

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES

Unit pendukung proses atau biasa disebut dengan utilitas merupakan unit penunjang yang berfungsi dalam menjalankan proses produksi pada suatu pabrik. Unit pendukung proses terdapat dalam perancangan pabrik *ethylbenzene* yang meliputi unit penyediaan dan pengolahan air, unit penyediaan steam, unit penyediaan tenaga listrik, unit penyediaan bahan bakar, unit penyediaan udara tekan, unit laboratorium, hingga unit pengolahan limbah.

4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Unit ini berfungsi dalam memenuhi kebutuhan air dalam proses pengolahan serta penyediaan air bagi pabrik. Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air umpan, boiler, air sanitasi, air proses, air hydrant, dan cooling water.

4.1.1 Unit Penyediaan Air

Unit penyediaan air yaitu berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air mulai dari pengadaan dan pengolahannya hingga siap digunakan. Lokasi sumber air sebaiknya tidak terlalu jauh dari pabrik untuk mempermudah akses pengambilan air. Pabrik ini berlokasi di kawasan industri Cilegon yang juga dekat dengan teluk anyer yang dapat digunakan sebagai sumber air baku untuk industri. Air teluk anyer di pabrik etilbenzene digunakan untuk media pendingin pada *heat exchanger* dan air umpan boiler, air sanitasi dan air *hydrant*.

1) Air Pendingin

Air pendingin (*cooling water*) merupakan sistem yang menyediakan air pendingin dengan kualitas dan kuantitas tertentu yang diperlukan untuk pendinginan proses dipabrik. Sistem air pendingin dibagi dalam dua jenis, yaitu jenis resirkulasi dan sekali lewat (*once-through*). Pada jenis resirkulasi, air pendingin yang telah digunakan, kembali digunakan untuk keperluan yang sama, sedangkan pada sistem sekali lewat air yang telah digunakan langsung dibuang. Pabrik

etilbenzena ini menggunakan sistem air pendinginan resirkulasi yang dilengkapi dengan *cooling tower*.

Tabel 4. 1 Kualitas Air Pendingin Sistem Resirkulasi. (Forbes dkk., 2018)

No.	Parameter	Jumlah
1	pH	6,5-7,5
2	Konduktivitas (mhos/cm)	< 1000
3	Turbidinitas (NTU)	< 10
4	Suspended Solid	< 10
5	Total Hardness (ppm CaCO ₃)	< 100
6	Total Iron (ppm)	< 1,0
7	Residual Klorin (ppm)	0,5-1,0
8	Silica	< 150
9	Total Kromate (ppm)	1,5-2,5

2) Air Umpan Boiler

Air umpan boiler merupakan bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam. Air umpan boiler harus mengalami eksternal dan internal *treatment*. Eksternal *treatment* dilakukan terhadap air sebelum masuk unit pembangkit uap dan internal *treatment* dilakukan pada unit pembangkit uap yang meliputi pencegahan terhadap kerak, korosi serta *foaming*. Oleh karena itu ada beberapa hal yang perlu diperhatikan pada air umpan boiler, yaitu:

a. Kandungan yang dapat menyebabkan korosi

Korosi dapat terjadi apabila di dalam boiler terdapat gas-gas penyebab korosi, yaitu CO₂ dan O₂. Oksigen dalam air akan dapat dihilangkan dengan dua tahap yaitu deaerasi dan penambahan oksigen *scavenger*. yaitu Hidrazin, Hidrazin hanya dapat bereaksi dengan Oksigen pada suhu tinggi, dan boiler dengan tekanan di bawah 400 psi tidak dapat menggunakan senyawa ini.

b. Kandungan yang dapat menyebabkan kerak

Kandungan penyebab kerak dapat berupa garam-garam karbonat dan silika. Untuk mencegah kerak akibat kesadahan yang

masih tersisa, ditambahkan *phospat*.

Reaksinya: $2\text{Ca}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ca}(\text{PO})_4^{3-}$

c. Kandungan yang menyebabkan *foaming*

Penyebab *foaming* atau pembentukan gelembung di atas permukaan air dapat disebabkan karena adanya kandungan zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Terbentuknya foam dapat dicegah dengan membuang sejumlah air (*blow down*) dengan tepat, dan penambahan bahan antifoam, yaitu polyamida atau poliglikol. Syarat air umpan boiler mengacu pada rekomendasi dari ABMA (*American Boiler Manufactures Association*) pada tabel berikut :

Tabel 4. 2 Syarat Air Umpan Boiler (*American Boiler Manufactures Association*)

No	Parameter	Satuan	Tekanan Proses (bar)		
			40-60	60-75	75-100
1	Oksigen Terlarut	Mg/l		0,02	
2	Total Kesadahan	keunMg/l		0,05	
3	Zat Minyak	Mg/l		0,05	
4	pH			>8,5	
5	Total Besi	Mg/l	0,05	0,05	
6	Total Tembaga	Mg/l	0,03	0,03	0,03

3) Air Sanitasi

Air sanitasi juga berperan penting dalam keperluan air minum, laboratorium, kantor, dan perumahan, sesuai dengan persyaratan menurut Peraturan (Kemenkes, 2017) No. 416. Sedangkan untuk air sanitasi sendiri disuplai dari PDAM.

Tabel 4. 3 Parameter Fisik Kualitas Air Sanitasi

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	1000
4.	Suhu	°C	30

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
5.	Rasa		Tidak Berasa
6.	Bau		Tidak berbau

Tabel 4. 4 Parameter Biologi Standar Baku Mutu Air Sanitasi (Kemenkes, 2017)

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1.	Total coliform	CFU/100 ml	50
2.	E. coli	CFU/200 ml	0

Tabel 4. 5 Parameter Kimia Standar Baku Mutu Air Sanitasi (Kemenkes, 2017)

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1.	pH		6,5-8,5
2.	Besi dan Nitrat, sebagai N	mg/l	1
3.	Fluorida	mg/l	1,5
4.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
5.	Mangan	mg/l	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7.	Sianida dan Pestisida total	mg/l	0,1
8.	Deterjen	mg/l	0,05

4) Air *Hydrant*

Penggunaan air untuk keperluan ini tidak dilakukan secara rutin dan kontinyu tetapi hanya bersifat insidensial saat terjadi kebakaran. Air hidran tidak menyangkut proses sehingga tidak membutuhkan spesifikasi yang kompleks.

