

## BAB III

### PERANCANGAN ALAT DAN UTILITAS

#### 3.1 Spesifikasi Alat

Perancangan alat menggunakan basis dari hasil perhitungan NM dan NE.

##### 3.1.1 Spesifikasi Alat Utama

###### 1. Tangki Etanol (T-101)

**Tabel 3.1** Spesifikasi Tangki Etanol (T-101)

<b>Spesifikasi Tangki Etanol</b>		
Nama	Tangki Etanol	
Kode	T -101	
Fungsi	Tempat Penyimpanan Asam Laktat sebagai Bahan Baku	
Tipe	Vertikal silinder dengan <i>Torispherical head</i>	
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel SA 240 Grade 316</i>	
Jumlah	6	unit
Tekanan	1,00	atm
Tekanan desain	2,32	atm
Temperatur	30	°C
Lama Penyimpanan	25	Hari
Volume cairan dalam 25 hari	3.180,03	m <sup>3</sup>
Kapasitas tangki	636,01	m <sup>3</sup>
Dimensi:		
- Dimater <i>inside</i>	8,14	m
- Diameter		
- <i>outside</i>	8,18	m
- Tinggi <i>Head</i>	1,24	m
- Tinggi Total	13,45	m
- Tebal <i>shell</i>	0,02	m
- Tebal <i>head</i>	0,03	m
- Tinggi <i>shell</i>	12,22	m

## 2. Tangki Asam Asetat (T-102)

**Tabel 3.2** Spesifikasi Tangki Asam Asetat (T-102)

<b>Spesifikasi Tangki Asam Asetat</b>		
Nama	Tangki Asam Asetat	
Kode	T-102	
Fungsi	Tempat Penyimpanan Methanol sebagai Bahan Baku	
Tipe	Vertikal silinder dengan <i>Torispherical head</i>	
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel SA 240 Grade 316</i>	
Jumlah	7	unit
Tekanan	1,00	atm
Tekanan desain	3,18	atm
Temperatur	30	°C
Lama Penyimpanan	25	Hari
Volume cairan dalam 25 hari	9.064,20	m <sup>3</sup>
Kapasitas tangki	1553,86	m <sup>3</sup>
Dimensi:		
- Dimater <i>inside</i>	10,97	m
- Diameter <i>outside</i>	10,99	m
- Tinggi <i>Head</i>	1,58	m
- Tinggi Total	18,03	m
- Tebal <i>shell</i>	0,01	m
- Tebal <i>head</i>	0,02	m
- Tinggi <i>shell</i>	16,45	m

## 3. Tangki Asam Sulfat (T-103)

**Tabel 3.3** Spesifikasi Tangki Asam Sulfat (T-103)

<b>Spesifikasi Tangki Asam Sulfat</b>		
Nama	Tangki Asam Sulfat	
Kode	T -103	
Fungsi	Tempat Penyimpanan Asam Sulfat sebagai Katalis	
Tipe	Vertikal silinder dengan <i>Torispherical head</i>	
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel SA 240 Grade 316</i>	
Jumlah	2	unit
Tekanan	1,00	atm
Tekanan desain	4,36	atm
Temperatur	30	°C
Lama Penyimpanan	25	Hari
Kapasitas tangki	1196,94	m <sup>3</sup>
Dimensi:		
- Dimater <i>inside</i>	10,05	m
- Diameter <i>outside</i>	10,08	m
- Tinggi <i>Head</i>	1,47	m
- Tinggi Total	16,55	m
- Tebal <i>shell</i>	0,01	m
- Tebal <i>head</i>	0,02	m
- Tinggi <i>shell</i>	15,08	m

## 4. Tangki Etil Asetat (T-104)

**Tabel 3.4** Spesifikasi Tangki Etil Asetat (T-104)

<b>Spesifikasi Tangki Etil Asetat</b>		
Nama	Tangki Etil Asetat	
Kode	T -104	
Fungsi	Tempat Penyimpanan Metil Laktat sebagai Produk	
Tipe	Vertikal silinder dengan <i>Torispherical head</i>	
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel SA 240 Grade 316</i>	
Jumlah	2	unit
Tekanan	1,000	atm
Tekanan desain	2,47	atm
Temperatur	30	°C
Lama Penyimpanan	3	Hari
Kapasitas tangki	650,56	m <sup>3</sup>
Dimensi:		
- Dimater <i>inside</i> Diameter	8,21	m
- <i>outside</i> Tinggi <i>Head</i>	8,22	m
- Tinggi Total	1,20	m
- Tebal <i>shell</i>	13,51	m
- Tebal <i>head</i>	0,01	m
- Tinggi <i>shell</i>	0,01	m
	12,31	m

## 5. Mixer (M-101)

Tabel 3.5 Spesifikasi Mixer (M-101)

Spesifikasi Mixer (M-101)		
Nama	Mixer	
Kode	M-101	
Fungsi	Mencampurkan Asam Asetat) dengan Etanol agar reaksi yang terjadi di Reaktor (R-101) menghasilkan produk yang maksimal	
Tipe	Vertikal silinder dengan <i>Torispherical head</i>	
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel SA-240 grade 304</i>	
Jumlah	1	unit
Tekanan	1	atm
Tekanan desain	1,29	atm
Temperatur	30,00	°C
Waktu tinggal	8,06	menit
Kapasitas tangki	4,49	m <sup>3</sup>
Dimensi mixer		
- Dimater <i>inside</i>	1,56	m
- Diameter <i>outside</i>	0,86	m
- Tinggi <i>shell</i>	2,34	m
- Tinggi total	3,52	m
- Tebal <i>shell</i>	0,48	cm
- Tebal <i>head</i>	0,48	cm
Jenis pengaduk	<i>Flat six-blade turbine with disk</i>	
Jumlah turbin	4	turbin
Jumlah <i>buffle</i>	6	<i>buffle</i>
Dimensi pengaduk:		
- Diameter pengaduk	0,78	m
- Diameter <i>disk</i>	0,52	m
- Lebar pengaduk	0,16	m
- Lebar <i>buffle</i>	0,13	m
- Jarak pengaduk dengan <i>buffle</i>	0,20	m

Jarak pengaduk dari - dasar reaktor	0,52	m
Kecepatan pengaduk	80,23	rpm
Daya pengaduk	4,33	hp

## 6. Reaktor (R-101)

**Tabel 3.6** Spesifikasi Reaktor (R-101)

<b>Spesifikasi Reaktor (R-101)</b>		
Nama	Reaktor	
Kode	R-101	
Fungsi	Tempat terjadinya reaksi antara Asam Laktat (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> ) dengan Methanol (CH <sub>3</sub> OH) dengan menggunakan katalis Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) membentuk Metil Laktat (C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> )	
Tipe	<i>Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)</i>	
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel SA-240 grade 316</i>	
Jumlah	1	unit
Tekanan	1	atm
Tekanan desain	1,38	atm
Temperatur	70	°C
Waktu tinggal	58,03	menit
Kapasitas tangki	26,55	m <sup>3</sup>
Dimensi:		
- Diameter <i>inside</i>	2,82	m
- Diameter <i>outside</i>	2,90	m
- Tinggi <i>shell</i>	4,24	m
- Tinggi <i>head</i>	0,56	m
- Tebal <i>shell</i>	0,00	m
- Tebal <i>head</i>	0,01	m
Jenis pengaduk	<i>Flat six-blade turbine with disk</i>	
Jumlah turbin	1	turbin
Jumlah <i>baffle</i>	4	<i>baffle</i>
Dimensi pengaduk:		
- Diameter pengaduk	1,41	m
- Diameter <i>disk</i>	0,94	m
- Lebar pengaduk	0,28	m
- Lebar <i>baffle</i>	0,24	m
- Jarak pengaduk dengan <i>baffle</i>	0,35	m
- Jarak pengaduk dari dasar reaktor	0,94	m
Kecepatan pengaduk	18,44	rpm
Daya pengaduk	1,23	hp

