

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS) DAN LABORATORIUM

4.1. Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses atau utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang proses produksi suatu pabrik. Utilitas di pabrik propilen oksida meliputi unit pengadaan air dan pendingin reaktor, unit penyediaan steam dan bahan bakar, unit penyediaan udara instrument, dan unit pengadaan listrik.

Unit pendukung proses yang dibutuhkan pada prarancangan pabrik ini antara lain:

1. Unit penyediaan dan pengolahan air

Unit penyediaan dan pengolahan air berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi untuk air perkantoran dan air perumahan. Proses pendinginan digunakan di *Cooler*, *Kondensor*, dan *Reaktor*.

2. Unit penyediaan *steam*

Unit penyediaan steam berfungsi sebagai air pemanasan di *reboiler* dan *Heat exchanger*.

3. Unit Penyediaan bahan bakar

Unit penyediaan bahan bakar berfungsi menyediakan bahan bakar untuk *boiler* dan *generator*.

4. Unit Penyediaan Listrik

Unit penyediaan listrik berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses maupun penerangan. Listrik diperoleh dari PLN dan *generator set* sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan.

5. Unit penyediaan udara bertekanan

Unit penyediaan udara bertekanan berfungsi sebagai penyedia udara tekan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol pneumatik. Alat penyedia udara tekan berupa kompressor.



6. Unit pengolahan limbah

Unit pengolahan limbah berfungsi untuk mengolah limbah pabrik baik yang berupa padat, cair dan gas.

4.1.1. Unit penyediaan air dan pengolahan air

a) Unit penyediaan air

Unit penyediaan air adalah salah satu unit utilitas yang berfungsi menyediakan air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Unit penyediaan air sangat berpengaruh dalam kelancaran produksi dari awal hingga akhir proses. Untuk memenuhi kebutuhan air didalam pabrik diambil air dari permukaan. Air permukaan pada umumnya diambil dari air sumur, air sungai, dan air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam prarancangan pabrik propilen oksida sumber air baku yang digunakan berasal dari air sungai. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air antara lain :

- Lokasi pabrik dengan sungai
- Pengolahan air sungai lebih sederhana.
- Pasokan air baku dijamin kontinyu.

Air yang digunakan di lingkungan pabrik, antara lain :

1) Air untuk proses

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam air proses, antara lain:

- Kesadahan (*Hardness*) yang dapat menyebabkan kerak.
- Besi yang dapat menimbulkan korosi.
- Minyak yang dapat menyebabkan terbentuknya lapisan film yang mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

2) Air pendingin

Ada beberapa faktor yang menyebabkan air digunakan sebagai media pendingin, antara lain :

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah yang besar.
- Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi dan tidak terdekomposisi.
- Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya temperatur pendinginan.

3) Air umpan boiler

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler, antara lain :

- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi. Korosi dapat disebabkan dari air yang mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S yang masuk ke badan air.
- Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale reforming*). Kerak dapat disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi yang biasanya berupa garam karbonat dan silikat.
- Zat yang dapat menyebabkan *Foaming* dan *priming*. *Foaming* merupakan terbentuknya gelembung atau busa dipermukaan air dan keluar bersama *steam*. Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik dan an organik dalam jumlah cukup besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi. *Priming* adalah tetes air dalam *steam* (buih atau 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.