4.1.2 Unit Pengolahan

Unit pengolahan air merupakan unit yang berfungsi untuk memurnikan air melalui berbagai proses. Proses pengolahan air dilakukan oleh unit *water treatment plant*. Berikut beberapa cara dalam unit pengolahan air:

a. *Water Pond*

Air dari teluk anyer dipompa menuju *water pond*. Di dalam *water pond* terjadi pengendapan lumpur, pasir, dan partikulat yang berukuran besar. Dalam *water pond* pengendapan terjadi agar tidak menyebabkan gangguan fouling di dalam proses penyediaan air bebas mineral. Sementara partikular kecil yang tidak dapat dipisahkan dengan menggunakan sedimentasi akan dilakukan pengendapan di dalam *premix tank*.

b. *Premix Tank*

Didalam *premix tank* akan dilakukan injeksi bahan-bahan kimia :

- 1) Larutan Alum (Aluminium sulfat), yaitu alum berfungsi sebagai bahan penggumpal (*floculant*) untuk menjernihkan air.
- 2) Soda Kaustik (NaOH), yaitu digunakan untuk mempermudah pembentukan flok oleh alum.
- 3) Chlorine, sebagai desinfektan untuk membunuh bakteri, jamur, dan mikroorganisme.

c. *Clarifier*

Tahap ini adalah proses mengendapkan partikel flok sambil memperhatikan pembentukan lapisan lumpur. Lapisan lumpur berfungsi menahan flok yang baru terbentuk, oleh karena itu harus dijaga tetap ada. Untuk menjaga supaya lumpur merata dan tidak terlalu padat dilakukan pengadukan lambat dan konstan dengan kecepatan pengadukan 2 - 3 rpm.

d. *Sand Filter*

Tahap ini digunakan untuk menyaring zat-zat tersuspensi yang masih ada. Penyaringan ini menggunakan media pasir atau sandfilter.

e. *Water Tank*

Tahap ini air ini dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pendingin dan *hydrant water* dalam pabrik.

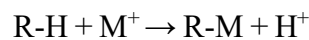
f. *Carbon filter*

Carbon filter digunakan untuk menghilangkan klorin, bau dan warna. Air yang telah melalui carbon filter akan menjadi air sanitasi, sedangkan untuk menjadi air umpan boiler diperlukan proses demineralisasi dan deaerator.

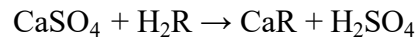
g. *Unit Demineralisasi*

Pada unit demineralisasi air dilakukan treatment agar kandungan ion-ion yang tidak dikehendaki berkurang. Caranya dengan melewati air ke dalam tangki (*Mixed Bed Polisher*) yang berisi resin kation dan resin anion untuk menukar ion kation dan anion secara kontinyu dan reversible. Berdasarkan reaksi berikut:

- Reaksi penukar kation:

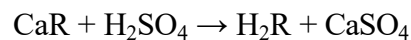


Contoh reaksinya

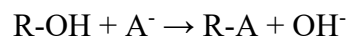


Apabila resin sudah jenuh pencucian dilakukan dengan menggunakan larutan H_2SO_4 4%.

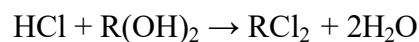
Reaksi yang terjadi pada waktu regenerasi adalah :



- Reaksi resin penukar anion:

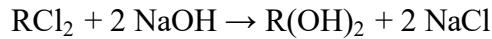


Contoh reaksi:



Apabila resin sudah jenuh dilakukan dengan pencucian menggunakan larutan $NaOH$ 40%.

Reaksi yang terjadi pada waktu regenerasi adalah :



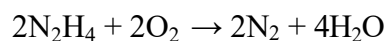
Indikator-indikator pelaksanaan regenerasi unit penukar kation/anion yaitu :

- Konduktivitas air $\leq 1 \mu\text{s/cm}$
- Kadar silika dari aliran keluar penukar anion $\leq 0,01 \text{ ppm}$

h. *Deaerator*

Proses ini menghilangkan gas O_2 dan CO_2 dalam air yang dimana jika bereaksi dengan besi (Fe) membentuk padatan yang mengendap (Fe_2O_3 dan Fe(OH)_3) dan yang akan memicu terjadinya korosi. Proses deaerasi ini dilakukan dalam 2 tahap :

- Stripping dengan menggunakan steam LS $4 \text{ kg/cm}^2\text{G}$ untuk mengusir CO_2 yang terlarut dalam air. *Demin water* dialirkan ke *deaerator* untuk distripping dengan LP steam sehingga gas CO_2 yang dapat menyebabkan korosi dapat terlepas ke udara. *Demin water* diaerasi dengan menyemprotkan dan mengontakkan dengan steam secara berlawanan.
- Injeksi hidrazin yang berfungsi untuk mengikat O_2 yang masih tersisa, berdasarkan reaksi berikut :



4.1.3 Unit Kebutuhan Air

A. Kebutuhan Air Untuk Steam

Kebutuhan air steam pada pabrik *benzene* ini dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4. 6 Kebutuhan air untuk steam

No	Nama Alat	Jenis Steam	Kebutuhan (Kg/jam)
1	Vaporizer V-01	<i>Saturated Steam</i>	827,99
2	Vaporizer V-02	<i>Saturated Steam</i>	927.108,98
3	Menara Destilasi-01	<i>Saturated Steam</i>	14.563,71
4	Menara Destilasi-02	<i>Saturated Steam</i>	3.836,57
5	Menara Destilasi-03	<i>Saturated Steam</i>	19.910,28

No	Nama Alat	Jenis Steam	Kebutuhan (Kg/jam)
Total			966.247,54

- Berdasarkan Tabel 4.6 air yang dibutuhkan untuk membuat *steam* adalah 966.246,54 kg/jam.
- Sebagai faktor keamanan 10% tambahan, maka kebutuhan air menjadi 1.062.872,29 kg/jam
- Berdasarkan Hall (2005), *blowdown* air umpan boiler adalah 4-8%. Apabila persentase *blowdown* sebesar 8%, maka *blowdown*
 $= 0,08 \times 1.062.872,29 = 85.029,78 \text{ kg/jam}$
- Umpan masuk boiler
 $= 85.029,07 + 1.062.872,29$
 $= 1.147.902,07 \text{ Kg/jam}$
- Kondensat yang kembali
 $= 90\% \text{ dari } steam \text{ yang dihasilkan}$
 $= 0,9 \times 1.062.872,29$
 $= 956.585,06 \text{ Kg/jam}$
- *Make-up* air untuk boiler = *blowdown* = 85.029,78 Kg/jam

B. Kebutuhan Air Pendingin

Kebutuhan air pendingin pada pabrik *ethylbenzene* ini dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4. 7 Kebutuhan air pendingin

No	Nama Alat	Kebutuhan Air (Kg/jam)
1	Reaktor R-01 (antara Bed I dan II)	700.887,26
2	Reaktor R-01 (antara Bed II dan III)	1.453.352,17
3	Kondenser CD-101	252.991,20
4	Kondenser CD-102	19.145.387,11