## 7. Distilasi 1 (D-201)

**Tabel 3.7** Spesifikasi Distilasi 1 (D-201)

<b>Spesifikasi Distilasi 1 (D-201)</b>	
Fungsi	Memisahkan dengan air, etil asetat dan ethanol
Tipe	<i>Sieve Tray</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-240 Grade S-304</i>
Jumlah <i>tray</i>	96 <i>tray</i>
Tekanan operasi	1 atm
Temperatur <i>feed</i>	127,42 °C
Temperatur <i>top</i>	124,78 °C
Temperatur <i>bottom</i>	136,22 °C
Jumlah lubang	6079
Tinggi menara	17,33 m
Diameter menara	5,37 m
Diameter lubang <i>tray</i>	0,02 m
Tebal <i>plate</i>	0,03 m
Tebal <i>shell</i>	0,05 m
Tebal <i>head</i>	0,05 m
Tebal isolasi	0,01 m
Pipa masukkan <i>feed</i>	0,05 m
Pipa keluaran uap kolom atas	0,48 m
Pipa refluks ke kolom distilasi	0,09 m
Pipa untuk distilat	0,04 m
Pipa masuk ke <i>reboiler</i>	0,09 m
Pipa uap keluaran <i>reboiler</i>	0,73 m
Pipa untuk <i>bottom</i>	0,04 m

## 8. Akumulator MD I (V-101)

**Tabel 3.8** Spesifikasi Akumulator MD I (V-101)

<b>Spesifikasi Akumulator MD I (V-101)</b>		
Nama	Akumulator MD I	
Kode	V-101	
Fungsi	Menampung sementara keluaran kondensor menara distilasi I yang sebagian masuk kembali ke menara distilasi I sebagai <i>reflux</i> , dan sebagian menjadi produk <i>distillate</i> .	
Tipe	Horizontal silinder dengan <i>Torispherical head</i>	
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel SA-240 grade 316</i>	
Jumlah	1	unit
Tekanan	1	atm
Tekanan desain	3,15	atm
Temperatur	255,09	°C
Waktu tinggal	10	menit
Kapasitas tangki	1,13	m <sup>3</sup>
Dimensi:		
- Dimater <i>inside</i>	0,75	m
- Diameter <i>outside</i>	0,75	m
- Lebar <i>shell</i>	1,61	m
- Lebar total	1,98	m
- Tebal <i>shell</i>	0,01	m
- Tebal <i>head</i>	0,01	m
Jenis isolator	<i>rock-wall</i>	
Tebal isolator	0,01	m



## 9. Distilasi 2 (D-202)

**Tabel 3.9** Spesifikasi Distilasi 2 (D-202)

<b>Spesifikasi Distilasi 1 (D-201)</b>	
Fungsi	Memisahkan Etil Asetat dengan Etanol dan Air
Tipe	<i>Sieve Tray</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-240 Grade S-304</i>
Jumlah <i>tray</i>	17 <i>tray</i>
Tekanan operasi	1 at m
Temperatur <i>feed</i>	70,00 °C
Temperatur <i>top</i>	77,00 °C
Temperatur <i>bottom</i>	103,00 °C
Jumlah lubang	2664
Tinggi menara	7,78 m
Diameter menara	3,56 m
Diameter lubang <i>tray</i>	0,02 m
Tebal <i>plate</i>	0,03 m
Tebal <i>shell</i>	0,05 m
Tebal <i>head</i>	0,05 m
Tebal isolasi	0,00 m
Pipa masukan <i>feed</i>	0,05 m
Pipa keluaran uap kolom atas	0,44 m
Pipa refluks ke kolom distilasi	0,09 m
Pipa untuk distilat	0,04 m
Pipa masuk ke <i>reboiler</i>	0,09 m
Pipa uap keluaran <i>reboiler</i>	0,43 m
Pipa untuk <i>bottom</i>	0,04 m

## 10. Akumulator MD II (V-102)

**Tabel 3.10** Spesifikasi Akumulator MD II (V-102)

<b>Spesifikasi Akumulator MD II (V-102)</b>		
Nama	Akumulator MD II	
Kode	V-102	
Fungsi	Menampung sementara keluaran kondensor menara distilasi II yang sebagian masuk kembali ke menara distilasi II sebagai <i>reflux</i> , dan sebagian menjadi produk <i>distillate</i> .	
Tipe	Horizontal silinder dengan <i>Torispherical head</i>	
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel SA-240 grade 316</i>	
Jumlah	1	unit
Tekanan	1	atm
Tekanan desain	3,09	atm
Temperatur	268,09	°C
Waktu tinggal	10	menit
Kapasitas tangki	0,79	m <sup>3</sup>
Dimensi:		
- Dimater <i>inside</i>	0,70	m
- Diameter <i>outside</i>	0,71	m
- Lebar <i>shell</i>	1,43	m
- Lebar total	1,80	m
- Tebal <i>shell</i>	0,05	m
- Tebal <i>head</i>	0,01	m
Jenis isolator	<i>rock-wall</i>	
Tebal isolator	0,01	m

### 3.1.3 Spesifikasi Alat Bantu

#### 1. Heater 101

**Tabel 3.11** Spesifikasi Heater 101

<b>Spesifikasi Heater-101</b>	
Fungsi	Menaikan Temperatur <i>Feed Reaktor</i>
Jumlah	1 Unit
Bahan konstruksi	
Tipe	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Data Desain	
Temperatur fluida panas masuk	111,40 °C
Temperatur fluida panas keluar	81,40 °C
Temperatur fluida dingin masuk	30,0 °C
Temperatur fluida dingin keluar	70,0 °C
Aliran fluida	<i>Counter-current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
OD	0,10 m
ID	0,10 m
Panjang <i>pipe</i>	0,70 m
<i>Heat transfer area</i>	3,03 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	221,01 W/m <sup>2</sup> °C
<i>Fouling factor</i>	
ΔP	0,37366 atm
<b><i>Inner pipe</i></b>	
OD	0,10 m
ID	0,10 m
ΔP	2,29E-05 atm

## 2. Condenser 1 (CD-101)

**Tabel 3.12** Spesifikasi Condenser 1 (CD-101)

<b>Spesifikasi Condenser 1 (CD-101)</b>			
Fungsi	Mengkondensasi <i>Top Product MD-101</i>		
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA-285 grade C</i>		
Tipe	<i>Shell and Tube</i>		
Data Desain			
Temperatur fluida panas masuk	125	°C	
Tempartaur fluida panas keluar	120	°C	
Temperatur fluida dingin masuk	30	°C	
Temperatur fluida dingin keluar	45	°C	
Aliran fluida	<i>Counter-current</i>		
<b>Tube Side</b>			
Jumlah tube	24	tubes	
Panjang tube	0,06	m	
OD tube	0,02	m	
ID tube	0,01	m	
Tube pitch	0,02	m	
Passes	2		
<i>Heat transfer coefficient</i>	501,34		W/m <sup>2</sup> °C
$\Delta P$	0,08	atm	
<b>Shell Side</b>			
ID shell	0,25	m	
Buffle space	0,05	m	
Passes	1		
$\Delta P$	0,05E-04		atm

