)	Jumlah	$\Sigma$ Power (hp)
1.	Pengaduk Reaktor 1 (R-01)	27	1	27
2.	Pengaduk Reaktor 2 (R-02)	26	1	26
3.	Pompa 1 (P-01)	7	1	7
4.	Pompa 2 (P-02)	3	1	3
5.	Pompa 3 (P-03)	3	1	3
6.	Pompa 4 (P-04)	1	1	1
7.	Pompa 5 (P-05)	1	1	1
8.	Pompa 6 (P-06)	4	1	4
9.	Pompa 7 (P-07)	2	1	2
10.	Pompa 8 (P-08)	1	1	1
11.	Pompa 9 (P-09)	2	1	2
12.	Pompa 10 (P-10)	2	1	2
13.	Pompa 11 (P-11)	1,5	1	1,5
14.	Pompa 12 (P-12)	1	1	1
15.	Pompa 13 (P-13)	1	1	1
16.	Pompa 14 (P-14)	0,5	1	0,5
16.	Pompa 15 (P-15)	4	1	4
16.	Pompa 16 (P-16)	1	1	1
16.	Pompa 17 (P-17)	2	1	2
16.	Pompa 18 (P-18)	7	1	7
16.	Pompa 19 (P-19)	0,5	1	0,5
<b>Total</b>				<b>97,50</b>

- Diketahui:

$$1 \text{ hp} = 0,75 \text{ kW}$$

$$97,50 \text{ hp} = 73,13 \text{ kW}$$

**Tabel 4-5 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas**

No	Nama dan Alat Proses	Power (hp)	Jumlah	$\Sigma$ Power (hp)
1.	Bak Koagulasi (B-02)	2	1	2
2.	<i>Clarifier</i> (C-01)	2	1	2
3.	<i>Cooling Tower</i> (CT)	40	1	40
4.	Pompa 1 (PU-01)	5	1	5
5.	Pompa 2 (PU-02)	5	1	5
6.	Pompa 3 (PU-03)	16	1	16
7.	Pompa 4 (PU-04)	17	1	17
8.	Pompa 5 (PU-05)	2	1	2
9.	Pompa 6 (PU-06)	0,5	1	0,5
10.	Pompa 7 (PU-07)	3	1	3
<b>Total</b>				<b>92,50</b>

- Diketahui:
  - 1 hp = 0,75 kW
  - 92,50 hp = 69,38 kW
- Diperkirakan kebutuhan listrik untuk alat yang tidak terdeskripsikan sebesar  $\pm 20\%$  dari total kebutuhan.
- Kebutuhan listrik untuk alat yang tidak terdeskripsi =  $20\% \times (97,50 + 92,50)$  hp
  - = 38 hp
- Kebutuhan listrik total untuk alat proses dan utilitas =  $(97,50 + 92,50 + 38)$  hp
  - = 228 hp
  - = 170,02 kW
- Kebutuhan listrik total:
  - Kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas = 170,02 kW
  - Kebutuhan listrik pendingin ruangan (AC) = 20 kW
  - Kebutuhan listrik untuk penerangan = 8,83 kW
  - Kebutuhan listrik untuk laboratorium dan instrumentasi = 50 kW +
  - Kebutuhan listrik total sebesar = 248,85 kW

*Emergency generator* memiliki efisiensi 80%, maka:

$$\text{Input generator} = \frac{248,85}{0,8} = 311,07 \text{ kW}$$

Ditetapkan *input generator* = 400 kW

Untuk keperluan lainnya dan cadangan masih tersedia

$$= (400 \text{ kW} - 311,07 \text{ kW}) \times 80\% = 71,15 \text{ kW}$$

- Spesifikasi Generator

Tipe	: AC generator
Kapasitas	: 400 kW
Tegangan	: 220/360 volt
Efisiensi	: 80%
Bahan bakar	: IDO ( <i>Industrial Diesel Oil</i> )

#### 4.1.6. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar bertugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar *boiler* dan generator. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah IDO (*Industrial Diesel Oil*). IDO diperoleh dari PT PERTAMINA (PERSERO) dan distributornya. Pemilihan IDO sebagai bahan bakar didasarkan pada alasan:

1. Mudah didapat,
2. Lebih ekonomis,
3. Mudah dalam penyimpanan.

Bahan bakar IDO yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

<i>Specific gravity</i>	: 0,8124	
<i>Heating value</i>	: 16.779,1 Btu/lb	= 39.034,07 kJ/kg
Efisiensi bahan bakar	: 80%	
Densitas	: 50,57 lb/ft <sup>3</sup>	= 810,06 kg/m <sup>3</sup>

##### 1. Kebutuhan Bahan Bakar untuk *Boiler*

- Jenis bahan bakar	= IDO ( <i>Industrial Diesel Oil</i> )
- Kapasitas <i>boiler</i>	= 64.218.756,43 kJ/jam
- Kebutuhan bahan bakar	= $\frac{64.218.756,43 \text{ kJ/jam}}{80\% \times 39.034,07 \text{ kJ/kg}}$

$$= 2.056,50 \text{ kg/jam}$$

$$= 2.538,71 \text{ liter/jam}$$

$$= 1.827.872 \text{ liter/bulan}$$

## 2. Kebutuhan Bahan Bakar untuk Generator

- Jenis bahan bakar = IDO (*Industrial Diesel Oil*)
- Kapasitas generator = 400 kW = 398.602 J/detik
- Kebutuhan bahan bakar =  $\frac{398.602 \text{ J/detik}}{80\% \times 39.034,07 \text{ kJ/kg}}$   
 $= 0,01 \text{ kg/detik}$   
 $= 45,95 \text{ kg/jam}$   
 $= 56,73 \text{ liter/jam}$