No	Nama Alat	Kebutuhan Air (Kg/jam)
5	Kondenser CD-103	1.221.212,97
6	Heat Exchanger HE-101	1.956.061,48
7	Heat Exchanger HE-102	1.180.197,43
Total		25.910.089,62

- Berdasarkan tabel 4.6 air pendingin yang dibutuhkan adalah 25.910.089,62 Kg/jam
- Sebagai faktor keamanan 10% sebagai tambahan, maka kebutuhan air pendingin menjadi 28.501.098,58 Kg/jam
- Pabrik ini akan menggunakan *cooling tower* dengan sistem *open recirculating* untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air pendingin dimana air pendingin yang keluar proses akan didinginkan kembali di *cooling tower* yang kemudian akan digunakan kembali untuk mendinginkan proses. Make-up untuk air pendingin dengan perkiraan adanya kehilangan air yang disebabkan oleh :
 - a. *Windage loss* (0,2% R) = 1.368,052 m³/hari
 - b. *Evaporation loss* (0,1%R) = 684,026 m³/hari
 - c. *Blowdown* (15%R) = 102.603,954 m³/hari

Dengan sistem ini pabrik hanya membutuhkan *makeup* air pendingin sejumlah total air yang hilang yaitu 104.656,03 m³/hari

C. Kebutuhan Air Sanitasi

Kebutuhan air sanitasi meliputi kebutuhan air karyawan, air laboratorium, air pembersih, dan sebagainya. Berikut merupakan jumlah kebutuhan air sanitasi di pabrik *ethylbenzene*:

- Air untuk karyawan kantor menurut Linsley (1991), kebutuhan air untuk karyawan adalah 15 liter/orang/hari.
 Kebutuhan air karyawan = 176 x 15 Liter/orang/hari = 2640 Liter/Hari
 = 2,64 m³/hari
- Air untuk laboratorium diperkirakan kebutuhan air untuk laboratorium

adalah 2,5 m³/hari.

- Air untuk pembersihan dan lain-lain. Diperkirakan kebutuhan air untuk pembersihan dan lain-lain adalah 10 m³/hari.
- Maka, kebutuhan air untuk sanitasi adalah

$$\begin{aligned} &= 2,64 \text{ m}^3/\text{hari} + 2,5 \text{ m}^3/\text{hari} + 10 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 15,14 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

D. Kebutuhan Air Hydrant

Menurut Nalco (1976), jumlah air yang dibutuhkan untuk pemadam kebakaran adalah 2.400 L/min dengan waktu kurang dari 30 menit dan mudah dicapai oleh unit mobil pemadam kebakaran, yang akan ditampung dalam bak penampung sehingga kebutuhan air hidran per hari adalah 72 m³/hari. Syarat baku mutu air pemadam kebakaran sama dengan air sanitasi.

4.2 Unit Pengadaan Listrik

Unit pembangkit listrik adalah unit yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam pabrik. Kebutuhan tenaga listrik diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan di *back up* dengan generator cadangan. Berikut kebutuhan unit pengadaan Listrik, yaitu:

- Kebutuhan listrik untuk keperluan alat-alat proses, utilitas dan pengolahan limbah
- Kebutuhan listrik untuk keperluan penerangan, AC dan alat elektronik
- Kebutuhan listrik untuk laboratorium dan instrument

1) Kebutuhan listrik untuk keperluan alat-alat proses, utilitas dan pengolahan limbah

Berikut total daya alat proses dan utilitas di pabrik *ethylbenzene* pada tabel 4.8 dan 4.9.

Tabel 4. 8 Total Daya Pada Alat-Alat Proses

Nama Alat	Hp	Jumlah	Σ HP
Compressor C-101	2.000	1	2.000
Blower B-101	10	1	10
Pompa P-102	6	1	6
Pompa P-103	5	1	5
Pompa P-104	5	1	5
Pompa P-105	4	1	4
Pompa P-106	5	1	5
Pompa P-107	3	1	3
Total			2.038

Tabel 4. 9 Total daya yang dibutuhkan untuk peralatan utilitas

Nama Alat	Hp	Jumlah	Σ HP
Pompa raw water	15	1	15.00
Pompa air pendingin	8	1	8.00
Kompresor udara tekan	12	1	12.00
Pompa air sanitasi	3	2	6.00
Pompa boiler	4	1	4.00
Blower	5	1	5.00
Pompa air lunak	3	1	3.00
Pompa air limbah	3	1	3.00
Fan Cooling Tower	3	1	3.00
Pompa boiler feed water	3	1	3.00
Pompa Hidran	4	1	4.00
Total			66.00

Kebutuhan total = kebutuhan listrik proses + kebutuhan listrik utilitas
= 2104 HP

Jika 1 HP = 0,7475 kW

Maka power yang dibutuhkan adalah = 1572,74 kW

2) Kebutuhan listrik untuk keperluan penerangan, AC, dan alat elektronik

Perkiraan kebutuhan tenaga listrik yang dibutuhkan untuk keperluan penerangan dihitung dengan pendekatan menggunakan konsep *Luminous Efficiency*, yaitu tenaga radiasi cahaya yang dikeluarkan oleh lampu dalam bentuk lumen. Kebutuhan pencahayaan per luas area dapat ditentukan sebagai berikut :

$$Lumen = Area \times Lux$$

Dimana:

Area = luas daerah yang membutuhkan pencahayaan (m²)

Lux = kebutuhan energi cahaya per satuan luas (lumen/m²)

Besarnya lux nilainya berbeda tergantung pada area yang akan diberi penerangan. Dalam perancangan ini digunakan nilai *lux* standar menurut (Sheldrake, 2003) kebutuhan lumen ditunjukkan pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11.

Tabel 4. 10 Kebutuhan lumen area indoor

Bangunan	Luas	Lux	Lumen
Pos Keamanan	30	80	2.400
Bengkel dan Gudang Alat	400	100	40.000
Kantor	1100	200	200.000
Aula	500	180	90.000
Masjid	300	160	48.000
Poliklinik	200	160	32.000
Kantin	150	160	24.000
Ruang Kontrol	200	200	40.000
Laboratorium	300	200	60. 000
Total			556.400

Tabel 4. 11 Kebutuhan lumen area outdoor

Bangunan	Luas	Lux	Lumen
Taman dan Jalan	1200	70	84.000

Bangunan	Luas	Lux	Lumen
Parkir Karyawan	850	70	59.500
Area Proses	4500	100	450.000
Area Utilitas	1500	100	150.000
Area Pengolahan Limbah	1500	100	150.000
Area Perluasan	3000	60	180.000
Area Tanki	1000	100	100.000
Fire Station	200	100	20.000
Total			1.193.500

Lampu yang direncanakan untuk semua area di dalam bangunan menggunakan lampu *Light-emitting diode* (LED) Philips 14 watt. Lumen output tiap lampu adalah 1400 lumen. Jumlah lampu yang digunakan $= 556.400 / 1400$
 $= 397$ buah lampu

Untuk area di luar ruangan digunakan lampu *Light-emitting diode* (LED) Philips 18 watt.