## 3. Reboiler 1 (RB-101)

**Tabel 3.13** Spesifikasi Reboiler (RB-101)

<b>Spesifikasi Reboiler (RB - 101)</b>	
Fungsi	Menguapkan bottom product D-101
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel SA-240 Grade 316</i>
Tipe	<i>Shell And Tube Heat Exchanger</i>
Data Desain	
Temperatur fluida panas masuk	550 °C
Tempartaur fluida panas keluar	350 °C
Temperatur fluida dingin masuk	70 °C
Temperatur fluida dingin keluar	136 °C
Aliran fluida	<i>Counter-current</i>
<b><i>Tube Side</i></b>	
Jumlah <i>tube</i>	98 <i>tubes</i>
Panjang <i>tube</i>	5,67 m
OD <i>tube</i>	0,02 m
ID <i>tube</i>	0,01 m
<i>Tube pitch</i>	0,02 m
<i>Passes</i>	2
<i>Heat transfer coefficient</i>	2,72 $\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$
$\Delta P$	15,47 atm
<b><i>Shell Side</i></b>	
ID <i>shell</i>	0,3 m
<i>Buffle space</i>	0,1 m
<i>Passes</i>	1
$\Delta P$	2,8449E-08 atm

## 4. Condenser 2 (CD-102)

**Tabel 3.14** Spesifikasi Condenser 2 (CD-102)

<b>Spesifikasi Condenser 2 (CD-102)</b>	
Fungsi	Mengkondensasi Recycle MD-102
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA-285 grade C</i>
Tipe	<i>Shell and Tube</i>
Data Desain	
Temperatur fluida panas masuk	125 °C
Temperatur fluida panas keluar	120 °C
Temperatur fluida dingin masuk	30 °C
Temperatur fluida dingin keluar	45 °C
Aliran fluida	<i>Counter-current</i>
<b>Tube Side</b>	
Jumlah tube	56 tubes
Panjang tube	0,06 m
OD tube	0,02 m
ID tube	0,01 m
Tube pitch	0,02 m
Passes	2
Heat transfer coefficient	501,34 W/m <sup>2</sup> °C
ΔP	0,02 atm
<b>Shell Side</b>	
ID shell	0,25 m
Baffle space	0,05 m
Passes	1
ΔP	0,000005 atm

## 5. Reboiler 2 (RB-102)

**Tabel 3.15** Spesifikasi Reboiler (RB-102)

<b>Spesifikasi Reboiler (RB - 102)</b>	
Fungsi	Menguapkan bottom product D-102
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel SA-240 Grade 316</i>
Tipe	<i>Shell And Tube Heat Exchanger</i>
Data Desain	
Temperatur fluida panas masuk	550 °C
Tempartaur fluida panas keluar	350 °C
Temperatur fluida dingin masuk	70 °C
Temperatur fluida dingin keluar	103 °C
Aliran fluida	<i>Counter-current</i>
<b><i>Tube Side</i></b>	
Jumlah <i>tube</i>	98 <i>tubes</i>
Panjang <i>tube</i>	5,67 m
OD <i>tube</i>	0,02 m
ID <i>tube</i>	0,01 m
<i>Tube pitch</i>	0,02 m
<i>Passes</i>	2
<i>Heat transfer coefficient</i>	466,67 W/m <sup>2</sup> °C
$\Delta P$	0,07 atm
<b><i>Shell Side</i></b>	
ID <i>shell</i>	0,30 m
<i>Buffle space</i>	0,10 m
<i>Passes</i>	1
$\Delta P$	2,84E-08 atm

## 1. Pompa 1 (P-01 A/B)

**Tabel 3.16** Spesifikasi Pompa (P-01 A/B)

<b>Spesifikasi Pompa (P-02 A/B)</b>	
Kode	P-02 A/B
Fungsi	Alat transportasi bahan baku Asam Asetat dari tangki menuju Mixer 1
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Spesifikasi Pipa	
NPS	0,08 m
<i>Schedule Number</i>	40
Diameter Luar Pipa	0,09 m
Diameter Dalam Pipa	0,08 m
Luas Penampang	0,01 m <sup>2</sup>
Spesifikasi Pompa	
Kapasitas	0,01 m <sup>3</sup> /s
<i>Power Pompa</i>	1,08 Hp
<i>Power Motor</i>	2,00 Hp
NPSH <sub>R</sub>	1,69 m
NPSH <sub>A</sub>	10,37 m



## 2. Pompa 2 (P-02 A/B)

**Tabel 3.17** Spesifikasi Pompa (P-02 A/B)

<b>Spesifikasi Pompa (P-02 A/B)</b>	
Kode	P-02 A/B
Fungsi	Alat transportasi bahan baku Ethanol dari tangki menuju Mixer 1
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	2 Unit Operasi + 2 Unit Cadangan
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Spesifikasi Pipa	
NPS	0,05 m
<i>Schedule Number</i>	80
Diameter Luar Pipa	0,06 m
Diameter Dalam Pipa	0,05 m
Luas Penampang	0,02E-01 m <sup>2</sup>
Spesifikasi Pompa	
Kapasitas	0,001 m <sup>3</sup> /s
<i>Power Pompa</i>	1,32 Hp
<i>Power Motor</i>	2,00 Hp
NPSH <sub>R</sub>	2,61 m
NPSH <sub>A</sub>	18,46 m

## 3. Pompa 3 (P-03 A/B)

**Tabel 3.18** Spesifikasi Pompa (P-03 A/B)

<b>Spesifikasi Pompa (P-03 A/B)</b>	
Kode	P-03 A/B
Fungsi	Alat transportasi bahan baku Asam Sulfur dari tangki menuju Mixer 1
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	2 Unit Operasi + 2 Unit Cadangan
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Spesifikasi Pipa	
NPS	0,05 m
<i>Schedule Number</i>	80
Diameter Luar Pipa	0,06 m
Diameter Dalam Pipa	0,05 m
Luas Penampang	0,02E-01 m <sup>2</sup>
Spesifikasi Pompa	
Kapasitas	0,001E-01 m <sup>3</sup> /s
<i>Power Pompa</i>	1,61 Hp
<i>Power Motor</i>	2,00 Hp
NPSH <sub>R</sub>	1,53 m
NPSH <sub>A</sub>	9,76 m

## 4. Pompa 4 (P-04 A/B)

**Tabel 3.19** Spesifikasi Pompa (P-04 A/B)

<b>Spesifikasi Pompa (P-04 A/B)</b>	
Kode	P-04 A/B
Fungsi	Alat transportasi bahan baku dari Mixer 1 menuju heat exchanger 1
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Spesifikasi Pipa	
NPS	0,10 m
<i>Schedule Number</i>	80
Diameter Luar Pipa	0,11 m
Diameter Dalam Pipa	0,09 m
Luas Penampang	0,01 m <sup>2</sup>
Spesifikasi Pompa	
Kapasitas	0,01 m <sup>3</sup> /s
<i>Power Pompa</i>	8,82 Hp
<i>Power Motor</i>	15,00 Hp
NPSH <sub>R</sub>	19,80 m
NPSH <sub>A</sub>	15,14 m