Generator digunakan pada saat PLN tidak dapat mensuplai listrik, diperkirakan dalam satu bulan PLN tidak dapat mensuplai listrik, maka kebutuhan bahan bakar IDO selama 1 bulan sebanyak:

$$\text{Kebutuhan IDO 1 bulan} = 56,73 \text{ liter/jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 40.843,81 \text{ liter/bulan}$$

## 4.2. Laboratorium

Laboratorium dalam suatu pabrik sangat penting peranannya untuk mengendalikan kualitas hasil produksi, misalnya analisis bahan baku, proses, dan kualitas produk. Selain itu, laboratorium juga berperan dalam pengendalian pencemaran lingkungan, baik udara maupun limbah cair. Tugas laboratorium antara lain, yaitu:

1. Memeriksa bahan baku yang akan digunakan.
2. Menganalisis produk yang akan dipasarkan.
3. Menjadi *quality control* untuk setiap tahapan proses.
4. Menganalisis kadar zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik.

Laboratorium melaksanakan kerja selama 24 jam sehari dibagi dalam kelompok kerja *shift* dan *non-shift*.

1. **Kelompok Kerja *Non-Shift***  
Bertugas melakukan analisis khusus untuk rangka membantu kelancaran pekerjaan kelompok *shift*, seperti:
  - a. Menyiapkan *reagent* untuk analisis di laboratorium.
  - b. Menganalisis bahan baku, bahan penolong, dan hasil produksi.
  - c. Menganalisis bahan buangan penyebab polusi lingkungan.
  - d. Melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran proses produksi.
2. **Kelompok Kerja *Shift***  
Bertugas melakukan pemantauan dan analisis rutin terhadap proses produksi, seperti:
  - a. Melakukan pemantauan terhadap *performance* proses produksi dengan cara menganalisis pencemaran lingkungan.
  - b. Menganalisis kualitas air dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

#### **4.2.1. Program Kerja Laboratorium**

Upaya pengendalian mutu produk di pabrik metil metakrilat ini dilakukan dengan mengoptimalkan aktivitas laboratorium dalam pengujian kualitas. Untuk mempermudah program kerja laboratorium, maka laboratorium dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

1. **Laboratorium Pengamatan**  
Melakukan analisis secara fisika semua *stream* yang berasal dari proses produksi maupun tangki dan mengeluarkan "*Certificate of Quality*" untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi, pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku, produk intermediet, dan produk akhir.
2. **Laboratorium Analitik**  
Melakukan analisis sifat dan kandungan kimiawi terhadap bahan baku, produk akhir, analisis air, dan bahan kimia yang digunakan (bahan injeksi dan lain sebagainya).



3. **Laboratorium Penelitian Pengembangan dan Lindungan Lingkungan**  
Melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material terkait dalam proses untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Laboratorium ini juga senantiasa melakukan penelitian terhadap kondisi lingkungan serta mengadakan pengembangan.

#### 4.2.2. Peralatan Utama Laboratorium

Untuk menunjang kualitas produk yang dihasilkan, laboratorium pabrik metil metakrilat ini dilengkapi dengan beberapa peralatan analisis diantaranya:

1. Menganalisis kesadahan air menggunakan metode titrimetri dengan EDTA (ASTM D1067).
2. Menganalisis derajat keasaman air menggunakan metode elektrometil dengan pH meter (ASTM D5464).
3. Menganalisis *turbidity* (tingkat kekeruhan) menggunakan metode *Nephelometer Turbiding Unit* (ASTM D7937).
4. Menganalisis total *alkalinity* (total kebasaan) menggunakan metode titrimetri (ASTM D3875).

#### 4.3. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dalam pabrik metil metakrilat berupa limbah cair yang berasal dari:

1. **Produk Bawah Menara Distilasi 2**  
Produk bawah menara distilasi 2 terdiri dari aseton sianohidrin 180,59 kg, metakrilamid sulfat 571,38 kg, metil metakrilat 101,98 kg, dan amonium bisulfat 119,59 kg dalam setiap jamnya.
2. **Produk Bawah Dekanter**  
Produk bawah dekanter terdiri dari air 982,88 kg, metakrilamid sulfat 5,77 kg, metanol 39,69 kg, dan metil metakrilat 15,27 kg dalam setiap jamnya.

3. Limbah dari Unit Utilitas yang Berupa Air *Blowdown*  
Limbah yang dibuang menuju unit pengolah limbah telah disesuaikan temperaturnya sehingga tidak terlalu panas, diatur pada suhu 35°C. Selanjutnya limbah akan dibuat netral dengan menambahkan larutan bersifat basa jika limbah mengandung asam dan sebaliknya jika limbah mengandung basa maka akan dinetralkan dengan larutan asam. Pada pabrik metil metakrilat ini limbah yang dihasilkan hanya sedikit bersifat asam karena sebagian besar limbah di *recycle* untuk keperluan bahan baku pabrik dan sebagian dijual sebagai produk samping.