Lumen output tiap lampu adalah 2000 lumen.

Jumlah lampu yang digunakan $= 1.193.500 / 2000$
 $= 597$ buah lampu

Total daya penerangan $= (397 \times 14) + (597 \times 18)$
 $= 16305,5 \text{ W (16,305 kW)}$

Tabel 4. 12 Ruang yang menggunakan Air Conditioner

Ruang	Luas
Kantor	1100
Ruang Kontrol	200
Poliklinik	200
Laboratorium	300
Total	1800

Air Conditioner direncanakan menggunakan AC inverter. Sebuah AC I PK memerlukan daya listrik sebesar 520 watt. Luas area yang memerlukan AC adalah 1.800 m^2 . Sebuah AC diperkirakan cukup untuk memenuhi kebutuhan

ruangan seluas 7 x 7 meter, sehingga dibutuhkan AC sebanyak 28 buah.

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan listrik untuk 28 AC} &= 28 \times 520 \text{ Watt} \\ &= 16.640 \text{ Watt (16,64 kW)}\end{aligned}$$

1) Kebutuhan listrik untuk laboratorium dan instrumen

Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi sebesar 50 kW.

$$\begin{aligned}\text{Total kebutuhan listrik} &= \text{Proses} + \text{Penerangan} + \text{AC} + \text{Laboratorium dan} \\ &\quad \text{instrumentasi} \\ &= (1572,74 + 16,305 + 16,64 + 50) \text{ kW} \\ &= 1.655,685 \text{ kW}\end{aligned}$$

2) Generator

Generator digunakan jika suplai listrik dari PLN terputus sehingga aktivitas produksi tidak terganggu. Apabila digunakan generator dengan efisiensi 80%, maka,

$$\begin{aligned}\text{input generator} &= 1.655,685 \text{ kW} / 0,8 \\ &= 2.069,606 \text{ kW}\end{aligned}$$

Ditetapkan output generator sebesar 5000 kW = 17.060.710 BTU/jam, sehingga untuk keperluan lain masih tersedia 2.930 kW.

Spesifikasi generator:

- Tipe = AC generator
- Kapasitas = 5000 kW
- Efisiensi = 80%
- Phase = 3
- Jumlah = 2 buah
- Bahan Bakar = gas alam

4.3 Unit Penyedia Steam

Pabrik ethylbenzene memerlukan steam untuk memenuhi kebutuhan panas pada *vaporizer*, *heater*, dan *reboiler*. Steam yang digunakan adalah saturated steam pada suhu 406,15 K tekanan 3,1 atm. Berdasarkan perhitungan

pada sub bab 4.1.1., diketahui :

- Kebutuhan air untuk steam = 1.062.872 kg/jam
- *Blowdown* = 85.030 kg/jam
- Umpan masuk boiler = 1.147.902 kg/jam
- Kondensat yang kembali = 956.585 kg/jam
- *Make up air* untuk boiler = 85.029,78 kg/jam

Kebutuhan steam ini dipenuhi dari sebuah boiler. Jenis boiler yang digunakan adalah *fire tube boiler*.

a. Menghitung Kapasitas Boiler

- *Saturated steam* pada 483,15°K, 1907,9 kPa memiliki $h_v = 1143,76$ BTU/lb (Van Ness dkk., 2010). *Make up air* pada $T = 30^{\circ}\text{C} = 86^{\circ}\text{F}$, diperoleh $h_L = 54,05$ BTU/lb (Van Ness dkk., 2010).
- Kondensat yang kembali pada $T = 483,15 \text{ K} = 410^{\circ}\text{F}$, memiliki nilai $h_L = 248,16$ BTU/lb (Van Ness dkk., 2010).

- Berdasarkan (Severn, 1933),

$$Q = m_s (h - h_f)$$

Dimana Q

Q = kapasitas boiler (BTU/jam)

m_s = massa steam (lb)

h = entalpi steam pada P dan T tertentu (BTU/lb)

h_f = entalpi steam pada 1 atm (BTU/lb)

Karena steam yang masuk terdiri dari 18,18 % fresh feed (make up water) dan 81,82% kondensat, maka:

$$H_f = (18,18\% \times H_{\text{fluid pada } 86^{\circ}\text{F}}) + (81,82\% \times H_{\text{fluid pada } 410^{\circ}\text{F}})$$

$$\begin{aligned} H_f &= (18,18\% \times 54.05) + (81.82\% \times 248.16) \\ &= 212.870 \text{ BTU/lb} \end{aligned}$$

$$Q = m_s(h-f)$$

$$Q = 2.530.687,868 (1143,76-212.87) = 2.355.790.000 \text{ BTU/jam}$$

b. Menentukan Luas Perpindahan Panas

Menurut Severn (1933),

$$HP = \frac{Q}{970,3 \times 34,5}$$

$$HP = \frac{2.355.790.000}{970,3 \times 34,5}$$

$$HP = 14.282 \text{ HP}$$

Berdasarkan (Severn, 1933) hal 126 :

Ditentukan luas bidang pemanasan adalah 10

ft²/HP Jadi total heating surface = 142.817,56 ft²

c. **Menentukan Kebutuhan Bahan Bakar**

Bahan bakar yang digunakan Oleh boiler dalam menghasilkan steam adalah gas dari PT. Perusahaan Gas Negara, Tbk.

- *Heating Value* = 1.301,72 Btu/scf
- Efisiensi = 80%
- S.g = 0,865

Kebutuhan bahan bakar

$$V_f = \frac{Q}{f \times \text{efisiensi}}$$

Dimana:

V_f = Volume bahan bakar yang dibutuhkan lb/jam

Q = kapasitas boiler, Btu/jam

n = efisiensi boiler (80%)

f = *heating value*, Btu/scf

Volume masing masing boiler = 37.837.374,29 m³/jam

Spesifikasi boiler:

- Tipe : *Water Tube Boiler*
- Jumlah : 1 buah beroperasi, 1 buah stand by
- Heating surface : 142.817,56 ft²
- Tekanan : 3347,93 kPa
- Suhu : 513,15 K
- Bahan bakar : Gas Alam
- Laju alir bahan bakar : 94.257,90 scfd

4.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar berfungsi dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar pada furnace dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar gas alam yang diperoleh dari PT PGN, Tbk

a. Bahan bakar untuk Generator

Untuk keperluan operasi boiler dan generator listrik AC digunakan bahan bakar:

- Jenis bahan bakar = gas alam
 - Heating value = 1.301,72 Btu/scf
 - Efisiensi = 80%
 - Kapasitas output generator = 5.000 kW
- $$= 5.000 \times 3.412,142 \text{ BTU/jam}$$
- $$= 17.060.710 \text{ BTU/jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan gas alam} &= 17.060.710 \text{ BTU/jam} / (0,8 \times 1.301,72 \text{ Btu/scf}) \\ &= 16.382,9 \text{ scf/jam} \\ &= 682,62 \text{ scfd}\end{aligned}$$

b. Bahan Bakar untuk *Furnace*

Berdasarkan pada perhitungan neraca panas didapat beban panas pada furnace adalah sebesar 32.156.529 kJ/jam atau 30.484.390 BTU/jam. Adapun bahan bakar yang digunakan adalah gas alam dari PT Perusahaan Gas Negara, Tbk. Dengan nilai Heating value (1) 1.301,72 Btu/scf.