## 5. Pompa 5 (P-05 A/B)

**Tabel 3.20** Spesifikasi Pompa (P-05 A/B)

<b>Spesifikasi Pompa (P-05 A/B)</b>	
Kode	P-05 A/B
Fungsi	Alat transportasi bahan dari Reaktor 1 menuju Heat exchanger 2
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	1 Unit Operasi +1 Unit Cadangan
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Spesifikasi Pipa	
NPS	0,10 m
<i>Schedule Number</i>	80
Diameter Luar Pipa	0,11 m
Diameter Dalam Pipa	0,09 m
Luas Penampang	0,01 m <sup>2</sup>
Spesifikasi Pompa	
Kapasitas	0,01 m <sup>3</sup> /s
<i>Power Pompa</i>	8,54 Hp
<i>Power Motor</i>	10,00 Hp
NPSH <sub>R</sub>	20,37 m
NPSH <sub>A</sub>	14,62 m

## 6. Pompa 6 (P-06 A/B)

**Tabel 3.21** Spesifikasi Pompa (P-06 A/B)

<b>Spesifikasi Pompa (P-06 A/B)</b>	
Kode	P-06 A/B
Fungsi	Alat transportasi aliran keluar Akumulator 1 menuju menara cooler 1
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	2 Unit Operasi + 2 Unit Cadangan
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Spesifikasi Pipa	
NPS	0,06 m
<i>Schedule Number</i>	80
Diameter Luar Pipa	0,07 m
Diameter Dalam Pipa	0,05 m
Luas Penampang	0,01 m <sup>2</sup>
Spesifikasi Pompa	
Kapasitas	0,01 m <sup>3</sup> /s
<i>Power Pompa</i>	2,93 Hp
<i>Power Motor</i>	3,00 Hp
NPSH <sub>R</sub>	4,53 m
NPSH <sub>A</sub>	13,96 m

## 7. Pompa 7 (P-07 A/B)

**Tabel 3.22** Spesifikasi Pompa (P-07 A/B)

<b>Spesifikasi Pompa (P-07 A/B)</b>	
Kode	P-07 A/B
Fungsi	Alat transportasi aliran keluar Akumulator 1 menuju menara cooler 1
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	2 Unit Operasi + 2 Unit Cadangan
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Spesifikasi Pipa	
NPS	0,09    m
<i>Schedule Number</i>	80
Diameter Luar Pipa	0,10    m
Diameter Dalam Pipa	0,08    m
Luas Penampang	0,01    m <sup>2</sup>
Spesifikasi Pompa	
Kapasitas	0,01    m <sup>3</sup> /s
<i>Power Pompa</i>	4,58    Hp
<i>Power Motor</i>	7,50    Hp
NPSH <sub>R</sub>	13,74   m
NPSH <sub>A</sub>	7,18    m

## 8. Pompa 8 (P-08 A/B)

**Tabel 3.23** Spesifikasi Pompa (P-08 A/B)

<b>Spesifikasi Pompa (P-08 A/B)</b>	
Kode	P-08 A/B
Fungsi	Alat transportasi aliran keluar Cooler 1 menuju Destilasi 2
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	2 Unit Operasi + 2 Unit Cadangan
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Spesifikasi Pipa	
NPS	0,06    m
<i>Schedule Number</i>	80
Diameter Luar Pipa	0,07    m
Diameter Dalam Pipa	0,06    m
Luas Penampang	0,01    m <sup>2</sup>
Spesifikasi Pompa	
Kapasitas	0,01    m <sup>3</sup> /s
<i>Power Pompa</i>	2,89    Hp
<i>Power Motor</i>	5,00    Hp
NPSH <sub>R</sub>	4,20    m
NPSH <sub>A</sub>	13,26   m

## 9. Pompa 9 (P-09 A/B)

**Tabel 3.24** Spesifikasi Pompa (P-09 A/B)

<b>Spesifikasi Pompa (P-09 A/B)</b>	
Kode	P-09 A/B
Fungsi	Alat transportasi aliran keluar akumulator 2 menuju Cooler 2
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Spesifikasi Pipa	
NPS	0,05 m
<i>Schedule Number</i>	80
Diameter Luar Pipa	0,06 m
Diameter Dalam Pipa	0,05 m
Luas Penampang	0,02E-02 m <sup>2</sup>
Spesifikasi Pompa	
Kapasitas	0,01E-01 m <sup>3</sup> /s
<i>Power Pompa</i>	2,31 Hp
<i>Power Motor</i>	3,00 Hp
NPSH <sub>R</sub>	2,01 m
NPSH <sub>A</sub>	10,57 m

## 10. Pompa 10 (P-10 A/B)

**Tabel 3.25** Spesifikasi Pompa (P-10 A/B)

<b>Spesifikasi Pompa (P-10 A/B)</b>	
Kode	P-10 A/B
Fungsi	Alat transportasi aliran keluar Cooler 2 menuju Tangki produk
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Spesifikasi Pipa	
NPS	0,05 m
<i>Schedule Number</i>	80
Diameter Luar Pipa	0,06 m
Diameter Dalam Pipa	0,05 m
Luas Penampang	0,02E-01 m <sup>2</sup>
Spesifikasi Pompa	
Kapasitas	0,01E-01 m <sup>3</sup> /s
<i>Power Pompa</i>	2,28 Hp
<i>Power Motor</i>	3,00 Hp
NPSH <sub>R</sub>	1,94 m
NPSH <sub>A</sub>	10,29 m

**3.2 Instrumentasi**

Pabrik pembuatan etil asetat dari etanol dan asam asetat dengan kapasitas 60.000 ton/tahun terdiri dari beberapa unit alat proses, diantaranya yaitu tangki penyimpanan bahan baku, katalis dan produk, Mixer, RATB, kondensor, alat penukar panas, serta alat transportasi yaitu pompa. Peralatan tersebut harus dilengkapi dengan alat pengendali supaya proses dapat dipantau dan dikendalikan. Setiap unit proses dilengkapi dengan alat pengendali dengan tujuan untuk menjaga proses dalam pabrik agar dapat beroperasi secara optimal sesuai dengan perhitungan dan perencanaan, teknis umum, kondisi ekonomi dan sosial yang ditentukan, sehingga dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan kualitas dan kapasitas yang diharapkan. Hal ini tentu saja dapat menjaga efisiensi biaya operasi dalam pabrik. Pengendalian juga bertujuan untuk meredam pengaruh gangguan eksternal (disturbance) sehingga proses tetap stabil dan menjaga peralatan



yang digunakan agar tidak cepat rusak. Namun pada dasarnya, tujuan pengendalian tersebut agar kondisi proses di pabrik mencapai tingkat kesalahan (galat) yang paling minimum sehingga produk dapat dihasilkan secara optimal. Beberapa instrumentasi harus dipasang pada setiap unit proses, tergantung pada tujuan pengendaliannya. Instrumen yang digunakan dalam proses ini di antaranya :

1. Level Indicator Controller (LIC)

Mengetahui dan mengendalikan ketinggian bahan cairan didalam suatu alat sehingga tidak melebihi batas maksimum yang diizinkan.