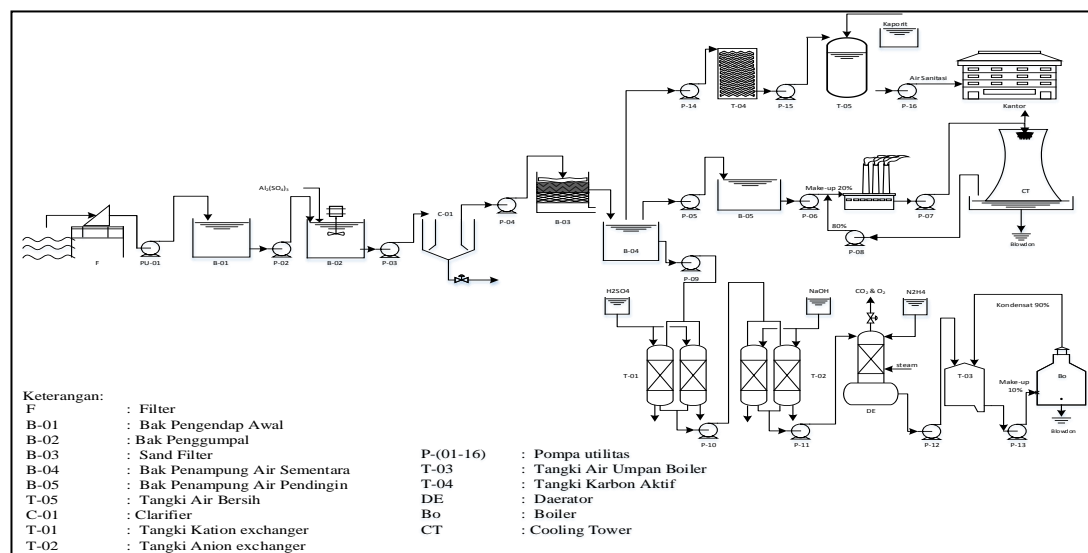
4) Air sanitasi

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

- Syarat fisik, antara lain : Suhu normal dibawah suhu udara luar, Warna jernih, Tidak berasa, dan Tidak berbau.
- Syarat kimia, antara lain : Tidak mengandung zat organik maupun anorganik dan tidak beracun.
- Syarat Bakteriologis, antara lain : Tidak mengandung bakteri-bakteri terutama bakteri patogen seperti *salmonella*, *psedeumonnas* dan *escherichia coli*.

5) Unit pengolahan air

Air sungai yang dibutuhkan untuk kebutuhan pabrik harus diolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan dapat meliputi secara kimia dan fisik. Tahapan-tahapan pengolahan air sungai diantaranya yaitu :



Gambar 7. Unit pengolahan air

a. Penyaringan Awal / *Screen*

Ada 3 tahap penyaringan, antara lain :

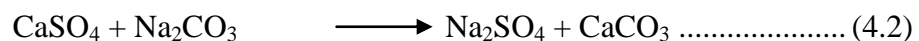
- a) *Coarse bar screen* (Saringan kasar) berfungsi menahan kotoran-kotoran yang besar seperti kayu dan sebagainya.
- b) *Racke Screen* Berfungsi menyaring kotoran yang lolos dari *coarse bar screen* kemudian dibersihkan atau dibawa ke atas dengan penggaruk yang digerakkan dengan sistem hidrolik.
- c) *Rotary screen* berfungsi membersihkan kotoran yang sangat kecil. Untuk membersihkan kotoran yang menempel pada saringan dilakukan penyemprotan dengan *sea water* menggunakan *spray nozzle* kemudian dialirkan ke bak pengendap.

b. Bak pengendap

Air sungai yang telah 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.

c. Bak penggumpal

Setelah melalui bak pengendap awal kemudian air dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah tawas atau alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dan Na_2CO_3 . adapun reaksi yang terjadi dalam bak penggumpal adalah :



d. *Clarifier*

Setelah melewati bak penggumpal kemudian 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 yang keluar dari 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.

e. Bak penyaring / *Sand filter*

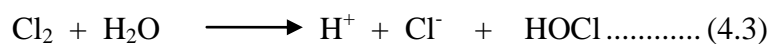
Air yang keluar dari clarifier dialirkan ke bak saringan pasir dengan tujuan untuk menyaring partikel-partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat dalam air dan belum terendapkan. Sand filter terdiri dari antrasit, pasir dan kerikil sebagai media penyaring .

f. Bak penampung sementara

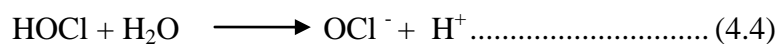
Air yang keluar dari bak penyaring dialirkan ke tangki penampung yang siap akan kita distribusikan sebagai air perumahan/perkantoran, air umpan boiler, air pendingin dan sebagai air proses.

g. Tangki Karbon aktif

Air yang telah melalui bak penampung dialirkan ke tangki karbon aktif. Air ditambahkan klor atau kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amuba, 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 adalah sebagai berikut :



Asam hipoklorid pecah sesuai reaksi berikut :



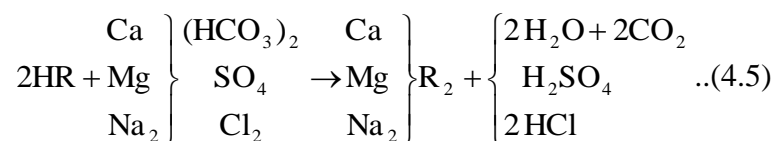
Kemudian air dialirkan ke Tangki air bersih untuk keperluan air minum dan perkantoran.

h. Tangki air bersih

Tangki air bersih berfungsi untuk menampung air bersih yang telah diproses. Air bersih ini digunakan untuk keperluan air minum dan perkantoran.