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan gas alam} &= 30.484.390 \text{ BTU/jam} / 1.301,72 \text{ Btu/scf} \\ &= 23.418,55 \text{ scf/jam} \\ &= 975,77 \text{ scfd}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan bahan bakar total} &= \text{boiler steam} + \text{generator} + \text{furnace} \\ &= 975,77 + 682,62 + 94.257,90 \\ &= 95.916,29 \text{ scfd} \\ &= 95,916 \text{ mmscfd}\end{aligned}$$

4.5 Unit Pengadaan Udara Tekan

Unit pengadaan udara tekan berfungsi untuk menyediakan udara tekan untuk keperluan sistem instrumentasi diseluruh area proses, utilitas, dan pembersihan alat. Unit ini juga berfungsi untuk mengkonversi energi dengan cara memampatkan udara sekitar dengan memanfaatkan peralatan *pneumatic*. Sebagai udara instrumentasi, udara tekan bermanfaat untuk membuka katup pada daerah yang berbahaya jika dioperasikan langsung oleh manusia pada kondisi panas, bahan kimia berbahaya, dan tegangan listrik tinggi. Penggunaan udara tekan memungkinkan lebih kecilnya daya yang dikeluarkan manusia dan juga dapat mempersingkat waktu pengerjaan. Pengadaan sistem udara tekan terdiri dari komponen sebagai berikut :

- a) Filter udara masuk (FI) : mencegah debu yang dapat menyebabkan lengketnya inlet valve kompresor.
- b) Pendingin antar tahap (C) : menggunakan air pendingin untuk menurunkan suhu udara sebelum masuk ke tahap berikutnya untuk menringankan kerja alat kompresor.
- c) *After cooler* (AC) : menurunkan suhu dalam alat penukar panas sehingga kadar air dalam udara dapat berkurang.
- d) Pengering udara (D) : memanfaatkan adsorben seperti karbon aktif, silika, pengering *refrigerant*, atau panas dari pengering kompresor itu sendiri untuk menghilangkan sisa kadar air setelah *after cooler* karena udara tekan untuk keperluan instrument dan peralatan *pneumatic* harus bebas dari kadar air.
- e) Traps pengeluaran kadar air (T) : trap pengeluaran kadar air digunakan untumembuang kadar air dalam udara tekan.

Udara luar perlu proses penyaringan untuk menghilangkan partikel debu. Lalu udara dikompresi kira-kira 7kg/cm^2 hingga menjadi udara bertekanan. Udara bertekanan ini kemudian ditampag dalam air *receiver* dan siap digunakan untuk udara instrument dan pembersihan alat.

4.6 Laboratorium

Laboratorium memiliki peranan yang sangat besar dalam suatu pabrik untuk memperoleh data-data yang diperlukan. Data-data tersebut digunakan untuk evaluasi unit-unit yang ada dan biasanya digunakan untuk evaluasi tingkat efisiensi dan pengendalian mutu.

Pengendalian mutu pada suatu pabrik hakikatnya dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai dari bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk. Adapun tugas laboratorium antara lain:

1. Memeriksa bahan baku dan bahan penolong yang akan digunakan
2. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
3. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi
4. Memeriksa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik
5. Melakukan penelitian dan pengembangan.

4.6.1 Program Kerja Laboratorium

Dalam upaya pengendalian mutu produk pabrik *ethylbenzene* ini diperlukan upaya untuk mengoptimalkan aktivitas laboratorium untuk pengujian mutu. Adapun analisa pada proses pembuatan etilbenzena adalah sebagai berikut:

- a. Analisa bahan baku etilena dan benzena meliputi: analisa kadar etilena dan benzena dan kadar impuritas.
- b. Analisa bahan dalam aliran proses meliputi: kemurnian etilbenzena dan lain-lain.
- c. Analisa terhadap produk, analisa produk utama yaitu etilbenzena yang meliputi: analisa kadar etilbenzena dan impuritas.

Sedangkan analisa di unit utilitas meliputi :

- a. Analisa feed water, meliputi analisa *dissolved oxygen*, pH, *hardness*, total *solid*, *suspended solid*, serta *oil* dan *organic matter*.

- b. Analisa air lunak dan air proses penjernihan, yang dianalisa adalah pH, SiO_2 , Ca sebagai CaCO_3 , sulfur sebagai SO_4^- , Chlor sebagai Cl_2 , dan zat padat terlarut.
- c. Analisa *cooling water* meliputi pH jenuh CaCO_3 dan indeks *langlier*.
- d. Analisa air minum meliputi pH, chlor sisa dan kekeruhan.

Adapun untuk analisa limbah meliputi:

Pemeriksaan BOD dan COD limbah. Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik ini dibagi menjadi 3 bagian:

1. Laboratorium pengamatan

Kerja dan tugas dari laboratorium ini adalah melakukan pemeriksaan dan pengamatan secara fisika terhadap semua stream yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan "*Certificate of Quality*" untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk.

2. Laboratorium analitik

Kerja dan tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat- sifat kandungan kimiawi bahan baku, produk, kadar air dan bahan-bahan kimia yang digunakan (aditif, bahan-bahan injeksi, dan lain-lain).

3. Laboratorium penelitian, pengembangan, dan lindungan lingkungan

Kerja dan tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material terkait dengan proses untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan dan senantiasa melakukan penelitian terhadap kondisi lingkungan.

4.6.2 Metode Analisa

Metode analisa dan instruksi kerja untuk analisa dikerjakan sesuai dengan instruksi kerja yang disusun sedemikian rupa dengan acuan dari berbagai standar analisa, antara lain ASTM, SII, DIN, dan JIS.