2. Flow Indicator Controller (FIC)

Mengontrol dan mengendalikan debit aliran dari suatu bahan yang akan masuk kedalam suatu proses atau alat.

3. Temperature Indicator Controller (TIC)

Mengendalikan temperatur operasi, agar operasi berjalan secara optimal serta untuk memantau dan mengontrol tercapainya temperatur keluaran alat.

4. Pressure Indicator Controller (PIC)

Mengetahui dan mengendalikan tekanan operasi berdasarkan tekanan operasi suatu alat yang ditetapkan. PIC sangat dibutuhkan pada sistem yang menggunakan aliran steam atau gas. PIC dihubungkan dengan control valve pada aliran keluaran steam atau gas.

5. Transmitter

Alat yang berfungsi untuk menyampaikan atau mentransmisikan kondisi besaran proses sehingga keadaan pada tempat tersebut dapat dilihat, dipantau atau dikendalikan. Adapun macam – macam transmitter meliputi: Level Transmitter (LT) berfungsi memantau besaran ketinggian fluida contohnya Differential Pressure Transmitter (DPT) dan Ultra Sonic Sensor, Flow Transmitter (FT) berfungsi memantau besaran laju alir/debit. Temperature Transmitter (TT) memantau besaran suhu, Pressure Transmitter (PT) berfungsi memantau besaran tekanan.

6. Control Valve (CV)

Jenis valve yang digunakan untuk mengendalikan aliran, tekanan, temperatur, dan level cairan dengan cara membuka/menutup sebagian respons terhadap sinyal yang diterima. Contohnya Flow Valve (FV), Level Valve (LV), Temperature Valve (TV), dan Pressure Valve (PV).

#### 7. Pressure Indicator (PI)

Mengindikasikan/informatif tekanan pada aliran/alat. 8. Weight Indicator (WI) Mengindikasikan/informatif berat solid pada aliran/alat.

Instrumen digunakan untuk mengukur gangguan (disturbance), variabel output terkontrol dan variabel output sekunder. Instrumen merupakan sumber utama informasi mengenai apa yang terjadi didalam proses. Sedangkan sistem instrumentasi meliputi pengukuran, penampilan, pengontrolan dan perekaman data dari variabel-variabel yang terlibat dalam proses. Instrumentasi bekerja dengan tenaga mekanik atau tenaga listrik dan pengontrolannya dapat dilakukan secara manual ataupun otomatis. Penggunaan instrumen pada suatu peralatan proses tergantung pada pertimbangan ekonomi dan sistem peralatan itu sendiri. Pada pemakaian alat-alat instrumen juga harus ditentukan apakah alat-alat tersebut dipasang diatas papan instrumen dekat peralatan proses (kontrol manual) atau disatukan dalam suatu ruang kontrol yang dihubungkan dengan peralatan (kontrol otomatis). Prinsip operasi alat ukur/sensor adalah mampu mentransmisikan nilai dari variabel yang diukur menjadi variabel lain yang dapat terbaca. Instrumentasi yang digunakan pada pabrik Etil Asetat ini diantaranya alat ukur (sensor), penampilan (indikator), pengontrol (controller), pemberitahuan (alarm) dan perekaman (recorder). Variabel-variabel yang dapat diukur adalah tekanan, temperatur, laju alir, ketinggian permukaan cairan dan konsentrasi.

### 3.2.1 Instrumentasi Pengukuran

Instrumentasi pengukuran adalah instrumen-instrumen yang digunakan untuk melakukan pengukuran variable-variabel proses. Variabel yang dimaksud adalah tekanan, temperatur, laju alir, dan tinggi permukaan cairan.

#### 1. Tekanan (P)

Peralatan untuk mengukur tekanan fluida yang mengalir dan di dalam unit operasi adalah pressure gauge dan electric strain gauge. Alat ukur tekanan digunakan untuk mengukur tekanan pada reaktor, pompa, kompressor, silo dan tangki penyimpanan.

#### 2. Temperatur (T)

Peralatan untuk mengukur temperatur adalah thermocouple. Thermocouple digunakan pada pengukuran temperatur hampir pada semua unit, yaitu dalam reaktor, heater, pump, rotary dryer vacuum filter, rotary cooler dan rotary dryer.

#### 3. Laju Alir (v)

Peralatan yang digunakan untuk mengukur laju alir fluida adalah venturimeter, orificemeter, dan rotameter. Pada pabrik ini digunakan alat ukur berupa orificemeter karena lebih murah dan instalasinya mudah. Orificemeter digunakan antara lain dalam pengukuran laju alir zat masuk ke tangki penyimpanan dan reaktor. Di dalam metode kerjanya, laju alir control dihubungkan dengan temperatur, tekanan, level fluida maupun pengukur dan pengontrol indikasi lainnya, sehingga sebelum melakukan pengambilan keputusan untuk mengubah laju alir, sudah ada informasi – informasi yang dapat dijadikan sebagai variabel pembatas untuk merubah laju alir.

#### 4. Tinggi Permukaan Cairan (H)

Peralatan untuk mengukur tinggi permukaan cairan adalah pelampung dan lengan gaya. Prinsip kerja pelampung dan lengan gaya adalah perubahan apung yang dialami pelampung akibat perubahan tinggi cairan. Pelampung yang mengapung pada permukaan cairan selalu mengikuti tinggi permukaan cairan sehingga gaya apung pelampung dapat diteruskan ke lengan gaya, sehingga dapat diketahui tinggi

### **3.2.2 Prinsip Kerja Instrumentasi dan Alarm Proses**

Dasar teknik instrumentasi adalah mengubah dan memindahkan suatu besaran ke besaran lain, yang dikenal sebagai sinyal. Pemindahan

atau pengiriman data hasil pengukuran atau sinyal dapat dilakukan dengan listrik, pneumatic (udara atau gas), hidraulik (cair tekan), frekuensi modulasi, radio frekuensi, dan lain-lain. Proses pengaturan pneumatic memerlukan sumber udara tekan atau gas tekan. Udara tekan harus memiliki tekanan yang tetap, untuk itu diperlukan suatu alat tambahan, yaitu regulator. Disamping itu diperlukan pula penyaring udara yang bebas debu, uap air dan oli. Kadang diperlukan suatu pelumas untuk beberapa jenis valve. Untuk memberikan kebutuhan udara pada instrumentasi, umumnya mengikuti tahapan–tahapan berikut :

1. Udara dikompresi dengan kondisi yang siap pakai.
2. Tekanan udaran didistribusikan ke instrumen – instrumen.
3. Pengaturan tekanan akhir udara yang diberikan pada instrumen.

Suatu sistem alarm memiliki bagian-bagian utama, yaitu sensor, bagian transmisi dan bagian actuator. Terdapat dua fungsi sistem alarm, yaitu memberikan peringatan dalam bentuk suara atau cahaya, dan memberikan atau melakukan intervensi terhadap perlakuan akhir dalam proses. Jika tidak terdapat kesempatan untuk melakukan perbaikan maka langsung terjadi shutdown, hal itu dilakukan apabila sistem menghendakinya. Hal itu sangat berguna apabila tindakan operator tidak mengimbangi kecepatan proses. Sensor pada sistem alarm biasanya berbentuk suatu switch dengan berbagai ragam desain. Switch tersebut merupakan alat pengukur variabel tertentu dan diatur pada harga tertentu sesuai dengan kepekaannya. Switch akan berfungsi apabila harga yang telah ditetapkan dicapai oleh variabel yang diukur. Switch yang dipasang mungkin berada pada kondisi *on* atau *off*.