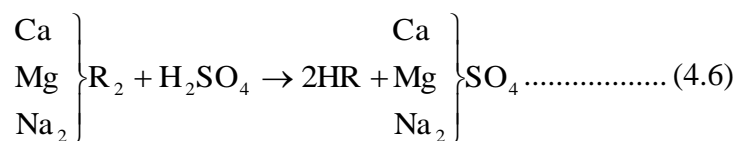
i. Tangki kation exchanger

Air dari bak penampung berfungsi sebagai *make up* boiler selanjutnya air diumpankan ke tangki kation exchanger. Tangki kation exchanger berisi resin pengganti kation-kation yang terkandung dalam air diganti ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari kation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ . Reaksinya dapat dilihat sebagai berikut :



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu regenerasi kembali dengan asam sulfat (H_2SO_4).

Reaksi:



j. Tangki Anion exchanger

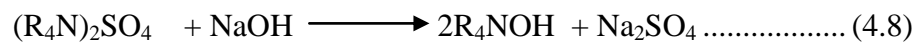
Air dari tangki kation exchanger kemudian diumpankan ke tangki anion exchanger. Tangki ini berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} akan terikat dengan resin.

Reaksi :



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

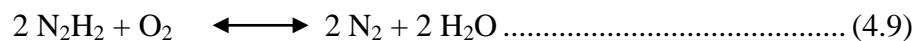
Reaksi :



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

k. Unit Deaerator (DE)

Deaerasi merupakan proses pembebasan air umpan boiler dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada boiler seperti oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2). Air yang telah mengalami demineralisasi dipompakan menuju deaerator. Pada pengolahan air untuk boiler tidak boleh mengandung gas terlarut dan padatan terlarut terutama yang dapat menimbulkan korosi. Unit deaerator berfungsi menghilangkan gas O_2 dan CO_2 yang dapat menimbulkan korosi, Didalam deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N_2H_2) yang berfungsi untuk mengikat oksigen berdasarkan reaksi :



sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada *tube boiler*. Air yang keluar dari deaerator dialirkan dengan pompa sebagai air umpan boiler (*boiler feed water*).

l. Bak air pendingin

Pendingin yang digunakan dalam proses 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 dari 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 kedalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia, antara lain :

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

4.2. Spesifikasi Alat Utilitas

Tabel 4.1. Spesifikasi alat utilitas

Nama alat	Filter	Bak pengendap awal	Bal penggumpal	Clarifier
Kode	H-01	F-1.1	F-1.2	H-2
Fungsi	Menyaring kotoran yang berukuran kecil maupun besar	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa air sungai	Menyaring dan menggumpalkan kotoran yang tidak mengendap di bak pengendap awal	Mengendapkan gumpalan kotoran dari bak penggumpal
Tipe/jenis	Coarse bar screen	Bak persegi panjang		Circular clarifier
Bahan konstruksi	-	Beton	Carbon steel	Beton
Volume, m³	-	86,636	9,285	27.855,267
Lebar, m	6,096	4,25	-	
Panjang, m	4,572	2,13	-	
Tinggi, m	-	2,13	2,28	33,03
Diameter, m	0,01	-	2,28	54,15/33,03



Lanjutan Tabel 4.1

Nama alat	Bak penyaring	Bak penampung sementara	Tangki air bersih	Bak penampung air pendingin
Kode	F-01.3	F-1.4	F-2.1	F-2.2
Fungsi	Menyaring partikel-partikel halus yang belum terendapkan	Menampung air yang berasal dari bak penampungan	Membersihkan air dari bau dan rasa yang kurang sedap	Menampung air bersih untuk perkantoran
Jenis	Graving sand filter	Bak persegi panjang	Bak persegi panjang	Conical roof
Bahan konstruksi	Beton	Cast Steel	-	-
Volume, m ³	2.321,27	11,14	13.927,63	404,544
Tinggi, m	15,55	1,77	41,40	8,017
Panjang, m	-	3,55	-	-
Lebar, m	-	1,77	-	-
Diameter, m			20,70	8,017