4.6.3 Alat-alat Utama Laboratorium

Alat-alat utama yang digunakan dalam laboratorium antara lain:

- *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS), untuk menganalisa logam berat dan hidrokarbon.
- BOD meter untuk mengukur kadar BOD dalam air.
- *Conductivity meter* untuk mengukur konduktivitas zat terlarut dalam air.
- *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) untuk menganalisa produk ethylbenzene dan bahan organik lainnya.
- *Hydrometer* untuk mengukur *specific gravity*.
- pH meter untuk mengetahui tingkat keasaman dan kebasaan cairan.
- *Total Suspended Solid Analyzer* (TSS) untuk mengukur *total suspended solid*.
- *Turbidity meter* untuk mengukur tingkat kekeruhan air.
- *Water Content Tester* untuk menganalisa kadar air.

4.7 Unit Pengolahan Limbah

a. Pencemaran Air dan Udara

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik ethylbenzene berasal dari limbah buangan cair dan gas. Untuk mengendalikan pencemaran air dan udara, maka dilakukan usaha penanganan limbah tersebut didasarkan pada jenis buangannya.

1. Penanganan Limbah Cair

Pengolahan limbah cair merupakan proses pengolahan limbah cair hasil produksi ethylbenzene. Dalam limbah cair terdapat beberapa parameter yang digunakan sehingga limbah yang dibuang tidak menyebabkan bahaya terhadap lingkungan. Berikut merupakan parameter yang digunakan:

Tabel 4. 13 Parameter Limbah Cair (Kementrian LHK, 2016)

Parameter	Nilai
COD	Maks. 100 mg/L
BOD	Maks. 20 mg/L

Parameter	Nilai
TSS	Maks. 80 mg/L
Minyak	Maks. 5 mg/L
pH	6,5-8,5

- a) Limbah Sanitasi, yaitu limbah hasil pembuangan air yang tidak terpakai dalam gedung dan pabrik. Air limbah sanitasi ini tidak berbahaya dan tidak mengandung bahan kimia sehingga untuk menanganinya tidak diperlukan perawatan khusus. Namun, perlu diperhatikan jumlah volume limbah yang akan dibuang.
- b) Limbah Berminyak dari Pompa dan Kompresor, limbah cair ini berasal dari pelumas yang keluar dari pompa dan kompresor, limbah ini akan dipisahkan berdasarkan perbedaan berat jenis antara air dan minyak. Minyak akan dialirkan menuju tungku pembakaran dan air akan dialirkan menuju ke unit *waste water treatment*.
- c) Air Sisa Unit Demineralisasi dan Regenerasi Resin, air sisa unit demineralisasi dan regenerasi resin merupakan air yang mengandung CH_3OH dan H_2SO_4 , selanjutnya akan dinetralkan oleh NaOH apabila bersifat asam dan H_2SO_4 apabila bersifat basa.

2. Penanganan Limbah Gas

Penanganan limbah gas dilakukan dengan cara membuat cerobong asap dengan ketinggian tertentu sebagai alat untuk pembuangan asap. Misalnya flue gas yang dihasilkan furnace, sehingga perlu dipasang cerobong asap (stack) setinggi 30 meter.

b. Pencemaran Limbah B3

Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) merupakan limbah yang dapat merusak dan mencemarkan lingkungan baik secara langsung maupun tidak langsung karena sifat, konsentrasi, atau jumlah limbahnya. Limbah B3 biasanya berasal dari laboratorium dan limbah cair dari hasil proses produksi yang dapat menyebabkan infeksi dan korosif sehingga harus diolah melalui tahapan-tahapan berikut:

1. *Equalisasi*

Equalisasi merupakan proses pencampuran air limbah sebelum diolah lebih lanjut. Air ini disimpan dalam bak yang dimana proses ini berfungsi untuk meredam fluktuasi debit air limbah maupun meredam fluktuasi kualitas air buangan itu sendiri.

2. *Netralisasi*

Netralisasi ialah pengendalian keasaman. pH diukur dengan menggunakan pH meter. Pengaturan pH dilakukan dengan penambahan H_2SO_4 atau $NaOH$ hal ini dilakukan untuk membuat pH menjadi netral.

3. *Mixing*

Pada proses ini limbah ditambah dengan koagulan dan flokulan untuk mengendapkan limbah yang bereaksi dengan koagulan sehingga mudah dipisahkan.

4. *Sedimentasi*

Flok pada proses *mixing* diendapkan di bak sedimentasi. Bak ini menggunakan sistem pengendapan gravitasi dengan demikian lumpur akan mengumpul di bawah. Air diambil melalui *gutter* di permukaan atas, sedangkan lumpurnya diambil dan dimasukkan ke *sludge collector*.

5. *Bak Lumpur (Sludge Collector)*

Bak ini berfungsi untuk menggumpalkan lumpur dari bak sedimentasi.

6. *Drying Bed*

Drying bed merupakan saringan pasir yang berfungsi untuk menyaring lumpur yang dipompakan dari *sludge collector*. Lumpur akan tertahan pada permukaan pasir dan airnya akan dikembalikan ke bak aerasi. Lumpur yang tertahan dipermukaan pasir mengering dan membentuk padatan yang keras. Padatan ini siap untuk dikeringkan dan dibuang ke *landfill*.

4.8 Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3)

4.8.1 Kesehatan Kerja (*Health*)

Kesehatan dan keselamatan kerja, yaitu berfungsi untuk mengurangi bahkan menghilangkan peluang terjadinya kecelakaan di tempat kerja. Kecelakaan ini dapat mengakibatkan luka-luka, penyakit, hingga kematian pada pekerja yang dapat mengganggu operasional pabrik. Dengan adanya kesehatan dan keselamatan kerja dapat mencegah adanya kecelakaan serta menghindari kerugian bagi perusahaan. Menurut Gozan, M. (2011), perhatian pada keselamatan dan kesehatan kerja bertujuan untuk:

- Mengontrol semua resiko dan potensi kecelakaan yang menghasilkan kecelakaan dan kerusakan
- Mencegah kecelakaan
- Menghindari kerugian harta benda dan nyawa
- Kerugian bagi perusahaan

4.8.2 Keselamatan Kerja (*Safety*)

Kegiatan di pabrik berpotensi mengakibatkan kecelakaan, terutama aktivitas proses produksi yang mengoperasikan alat dan mesin berkekuatan besar. Oleh karena itu, diperlukan adanya sistem keselamatan kerja untuk melindungi pekerja dari potensi bahaya selama beraktivitas di pabrik

1. Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri ialah alat safety atau pelindung yang bertujuan untuk mengurangi risiko keselamatan dan kesehatan yang dialami oleh tenaga kerja, alat pelindung diri terdiri dari beberapa macam yaitu:

- Helm

Helm dapat melindungi kepala dari kejatuhan benda keras dan resiko terbentur. Helm selalu di gunakan oleh tenaga kerja selama berada dalam lokasi pabrik kecuali daerah kantor.