Dalam penempatannya terdapat dua kemungkinan, yaitu switch langsung dipasangkan dalam proses atau switch dipasangkan pada sinyal transmisi (tidak langsung pada proses). Sinyal yang diterima oleh switch akan diteruskan melalui suatu sistem transmisi. Ujung transmisi ini terdapat pada bagian sentral yang menerima dan mengelola sinyal.

Sinyal tersebut akan diubah menjadi sinyal alarm atau tanda peringatan yang akan menggerakkan bagian aktuator untuk shutdown. Bentuk peringatan suara terutama ditujukan untuk operator yang berada jauh dari tempat annunciator. Melihat fungsinya terkadang pengertian peringatan dan pengontrolan sering bercampur. Sistem alarm juga dapat berfungsi sebagai pengontrol. Karena fungsinya yang demikian penting, syarat utama suatu sistem alarm adalah memiliki kehandalan yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengujian yang baik dengan komponen-komponen pembentuk yang dapat diandalkan.

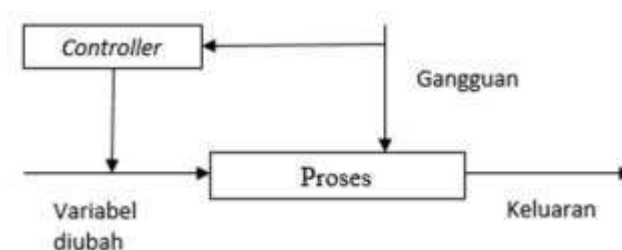
Prinsip kerja yang paling dasar dari sistem alarm adalah :

1. Switch yang bertugas sebagai sensor akan berubah kondisinya apabila proses menjadi abnormal sehingga alarm suara akan berbunyi dan lampu tanda peringatan akan menyala.
2. Operator akan memberikan reaksinya dengan cara menghentikan bunyi alarm sedangkan lampu tanda peringatan tetap menyala.
3. Tim pemeliharaan dan perbaikan (maintenance) akan bertindak sehingga switch kembali ke keadaan normal, lampu tanda peringatan akan mati.

### 3.2.2 Pemilihan Konfigurasi Pengendalian

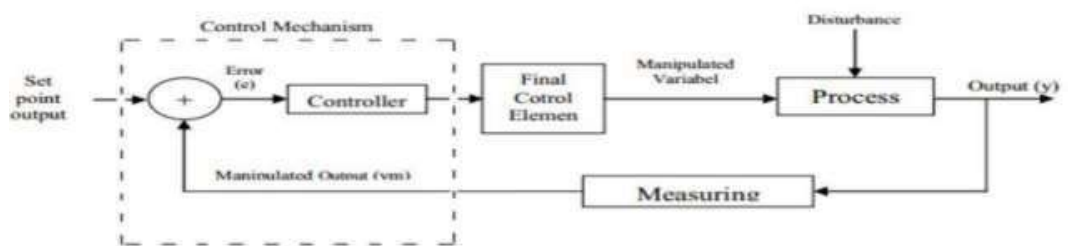
Konfigurasi pengendalian merupakan suatu bentuk informasi yang digunakan untuk menghubungkan variabel pengukuran terhadap variabel yang akan dimanipulasi. Tipe konfigurasi pengendalian, antara lain:

1. Feed Forward Control Configuration Konfigurasi sistem pengendali feed forward pada gambar 3.1 memanfaatkan pengukuran langsung pada disturbance. Hal ini dilakukan apabila sudah diketahui disturbance yang paling dominan dalam sistem, sehingga dengan mengatur atau mengontrol input sebelum ke sistem akan diperoleh output yang diinginkan.



### Gambar 3.1 Konfigurasi Pengendalian

2. Feed Back Control Configuration Konfigurasi seperti pada gambar 3.2 bertujuan untuk mempertahankan variabel yang dikendalikan pada nilai yang diinginkan (set point). Sebagian instrumentasi pada proses produksi menggunakan konfigurasi pengendalian feedback. Dimulai dari pengendalian temperatur, pengendalian ketinggian, dan pengendalian tekanan.

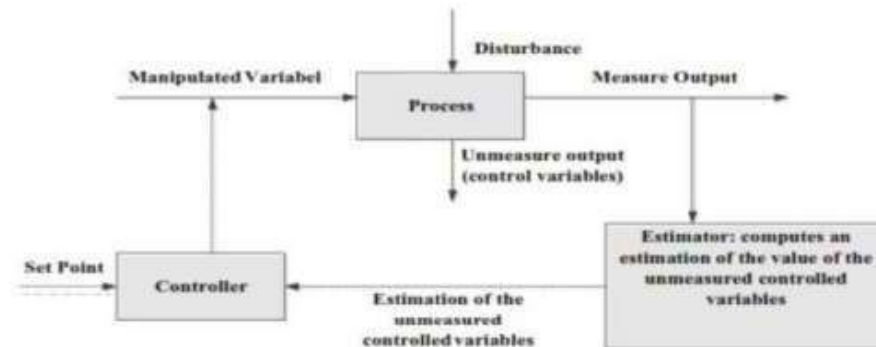


Gambar 3.2 *Feed Back Control Configuration*

3. Inferential Control Configuration

Konfigurasi sistem pengendali inferensial seperti pada gambar 3.3 memanfaatkan data hasil pengukuran output sekunder (secondary measurement) untuk mengatur harga variabel yang akan dimanipulasi. Tujuan pengendalian ini yaitu mempertahankan variabel unmeasured output tersebut pada tingkat/nilai yang ditetapkan pada set point. Alat ukur yang digunakan untuk memperoleh harga variabel terukur (measured output) yang dapat dideteksi dalam persamaan neraca massa dan energi, Variabel terukur ini dapat mewakili proses dengan menggunakan suatu persamaan matematika tertentu yang dapat dihitung dengan computer. Hasil perhitungan dengan komputer menjadi output

unmeasured variable yang ingin dikendalikan. Hasil tersebut kemudian digunakan oleh instrumentasi pengendalian untuk mengatur atau mengontrol harga variabel yang akan dimanipulasi. Inferential control configuration digunakan untuk mengendalikan temperatur reaktor berdasarkan data laju reaksi pelarutan alumina.



**Gambar 3.3** Inferential Control Configuration

### 3.2.3 Perancangan Sistem Pengendalian

Pada industri pembuatan Etil Asetat dari bahan baku Etanol dan Asam Asetat, konfigurasi ataupun perencanaan sistem pengendalian yang diterapkan serta alat-alat instrumentasi yang dipasang di dalam alat-alat proses utama adalah sebagai berikut.