Lanjutan Tabel 4.1

Nama alat	Bak penampung air pendingin	Tangki kation exchanger	Tangki anion exchanger
Kode	F-1.5	F-1.5	F-1.6
Fungsi	Menampung air untuk sistem pendingin	Menghilangkan kation yang masih terdapat dalam air	Menghilangkan anion yang masih terdapat dalam air

		umpan boiler	proses untuk mencegah fooling
Tipe/jenis	Bak persegi panjang	Tangki silinder tegak dengan flanged dan standart dished head	Tangki silinder tegak dengan flanged dan standart dished head
Volume, m ³	8.381,639	19,229	19,268
Tinggi, m	12,79	1,701	0,123
Panjang, m	25,59	-	-
Lebar, m	25,59	-	-
Diameter,m	-	1,270	1,778

Lanjutan Tabel 4.1

Nama alat	Tangki Deaerator	Cooling tower
Kode	F-1.7	P-1
Fungsi	Menghilangkan gas O ₂ dan CO ₂ yang masih terikut dalam feed water	Mendinginkan air pendingin yang masih digunakan
Tipe.jenis	Tangki silinder horizontal	Induced draft packed cooling tower
Volume,m ³	23,12	-
Tinggi, m	-	-
Panjang,m	4,66	17.,069
Lebar,m	-	17,069
Diameter,m	2,33	-



Lanjutan Tabel 4.1

Nama alat	Pompa 1	Pompa 2	Pompa 3	Pompa 4	Pompa 5
Kode	LU-1	LU-2	LU-3	LU-4	LU-5
Fungsi	Memompa air sungai menuju bak pengendap awal	Mengalirkan air dari bak penegndap awal ke bak penggumpal	Mengalir kan air dari bak penggum pal ke clarifier	Mengalirkan air dari clarifier ke sand filter	Memomp a air untuk umpan pembuata n steam
Tipe/jenis	Axial flow impeller	Axial flow impeller	Mied flow impeller	Axial flow impeller	Mied flow impeller
Bahan kontruksi	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron
Jumlah	1	1	1	1	1
Kapasitas m ³ /jam	990,262	1.485,392	1.485,399	1.485,399	4,310
Power, Hp	7,5	10	25	75	1,8

Lanjutan Tabel 4.1

Nama alat	Pompa 6	Pompa 7	Pompa 8	Pompa 9	Pompa 10
Kode	LU-6	LU-7	LU-8	LU-9	LU-10
Fungsi	Mengalirka n air bak penampung sementara	Mengalirka n air dari bak penampung air	Mengalirka n air dari bak penampung air	Mengalirka n air dari tangki karbon aktif menuju	Mengalirka n air dari cooling tower untuk di make up



	pendingin ke proses	sementara	tangki penyimpanan		
Tipe/jenis	Mixed flow impeller	Mixed flow impeller	Radial flow impeller	Axial flow impeller	Mixed flow impeller
Bahan kostruksi	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron
Jumlah	1	1	1	1	1
Kapasitas, m³/Jam	1.229,12	1.229,138	2,825	1.485,400	1.485,400
Power,HP	100	0,25	2	40	15

Lanjutan Tabel 4.1

Nama alat	Pompa 11	Pompa 12	Pompa 13	Pompa 14	Pompa 15
Kode	LU-11	LU-12	LU-13	LU-14	LU-15
Fungsi	Mengalirkan air dari cooling tower untuk di make up	Mengalirkan air dari bak penampung sementara menuju tangki kation	Mengalirkan air dari tangki anion menuju tangki deaerator	Mengalirkan air dari tangki deaerator menuju umpan boiler	Mengalirkan air dari tangki umpan boiler
Tipe/jenis	Mixed flow impeller	Mixed flow impeller	Axial flow impeller	Mixed flow impeller	Axial flow impeller
Bahan kostruksi	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron

Jumlah	1	1	1	1	1
Kapasitas, m ³ /jam	73,01	27,071	27,071	27,071	27,071
Power, Hp	5	0,5	2	0,5	0,75

4.3. Kebutuhan Air

I. Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.2. Daftar Kebutuhan Air Pendingin

No	Nama Alat	Kebutuhan air (kg / jam)
1	Cooler-01	12.598,967
2	Cooler-02	9.431,583
3	Cooler-03	61,574
4	Cooler-04	5.433,895
5	Cooler-05	41.666,795
6	Kondensor 1	22,53962398
6	Kondensor 2	658,7598645
7	Kondensor 3	3.295,502733
6	Koil di Reaktor	1.673.304,608
Jumlah		1.746.474,149

Kebutuhan air *make-up* (W_m),

Menggunakan persamaan:

$$W_m = W_e + W_d + W_b$$

dimana,

W_m : Air *make-up*

W_e : Air yang menguap

W_d : Jumlah air yang terbawa aliran uap keluar tower (*drift-loss*).