- *Safety Glass*

Safety glass merupakan alat pelindung diri yang berfungsi untuk melindungi mata. Safety glass diperuntukkan bagi tenaga kerja dibagian maintenance, workshop dan ruang Quality Control (QC) atau

laboratorium.

- Masker

Masker dapat melindungi tenaga kerja dari bahaya yang berada di udara seperti debu, gas-gas beracun serta korosif

- Sarung Tangan

Sarung tangan dapat melindungi tangan dari potensi berupa panas atau iritasi pada kulit.

- *Safety Shoes*

Safety shoes dapat melindungi kaki dari bahaya kejatuhan benda keras dan tersiram bahan kimia. *Safety shoes* digunakan untuk semua tenaga kerja yang bekerja di semua bagian produksi.

2. Pengaman Mesin

Proses produksi di pabrik menggunakan banyak mesin-mesin besar, mesin ini dapat berpotensi menyebabkan bahaya kecelakaan bagi pekerja. Oleh karena itu, diperlukan adanya pengaman mesin. Jenis pengaman mesin yang digunakan adalah *safety guard* dan *emergency stop button*.

3. Penanggulangan Kebakaran

Meminimalisir kebakaran dilakukan dengan membentuk tim pemadam kebakaran yang sesuai dengan jumlah tenaga kerja di setiap bagian produksi. Anggota tim kebakaran selalu siap bila suatu saat terjadi kebakaran. Penanggulangan kebakaran yang berada di pabrik berada di bawah SHE (*Safety Health and Environment*). Penanggulangan masalah kebakaran telah dilakukan sistem penanggulangan terpadu dan mandiri yang meliputi:

- a. Sistem isyarat bahwa kebakaran

Sistem isyarat bahaya kebakaran yang digunakan ialah *Fire Alarm System*. Sistem ini ditempatkan di setiap unit dan ketika terjadi kebakaran maka *Fire Alarm System* ini akan berbunyi. Alarm tersebut telah didistribusikan ke setiap bagian dan dipasang di tempat yang mudah dilihat dan juga ada lampu emergency untuk

memberikan petunjuk pintu darurat.

b. Sistem pemadam kebakaran

1. Alat pemadam api ringan (APAR)

APAR yang di gunakan di pabrik yaitu jenis Forer dan Powder.

Adapun syarat-syarat pemasangan APAR yaitu:

- Tinggi APAR $\pm$ 150 cm dari lantai.
- Jarak antara APAR yang satu dengan yang APAR yang lain kurang lebih 15 meter.
- Pada setiap APAR terdapat WI (*Work Instruction*) yang tertulis jenis APAR, dan tanggal pemeriksaan APAR serta tanggal kadaluarsa APAR yang terlampir.
- Pada tempat yang digunakan untuk menggantungkan APAR diberi nomor dan diberi keterangan kondisi APAR misalnya kondisi APAR baik dan masih dalam masa berlaku pemakaiannya.

2. *Hydrant*

Hydrant ialah sistem pemadam kebakaran yang di tempatkan di bagian-bagian strategis di sekitar pabrik. Petugas security akan memeriksa hydrant dalam 2 minggu sekali meliputi pemeriksaan *sprayer*, *nozzle*, tanggal kadaluarsa, tekanan air dan kondisi *hydrant* itu sendiri. Air yang digunakan untuk *apar* berasal dari air sumur dan air tandon.

3. Regu pemadam kebakaran

Bagian keselamatan dan SHE akan bertanggung jawab atas masalah kebakaran. Untuk itu akan dibuat regu pemadam kebakaran yang bekerja dalam sistem *shift*, di mana setiap *shift* terdiri dari dua orang atau lebih.

2. System Izin Kerja (*Work Permit System*)

Izin kerja berfungsi menjaga agar pekerjaan yang berisiko tinggi tidak menimbulkan kecelakaan. Salah satu langkah yang

dilakukan untuk mengantisipasi adanya kecelakaan dari pekerjaan berisiko tinggi adalah dengan melakukan sistem izin kerja. Untuk mendapatkan izin kerja pekerja dapat meminta kepada atasan yang akan ditunjukkan ke petugas *safety*. Sistem izin yang diterapkan di pabrik yaitu, sistem izin kerja panas, izin kerja pengelasan, izin kerja ketinggian, izin kerja ruang tertutup, dan izin kerja listrik. Selain itu, untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman diperlukan adanya pemasangan poster dan rambu K3 yang dapat dilihat oleh semua pekerja, meliputi poster- poster sebagai berikut:

1. Peringatan mengutamakan K3.
2. Pemasangan instruksi kerja dan alat-alat kerja.
3. Peringatan untuk tidak melakukan tunsafe action.
4. Peringatan bekerja dengan selamat.
5. Pemberian label pada bahan kimia berbahaya.
6. Pemasangan MSDS (Material Safety Data Sheet)

3. *Behavior Based Safety Management (BBSM)*

Behavior Based Safety Management (BBSM) secara umum merupakan sebuah program yang berfokus dalam merubah perilaku pekerja untuk mencegah kecelakaan dan meningkatkan keselamatan. Pada prosesnya, perusahaan akan membuat daftar perilaku pekerja yang bermasalah lalu memilih pengawas untuk memonitor dan mengikuti aktivitas kerja para pekerja. Kemudian monitoring tersebut akan dilanjutkan oleh rekan pekerja. Program ini akan melatih para pekerja untuk mengetahui semua risiko yang dapat terjadi selama bekerja sehingga para pekerja dapat bekerja dengan aman dan selamat.

4.8.3 Pertimbangan Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan

Perancangan pabrik kimia ada beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan yaitu, aspek keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan. Sehingga dapat menjamin keselamatan dan kesehatan para pekerja serta masyarakat yang tinggal di sekitar pabrik. Setiap alat, bahan, dan kondisi operasi selama proses

produksi berlangsung memiliki hazard-nya masing-masing yang tidak dapat dirubah namun risikonya dapat diminimalisir.

Aspek lingkungan juga merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan. Aspek ini meliputi pengelolaan dan pembuangan limbah dari hasil produksi menuju ke lingkungan, limbah yang dihasilkan dari proses produksi perlu diolah terlebih dahulu sehingga nantinya tidak mencemari lingkungan dan mengganggu masyarakat yang tinggal di sekitar pabrik. Sehingga diperlukan pengolahan yang tepat untuk setiap limbah tersebut. Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada saat mengolah limbah adalah sebagai berikut:

- a) Pertimbangan keselamatan dalam pabrik kimia yang meliputi identifikasi dan pengelolaan hazard yang berasal dari bahan kimia yang ditangani, kondisi proses, lokasi dan tata letak pabrik.
- b) Pertimbangan dampak terhadap lingkungan yang meliputi identifikasi dan pengelolaan hazard yang berasal dari emisi gas dan limbah (cair maupun padat) yang dihasilkan.
- c) Pertimbangan kesehatan dan keselamatan kerja yang mencakup identifikasi potensi paparan bahan kimia dan paparan fisis.