#### 1. Tangki Penyimpanan

Pada industri pembuata Etil Asetat terdapat 3 buah tangki penyimpanan yaitu tangki penyimpanan metanol, tangki penyimpanan asam klorida, dan tangki penyimpanan produk Etil Asetat. Pada tangki penyimpanan, alat-alat instrumentasi yang dipasang adalah LI atau level indicator. Fungsi dari alat tersebut adalah untuk mengukur ketinggian cairan didalam tangki serta memberikan informasi pengukuran ke alat selanjutnya yaitu level transmitter (LT). Level transmitter kemudian menghasilkan sinyal keluaran yang membawa informasi tentang kondisi ketinggian cairan didalam tangki. Apabila cairan yang terukur berada pada kondisi diluar dari batas yang telah ditentukan, sinyal tersebut akan memicu

alarm berbunyi LAH (Level alarm high yaitu saat ketinggian cairan berada pada ketinggian yang melewati batas yang telah ditentukan) pada kondisi ini FIC akan mengirimkan sinyal ke flow relay (FY) untuk menutup FCV. Apabila cairan yang terukur berada pada kondisi dibawah batas yang ditentukan, sinyal tersebut akan memicu alarm berbunyi LAL (level alarm low saat ketinggian cairan lebih rendah dari ketinggian cairan yang telah ditentukan) pada kondisi ini FIC akan mengirimkan sinyal ke flow relay (FY) untuk membuka FCV.

Selain itu instrumentasi yang digunakan adalah pressure indicator (PI) dan temperature indicator (TI) yang berfungsi untuk mengetahui serta mengukur besar tekanan serta temperatur yang ada di dalam tangki penyimpanan.

## **2. Alat Penukar Panas**

Pada alat penukar panas, alat-alat instrumentasi yang dipasang adalah TI atau Temperature indicator. Fungsi dari alat tersebut adalah untuk mengukur temperatur fluida yang dipanaskan atau yang didinginkan serta memberikan informasi pengukuran ke alat selanjutnya yaitu temperature transmitter (TT). Temperature transmitter kemudian menghasilkan sinyal keluaran yang membawa informasi tentang kondisi temperature fluida yang keluar. Apabila fluida yang terukur berada pada kondisi diluar dari batas yang telah ditentukan, sinyal tersebut akan memicu alarm berbunyi TAH (Temperature alarm high yaitu saat temperatur cairan berada pada temperatur yang melewati batas yang telah ditentukan) pada kondisi ini TIC akan mengirimkan sinyal ke temperature relay (TY) untuk menutup CV. Apabila cairan yang terukur berada pada kondisi dibawah batas yang ditentukan, sinyal tersebut akan memicu alarm berbunyi TAL (Temperature alarm low saat temperatur fluida lebih rendah dari temperatur fluida yang telah ditentukan) pada kondisi ini



TIC akan mengirimkan sinyal ke temperature relay (TY) untuk membuka CV.

### **3. Reaktor**

Sistem pengendali selanjutnya yaitu pada alat terjadinya reaksi antara metanol dengan asam klorida yang akan menghasilkan Etil Asetat dan air. Alat instrumentasi yang digunakan adalah temperature indicator (TI) dan pressure indicator (PI). Fungsi dari temperature indicator adalah untuk mengukur temperatur fluida yang ada didalam reaktor serta memberikan informasi pengukuran ke alat selanjutnya yaitu temperature transmitter (TT). Temperature transmitter kemudian menghasilkan sinyal keluaran yang membawa informasi tentang kondisi temperature fluida yang keluar. Apabila fluida yang terukur berada pada kondisi diluar dari batas yang telah ditentukan, sinyal tersebut akan memicu alarm berbunyi TAH (Temperature alarm high yaitu saat temperatur cairan berada pada temperatur yang melewati batas yang telah ditentukan) pada kondisi ini TIC akan mengirimkan sinyal ke temperature relay (TY) untuk menutup CV. Apabila cairan yang terukur berada pada kondisi dibawah batas yang ditentukan, sinyal tersebut akan memicu alarm berbunyi TAL (Temperature alarm low saat temperatur fluida lebih rendah dari temperatur fluida yang telah ditentukan) pada kondisi ini TIC akan mengirimkan sinyal ke temperature relay (TY) untuk membuka CV.

### **4. Distilasi**

Sistem pengendali selanjutnya yaitu Distilasi. Distilasi berfungsi untuk memisahkan campuran liquid dan liquid parsial. Sistem pengendali yang digunakan didala Distilasi adalah Level Indicator Control yang berfungsi untuk mengukur Volume yang ada didalam alat Distilasi, temperature indicator yang berfungsi untuk mengukur suhu yang ada didalam alat Distilasi.

### **5. Alat Transportasi Aliran**

Alat transportasi yang digunakan dalam proses produksi Etil Asetat dari Etanol dan asam asetat adalah pompa, *condensor*, *Reboiler*. Pompa berfungsi untuk mengalirkan Etanol dari tangki penyimpanan menuju Mixer. Condensor berfungsi untuk Merubah fasa aliran keluaran distilasi dari uap menjadi cair. Sistem pengendali yang digunakan didalam alat transportasi ini diantaranya ialah *pressure indicator* yang berfungsi untuk mengukur tekanan pada aliran keluaran pompa/ condensor, *temperature indicator* yang berfungsi untuk mengukur temperatur keluaran pompa/ condensor, selanjutnya *flow transmitter* yang berfungsi untuk mengukur serta mengirimkan sinyal kepada *flow indicator controller* yang menggambarkan besaran laju aliran pada aliran keluaran pompa/ condensor yang kemudian FIC melalui *electric line* mengendalikan elemen pengendali akhir melalui *flow transducer* atau *flow relay* yang berfungsi menggerakkan secara otomatis control valve apabila terjadi penyimpangan atau ketidaksesuaian dari nilai yang telah ditentukan.

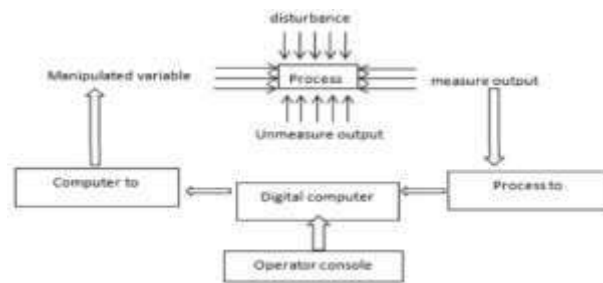
#### **3.2.4. Pengendalian Komputer digital Pada Pengendalian Proses**

Aspek pengendalian seluruh pabrik tidak hanya melibatkan satu unit proses saja. Masing-masing unit mempunyai sistem pengendalian tersendiri, tetapi tetap terintegrasi satu sama lain. Kini kemajuan teknologi komputer sangat pesat dengan harga yang semakin terjangkau. Hal ini membuat perangkat ini banyak digunakan untuk pengendalian dalam proses- proses kimia. Beberapa aplikasi spesifik komputer untuk pengendalian proses adalah sebagai berikut:

##### **1. *Direct Digital Control* (DDC)**

Komputer digital dapat digunakan untuk pengendalian secara simultan beberapa output. Pada sistem kontrol utama (*supervisor controller*) terdapat satu processor komputer untuk mengendalikan dan mengoperasikan proses. Untuk itu, semua data dikumpulkan dalam satu unit komputer. Komputer digunakan untuk mengubah nilai set point sesuai dengan harga parameter pengendali lokal.