W_b : *Blowdown*



Menghitung W_e ,

$$\begin{aligned}W_e &= 0,00085 \cdot W_c \cdot (T_{in} - T_{out}) \quad , W_c : \text{Laju massa air masuk} \\ &= 26,72 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 26721,05 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Menghitung W_d ,

Drift loss mempunyai harga $\leq 0.02\%$ dari W_c

$$\begin{aligned}W_d &= 0,0015 \cdot W_c \\ &= 3,14 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 3.143,65 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Menghitung W_b ,

$W_b = W_e - [(siklus-1)W_d]/(siklus-1)$, siklus antara 3-5 putaran digunakan siklus 3 putaran,

$$\begin{aligned}W_b &= 13,36 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 13.30,527 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Sehingga jumlah air *make-up* (W_m) = 43.225,235 kg/jam, untuk menjaga bila ada kebocoran saat distribusinya maka dilebihkan 20% menjadi 51.870,28 kg/jam.

II. Kebutuhan Steam

Tabel 4.2. Daftar Kebutuhan Steam

No	Nama Alat	Kebutuhan Steam
1	Heat Exchanger 01	4.895,66
2	Heat Exchanger 02	1.116,575
3	Heat Exchanger 03	0,238
4	Reboiler	1.139,037
Jumlah		7.151,453

Over design 20%, sehingga air yang dibutuhkan untuk menyediakan steam sebanyak 8.581,743 kg/jam.



Blowdown pada boiler adalah 20% dari kebutuhan air boiler

$$\begin{aligned}\text{Blowdown} &= 0,20 \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 1.716,35 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Air yang menguap adalah 5% dari kebutuhan air di boiler

$$\begin{aligned}\text{Air yang menguap} &= 0,05 \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 429,09 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Kebutuhan air *make-up* untuk steam 2.145,44 kg/jam

Diambil over design 20%, menjadi 2.574,52kg/jam.

III. Kebutuhan air domestik

$$\begin{aligned}\text{Total kebutuhan air untuk domestik} &= 48,160 \text{ m}^3/\text{hari}=2,007 \\ \text{m}^3/\text{jam} &= 70,865 \text{ ft}^3/\text{jam}=2.006,667 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Karena digunakan sistem sirkulasi, maka *make up water* yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}1. \text{ Air pendingin hilang (20 \%)} &= 0,20 \times 43,22 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 51,86 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 51.861,39 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}2. \text{ Air umpan boiler yang hilang (20 \%)} \\ &= 0,20 \times 3.204,86 \text{ kg/jam} \\ &= 3.485,83 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Jadi total kebutuhan air yang disuplai dari tangki air

$$\begin{aligned}&= \text{air untuk sanitasi (perkantoran dan pabrik) + make up air} \\ &\quad \text{pendingin + make up air umpan boiler} \\ &= (2.006,667 + 51.861,39 + 3.485,83) \text{ kg/jam} \\ &= 53.353,887 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Untuk menjaga adanya kebocoran saat distribusinya, *make up* air dilebihkan sebanyak 10%, sehingga air yang akan diambil dari air sungai saat dipompakan adalah sebesar 53.353,887 kg/jam atau sekitar 63.089,276 kg/jam.

4.4. Unit Penyediaan Steam

1. Perhitungan kapasitas boiler

$$Q = Ms \cdot \lambda$$

Dimana :

Ms = Massa steam yang dihasilkan (kg/jam)

λ = Enthalpi steam pada T dan P tertentu (btu/kg)

Dari steam tabel (Smith-vanness, App. F),

Suhu *steam* $150\text{ }^{\circ}\text{C} = 302\text{ }^{\circ}\text{F}$,

$$\lambda = 2113,20 \text{ kJ/kg} = 908,51 \text{ Btu/lb}$$

Misal : Massa air umpan boiler yang menjadi *steam* 90%

$$Q = \text{Massa air} \times C_{pL} (T - T_0) + 0,8 \cdot M_{\text{air}} \cdot \lambda$$

$$\begin{aligned} \text{Massa air} &= \frac{\text{massa steam}}{0,9} \\ &= 12.819,44899 \text{ kg/jam} \\ &= \frac{12.819,44899 \text{ kg/jam}}{0,9} \\ &= 14.243,83221 \text{ kg/jam} \\ &= 31.402 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

$$C_{pL} = 1,2 \text{ Btu/lb } ^{\circ}\text{F}; \text{ temperatur umpan } 30\text{ }^{\circ}\text{C} = 86\text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$\begin{aligned} Q &= (31.402) \text{ lb/j} \times 1,2 \text{ Btu/lb } ^{\circ}\text{F} (302-86) + (0,9 \times 31.402 \text{ lb/j} \times 908,51 \\ &\quad \text{Btu/lb} \\ &= 23.372.215,14 \text{ Btu/jam} \\ &= 24.938.680.201 \text{ joule/jam} \end{aligned}$$