4.9 Instrumentasi

Instrumentasi digunakan untuk mengendalikan proses produksi yang dimana memerlukan alat instrumentasi, instrumentasi digunakan untuk mengukur, menganalisa, dan mengendalikan proses produksi. Selain itu, instrumentasi berfungsi untuk memperingatkan operator ketika kondisi proses berada dalam situasi kritis dan berbahaya. Instrumen merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan mutu dari suatu hasil produksi. Menurut Heriyanto (2010), berikut merupakan bagian-bagian instrumentasi.

a. Proses Kimia

Proses kimia meliputi peralatan proses dan operasi baik secara kimia maupun fisika yang terjadi di dalam peralatan tersebut.

b. Sensor atau alat ukur

Sensor dapat mengidentifikasi dan memberi informasi tentang hal-hal yang terjadi dalam suatu proses.

c. *Transducer*

Transducer ialah alat penerjemah untuk mengubah hasil pengukuran menjadi besaran yang ditransmisikan.

d. Jalur transmisi

Jalur transmisi ialah media yang digunakan untuk metnbawa informasi hasil pengukuran dari alat ukur ke *controller*.

e. Elemen pengendali

Merupakan elemen yang menerima basil pengukuran pengukur dan membandingkannya dengan harga set point, lalu mengatur sumber tenaga untuk melakukan perubahan yang diperlukan.

f. Elemen pencatat

Elemen pencatat dapat mencatat kelakuan proses agar dapat didemonstrasikan secara visual.

Pada perancangan pabrik Ethylbenzene ini menggunakan alat instrumentasi sebagai berikut:

1. Instrument temperatur (*Temperature Instrument*)

Berfungsi untuk mengatur dan mengontrol temperatur pada *heat exchanger*, gasifier, reformer, reaktor sintesa metanol, flash drum dan menara destilasi. Instrumentasi temperatur terdiri dari :

TC : *Temperature Controller*

Alat yang digunakan sebagai pengatur suhu atau pengukur sinyal dalam bentuk panas menjadi sinyal mekanis atau listrik. Pengaturan temperatur dilakukan dengan mengatur jumlah material proses yang harus ditambahkan atau dikeluarkan dari suatu proses yang sedang bekerja.

2. *Pressure Instrument*

Instrumentasi pengendali tekanan yang digunakan terdiri dari :

PC : *Pressure Controller*

Alat yang dapat digunakan sebagai pengukur tekanan atau pengubah sinyal dalam bentuk tekanan menjadi sinyal mekanis. Pengukuran

tekanan dapat dilakukan dengan mengatur jumlah uap yang keluar dari suatu alat yang tekanannya ingin dideteksi.

PI : *Pressure Indikator*

Pressure Indicator adalah alat yang digunakan untuk menunjukkan tekanan pada alat atau aliran proses.

3. Instrumentasi Laju Aliran (*Flow Instrument*)

Berfungsi untuk mengatur dan mengontrol laju aliran dari keluaran pompa, tangki dan reaktor. Instrumentasi ini terdiri dari :

FC : *Flow Controller*

Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran fluida pada aliran pipa atau unit proses lainnya. Pengukuran kecepatan fluida diatur dengan mengukur keluaran dari alat yang mengakibatkan fluida mengalir dalam aliran pipa.

FR : *Flow Recorder*

Flow recorder adalah alat yang digunakan untuk merekam laju alir pada alat atau aliran proses.

FRC : *Flow Ratio Controller*

Flow Ratio Controller adalah alat yang digunakan untuk mengukur rasio kecepatan aliran antara dua atau lebih fluida dalam aliran pipa atau unit proses lainnya. *Flow Ratio Controller* pada pabrik ini terdapat pada pembagi aliran atau splitter.

4. Instrumentasi Level (*Level Instrument*)

Instrumentasi ini digunakan untuk mengontrol level yang digunakan terdiri dari:

LC : *Level indicator*

Alat yang dipakai untuk mengukur tinggi cairan dalam alat, dilakukan dengan operasi dari sebuah control valve yaitu dengan mengatur laju alir fluida masuk atau keluar proses.

LI : *Level Indicator*

Level indicator adalah alat untuk menunjukkan tinggi cairan dalam tangki.

Instrumentasi yang digunakan pada perancangan pabrik ethylbenzene ini dapat dilihat pada Tabel 4. 14

Tabel 4. 14 Instrumentasi Alat

No.	Alat (Kode Alat)	Jenis Instrument	Kegunaan
1.	Tangki <i>Feed Benzene</i> (TP-01)	FR	Merekam laju alir yang masuk ke dalam tangki.
		PI	Mengamati tekanan dalam tangki.
		LI	Mengamati ketinggian cairan dalam tangki.
2.	<i>Vaporizer</i> (VP-01)	TC	Mengontrol suhu dalam alat.
3.	<i>Mixing Valve</i>	RC	Mengukur rasio kecepatan aliran antara dua atau lebih fluida dalam aliran pipa.
		FC	Mengontrol laju alir yang masuk ke alat.
4.	<i>Furnace</i>	FC	Mengontrol laju alir yang masuk ke furnace.
		TC	Mengontrol <i>temperature</i> dalam alat.
		RC	Mengukur rasio kecepatan aliran antara dua atau lebih.
5.	Reaktor	PC	Mengontrol tekanan
		TC	Mengontrol <i>temperature</i> dalam alat.
6.	<i>Heat Exchanger</i>	TC	Mengontrol <i>temperature</i> dalam alat.
7.	Menara Distilasi	PC	Mengontrol tekanan.
		LC	Mengontrol tinggi cairan.
		FC	Mengontrol laju alir yang masuk ke alat.

No.	Alat (Kode Alat)	Jenis Instrument	Kegunaan
		RC	Mengukur rasio kecepatan aliran antara dua atau lebih fluida dalam aliran pipa.
8.	Kondensor	FC	Mengontrol laju alir yang masuk ke alat.
		RC	Mengukur rasio kecepatan aliran antara dua atau lebih fluida dalam aliran pipa.
9.	Akumulator	PI	Mengamati tekanan dalam tangki.
		LC	Mengontrol tinggi cairan.
10.	<i>Reboiler</i>	TC	Mengontrol <i>temperature</i> dalam alat.
11.	Tangki Penyimpanan Ethylbenzene	LI	Mengamati ketinggian cairan dalam tangki.
		FR	Merekam laju alir yang masuk ke dalam tangki.