2. Perhitungan luas penampang perpindahan panas (A)
konversi panas menjadi daya (Hp),

$$Q = 24.938.680.201 \text{ joule/jam} \times \frac{1 \text{ kWh}}{3,6 \times 10^6 \text{ joule}} \times \frac{0,7457 \text{ Hp}}{1 \text{ kW}}$$
$$= 9.285,538725 \text{ Hp}$$

Ditentukan luas bidang pemanasan adalah 10 ft²/Hp, sehingga:

$$A = 10 \text{ ft}^2/\text{Hp} \times 9.285,538725 \text{ Hp}$$
$$= 92.855,4 \text{ ft}^2$$

4.5. Unit penyedia Listrik

Unit ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan listrik di seluruh area pabrik, pemenuhan kebutuhan listrik dipenuhi oleh PLN dan sebagai cadangan adalah *generator set* untuk menghindari gangguan yang mungkin terjadi pada PLN.

Kebutuhan listrik dapat dibagi :

- a. Listrik untuk keperluan proses
- b. Listrik untuk utilitas
- c. Listrik untuk penerangan dan AC
- d. Listrik untuk laboratorium dan bengkel
- e. Listrik untuk instrumentasi

1. Listrik untuk keperluan proses

Besarnya listrik untuk keperluan proses sebagai berikut :

Tabel 4.3. Konsumsi Listrik untuk Keperluan Proses

Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)	
			@	Total
Kompresor	G-01	1	125,00	125,00
Ekspander-01	Ex-01	1	1,00	1,00



Ekspander-02	Ex-02	1	20,00	20,00
Ekspander-03	Ex-03	1	15,00	15,00
Ekspander-04	Ex-04	1	1,50	1,50
Belt Conveyor	C-01	1	1,00	1,00
Bucket Elevator	BE-01	1	1,60	1,60
R-02		1	5,00	5,00
pompa	P-01	1	3,00	3,00
pompa	P-02	1	3,00	3,00
pompa	P-03	1	2,00	2,00
pompa	P-04	1	1	1,00
pompa	P-06	1	1/4	0,25
pompa	P-07	1	1 1/2	1,50
pompa	P-08	1	1/4	0,25
pompa	P-09	1	3	3,00
pompa	P-10	1	1/2	0,50
pompa	P-11	1	1/4	0,25
pompa	P-12	1	5	5,00
pompa	P-13	1	3/4	0,75
Jumlah				202,35

Diketahui 1 Hp = 0,7457 Kw

$$\begin{aligned} \text{Power yang dibutuhkan} &= 202,35 \times 0,7457 \text{ kW} \\ &= 150,8924 \text{ kW} \end{aligned}$$

2. Listrik untuk utilitas

Besarnya listrik untuk unit pendukung proses (utilitas) dapat dilihat pada t
Tabel 4.5. sebagai berikut :

Tabel 4.4. Konsumsi Listrik untuk Unit Pendukung Proses (utilitas)

Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)	
			@	Total
Scraper di Clarifier		1	5	5
Fan Cooling tower		5	22	110,682353
Pengaduk di bak koagulasi		1	7,5	7,5



Pompa 1	LU-1	3	7,5	22,5
Pompa 2	LU-2	2	10	20
Pompa 3	LU-3	2	25	50
Pompa 4	LU-4	2	75	150
Pompa 5	LU-5	2	100	200
Pompa 6	LU-6	2	0,25	0,5
Pompa 7	LU-7	1	2	2
Pompa 8	LU-8	2	40	80
Pompa 9	LU-9	2	15	30
Pompa 10	LU-10	1	5	5
Pompa 11	LU-12	1	5	5
Pompa 12	LU-13	1	0,5	0,5
<hr/>				
Pompa 13	LU-13	1	0,25	0,25
<hr/>				
Pompa 14	LU-14	1	2	2
Pompa 15	LU-15	1	0,5	0,5
Jumlah				692,182353

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

$$\begin{aligned}\text{Power yang dibutuhkan} &= 692,182 \times 0,7457 \text{ kW} \\ &= 667,05 \text{ kW}\end{aligned}$$

3. Listrik untuk penerangan dan AC

Listrik untuk AC dan peneranagn diperkirakan sebesar 100 kW

4. Listrik untuk laboratorium dan bengkel

Listrik yang digunakan diperkirakan sebesar 40 kW



5. Listrik untuk instrumentasi

Listrik yang digunakan diperkirakan sebesar 10 Kw

$$\begin{aligned}\text{Jumlah kebutuhan listrik} &= 150,89 + 667,05 + 100 + 40 + 10 \\ &= 832,05 \text{ Kw}\end{aligned}$$

Kebutuhan listrik ini sudah termasuk kebutuhan listrik untuk penerangan, instrumentasi, laboratorium dan bengkel.

Emergency generator yang digunakan mempunyai efisiensi 70 %, maka

$$\begin{aligned}\text{Input generator} &= \frac{832,05}{0,7} = 1188,6 \text{ Kw}\end{aligned}$$

Ditetapkan *input generator* 1500 Kw

Untuk keperluan lainnya dan cadangan masih tersedia

$$\begin{aligned}&= (1500 - 832,05) \times 0,7 \\ &= 467,565 \text{ Kw}\end{aligned}$$

Spesifikasi Generator

- a. Tipe = AC generator
- b. Kapasitas = 1500 kW
- c. Tegangan = 220 / 360 volt
- d. Efisiensi = 70 %
- e. Frekuensi = 50 Hz
- f. Bahan bakar = Solar (fuel oil)

4.6. Unit penyedia bahan bakar

1. Kebutuhan bahan bakar untuk generator set

Kebutuhan bahan bakar untuk generator set :

- a. Jenis bahan bakar : solar
- b. Heating value : 19.525 Btu/lb
- c. Efisiensi bahan bakar : 80%



- d. Sg solar : 0,8691
e. ρ solar : 54,26 lb/ft³
f. Kapasitas input generator = 1.200 x 1000/0,293
= 4.094.584,911 Btu/jam

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan solar} &= \frac{4.094.584,911}{0,8 \times 19.525 \times 0,8691} \\ &= 301,9967783 \text{ lb/jam}\end{aligned}$$

2. Perhitungan kebutuhan bahan bakar

$$\text{Kapasitas boiler} = 23.637.215,14 \text{ Btu/jam}$$

Digunakan bahan bakar *fuel oil* (solar) dengan spesifikasi :

$$\text{Normal heating value}(F) : 19.525 \text{ Btu/lb}$$

$$\text{Densitas} : 54,26 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan fuel oil} &= \frac{Q}{(F \times \rho)} \\ &= \frac{23.637.215,14}{19.525 \times 54,26 \times 0,8691} \\ &= 1.741,187451 \text{ lb/jam}\end{aligned}$$

3. Tangki bahan bakar

Fungsi : Menampung bahan bakar solar untuk generator

Jenis : Tangki silinder horisontal

$$\text{Kebutuhan solar} = 25,590 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Waktu tinggal = 1 minggu

Tangki dirancang dengan over design 10% dengan D/H = 8:3

$$Vt = \frac{\pi}{4} x D^2 x H$$

$$Vt = 1,1 x 25,590 \text{ m}^3/\text{hari} x 7 \text{ hari}$$

$$= 197,049 \text{ m}^3$$

$$D^3 = \frac{4x197,049}{\pi}$$

$$D = 8,74764 \text{ m}$$

$$H = 3,2803 \text{ m}$$

4.7. Unit penyedia udara tekan

Udara tekan digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Pengolahan udara ini adalah pengolahan udara yang bebas dari air, bersifat kering, bebas minyak dan tidak mengandung pertikel-partikel lainnya. Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol *pneumatic*. Kebutuhan setiap alat kontrol *pneumatic* sekitar 28,2 L/menit. Kebutuhan udara tekan diperkirakan 150 m³/jam. Alat untuk penyediaan udara tekan berupa Kompresor

4.8. Unit pengolahan limbah

Limbah industri adalah hasil samping dari suatu proses industri yang sudah tidak berguna agar tidak menimbulkan masalah terhadap lingkungan disekitarnya. Maka sebelum dibuang ke lingkungan harus di *treatment* terlebih dahulu agar benar-benar aman dan tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah pabrik kimia pada umumnya berupa gas buang dan padatan hasil reaksi maupun sisa-sisa bahan baku yang digunakan dalam proses. Limbah yang dihasilkan dari pabrik propilen oksida terdiri dari (limbah industri) antara lain berupa cairan dan gas :

- a. Pengolahan limbah cair.

Air buangan dari pabrik propilen oksida ini dapat berupa :



- Air yang mengandung zat organik
- Buangan air sanitasi
- *Back wash filter*, air berminyak dari pompa
- *Blow down cooling tower*

Air buangan sanitasi dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran air tersebut dikumpulkan dan diolah dengan unit stabilitasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan injeksi klorin. Klorin ini berfungsi sebagai *desinfektan* untuk membunuh mikroorganisme.

b. Pengolahan limbah gas.

Untuk menghindari pencemaran udara dari bahan-bahan buangan gas, yaitu gas C_3H_6 , C_3H_8 , O_2 , N_2 maka dilakukan penanganan terhadap bahan buangan tersebut dengan cara membuat *stack* atau cerobong asap dengan ketinggian tertentu sebagai alat pembuangan asap.

4.9. Laboratorium

Laboratorium berfungsi untuk menganalisa komposisi sampel yang diperoleh dari berbagai bagian proses. Sampel yang di analisa dapat berupa *feed* (umpan), bahan baku selama proses dan hasil produk. Hasil dari analisa yang dilakukan di laboratorium dikirim / diinformasikan ke ruang kendali (*control room*) yang akan digunakan sebagai acuan untuk mengendalikan proses.

4.9.1. Tugas Laboratorium

Dalam pelaksanaannya laboratorium mempunyai tugas, yaitu:

- Melakukan analisa atau percobaan terhadap setiap sampel yang diambil
- Bertindak sebagai *quality control* terhadap bahan baku / produk.
- Memberikan umpan balik atas keadaan tertentu yang tercemar dari hasil analisa data sebagai proses produksi.



- Menguji bahan baku.

Pengujian bahan baku dilakukan pada isobutana, propilena dan bahan-bahan pembantu lainnya. Pengujian dilakukan setiap hari untuk mengetahui kualitas dan impuritas serta kemurnian bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi, agar dihasilkan produk yang mempunyai kualitas dan mutu tinggi. Pengujian produk dilakukan untuk mengetahui kualitas produk yang dihasilkan apakah sudah sesuai standar yang diinginkan atau belum. Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui komposisi komponen yang terkandung dalam produk. Pengujian setiap shift dilakukan 2 kali. Pengujian kualitas air bertujuan untuk mengetahui kondisi air yang akan digunakan atau setelah digunakan dalam proses. Air yang di uji kualitas adalah air buangan, air umpan boiler, air pendingin. Komponen yang diuji adalah kesadahan, total kebasaan (*total alkalinity*), pH, kekeruhan, kandungan logam serta ion-ion lainnya. Pengujian dilakukan setiap hari.

4.10. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan hal penting bagi tenaga kerja yang berkaitan dengan alat kerja, mesin, bahan dan proses pengolahan, tempat kerja, lingkungan serta cara pengerjaannya. Tujuan keselamatan kerja, antara lain :

1. Melindungi tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi
2. Menjamin keselamatan orang lain yang berada di lingkungan kerja
3. Memelihara sumber produksi dan dipergunakan secara aman di lingkungan kerja

Untuk pelaksanaan program keselamatan kerja disediakan perlengkapan pakaian seragam kerja untuk tiap-tiap karyawan. Selain itu perusahaan juga menyediakan alat-alat pelindung diri yang disesuaikan dengan kondisi dan jenis pekerjaan. Peralatan *safety* (*Safety Equipment*) harus dipakai oleh setiap karyawan yang berada di *plant* atau daerah proses. Perlengkapan *safety* yang harus dipakai meliputi :



1. Sepatu *safety*
2. *Safety Goggle* (kacamata *safety*)
3. *Ear muff/Ear plug* yaitu penutup telinga yang dipakai untuk mengurangi suara bising dari mesin
4. *Safety Helmet* yaitu alat pelindung kepala
5. Masker yaitu penutup hidung dan mulut untuk menyaring udara yang dihisap
6. *Breathing apparatus* yaitu alat bantu pernafasan dimana dipakai jika udara sekeliling kotor sekali atau beracun

Adapun beberapa tindakan pencegahan yang dilakukan oleh perusahaan antara lain :

- a. Penyediaan alat pencegah kebakaran dan kebocoran
- b. Pemberian penerangan, latihan, dan pembinaan agar setiap pekerja yang ada di tempat dapat mengetahui cara melakukan pencegahan jika terjadi kecelakaan, kebakaran, peledakan, dan kebocoran pipa yang berisi zat berbahaya
- c. Pemberian penerangan mengenai pertolongan pertama pada kecelakaan