Pengendali lokal berfungsi sebagaimana sinyal digital yang diterapkan pada Direct Digital Control (DDC). DDC umumnya dipakai untuk unit dalam skala terbatas seperti untuk satu unit produksi atau digunakan untuk sebuah unit operasi dengan sebuah unit produksi. Interface input/output akan menghasilkan informasi kepada komputer supervisor berupa tetapan pada local control loop yang dipakai komputer untuk menghasilkan nilai set point pada local control loop. Skema sistem pengendalian DDC disajikan pada Gambar 3.10



**Gambar 3.4 Skema Sistem Pengendalian DDC**

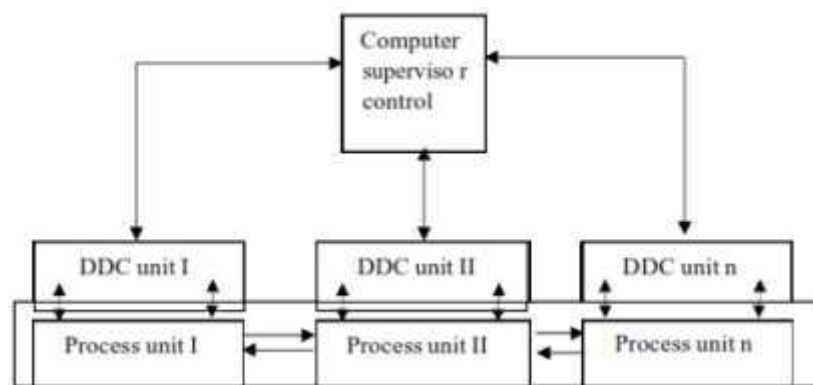
Komputer menerima secara langsung hasil pengukuran dari proses, kemudian menghitung nilai manipulated variable berdasarkan *control law* yang telah diprogram dan tersimpan dalam memorinya. *Manipulated variable* tersebut kemudian diaplikasikan kembali ke dalam proses dengan menggunakan elemen pengendali akhir seperti kerangan, pompa, *switch*, dan sebagainya. Dengan demikian komputer dan proses dijembatani oleh perangkat-perangkat keras yang digunakan untuk menghubungkan komputer dengan proses dengan baik.

## 2. *Distributed Control System (DCS)*

Penggunaan sistem kontrol dengan memakai satu buah komputer untuk mengendalikan sebuah unit operasi lebih mudah diterapkan. Akan tetapi, sistem supervisor control akan mengalami kesulitan jika sistem ini diterapkan pada unit yang kompleks, hal ini

terjadi karena akan dihasilkan suatu pengendalian dan pengoperasian yang sangat kompleks dan rumit.

Metoda terbaru pengendalian proses dalam pabrik adalah *Distributed Control System* (DCS) yang langsung diminati untuk diterapkan pada skala komersial saat pada saat pertama kali diluncurkan. DCS terdiri dari beberapa microprocessor yang saling berhubungan dalam satu jaringan komunikasi digital yang sering disebut sebagai data *highway*. Skema tipe DCS disajikan pada Gambar 3.11.



**Gambar 3.5 Skema Sistem Pengendalian DCS**

Tujuan pengendalian proses adalah mendapatkan kinerja proses yang optimum. Seringkali operator manusia sulit menemukan kebijakan pengoperasian pabrik yang terbaik supaya biaya operasi dapat ditekan seminimal mungkin. Ini disebabkan kompleksnya pabrik kimia yang akan dikendalikan. Pada kasus seperti ini, programmed intelligence dari komputer dapat dimanfaatkan untuk menganalisis situasi proses dan memberikan usulan kebijakan pengoperasian yang terbaik. Pada *supervisor control* ini, komputer mengkoordinasi aktivitas dari beberapa loop DDC.

Pada sistem ini, satu buah komputer utama (supervisor control) membagi kerja pengendalian pada beberapa komputer yang bekerja sebagai DDC lokal. Keunggulan sistem DCS dibanding DDC yaitu

sistem DCS memungkinkan area kerja atau DDC lokal satu tetap bekerja dan dapat dikendalikan walaupun ada suatu unit tertentu yang tidak beroperasi. Sebaliknya, kekurangan sistem DCS dibandingkan DDC adalah biaya investasi sistem DCS yang sangat besar karena membutuhkan komputer pengendali yang lebih banyak.

### 3. *Scheduling Computer Control*

Penggunaan komputer dalam pabrik yang lain lagi adalah untuk mengatur penjadwalan operasi suatu pabrik kimia. Kondisi pasar yang berubah setiap waktu akan menyebabkan manajemen perlu terus menerus mengubah penjadwalan operasi pabrik. Contohnya, mengurangi waktu produksi untuk mencegah menumpuknya produk (*over stock*), penambahan kapasitas produksi saat kebutuhan meningkat, dan lain-lain. Keputusan-keputusan ini dapat diambil dengan bantuan komputer digital yang kemudian akan mengkomunikasikan keputusan-keputusan tersebut kepada supervisor computer controller. Kemudian keputusan-keputusan tersebut diimplementasikan melalui DDC-DDC yang berhubungan langsung dengan proses.

mengatur penjadwalan operasi suatu pabrik kimia. Kondisi pasar yang berubah setiap waktu akan menyebabkan manajemen perlu terus menerus mengubah penjadwalan operasi pabrik. Contohnya, mengurangi waktu produksi untuk mencegah menumpuknya produk (*over stock*), penambahan kapasitas produksi saat kebutuhan meningkat, dan lain-lain. Keputusan-keputusan ini dapat diambil dengan bantuan komputer digital yang kemudian akan mengkomunikasikan keputusan-keputusan tersebut kepada supervisor computer controller. Kemudian keputusan-keputusan tersebut diimplementasikan melalui DDC-DDC yang berhubungan langsung dengan proses

### 4. Perangkat Keras Sistem Pengendalian Proses

Pada konfigurasi sistem pengendali terdapat beberapa terminologi yang membedakan sistem pengendali yang satu dengan yang lainnya, yaitu:

#### 1. Proses Kimia

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

#### 2. Instrumen Pengukur atau sensor

Peralatan pengukur/sensor digunakan untuk mengukur *disturbance*, mengukur *controlled output variabel*, dan mengukur *secondary output variable*. Peralatan pengukur dan sensor adalah sumber informasi yang mengidentifikasikan hal-hal yang sedang terjadi pada proses. Salah satu syarat penting dalam pemilihan sensor adalah hasil pengukuran sensor harus dapat ditransmisikan dengan mudah. Contoh instrumen pengendali yang dipakai pada pabrik harus ini adalah termokopel (alat ukur temperatur) dan pressure transducer (alat ukur tekanan).

#### 3. Transducer

Transducer merupakan alat yang digunakan untuk mengkonversi hasil pengukuran menjadi besaran yang ditransmisikan. Alat ini diperlukan karena ada beberapa hasil pengukuran tidak dapat digunakan langsung untuk tujuan pengendalian sebelum dikonversi menjadi besaran fisik yang dapat dengan mudah ditransmisikan seperti tegangan listrik.

#### 4. Jalur Transmisi dan Amplifier.

Jalur transmisi merupakan media untuk membawa sinyal hasil pengukuran dari alat ukur ke controller. Pada banyak kasus, sinyal yang dihasilkan alat ukur terlalu lemah untuk ditransmisikan sehingga sinyal tersebut harus diperkuat terlebih dahulu oleh *amplifier*.

#### 5. Elemen Pengendali (*Controller*).

Elemen pengendali adalah perangkat keras yang memiliki intelegensi. Perangkat ini menerima informasi dari alat ukur dan memutuskan tindakan yang harus dilakukan. Beberapa jenis elemen pengendali yang umum digunakan:

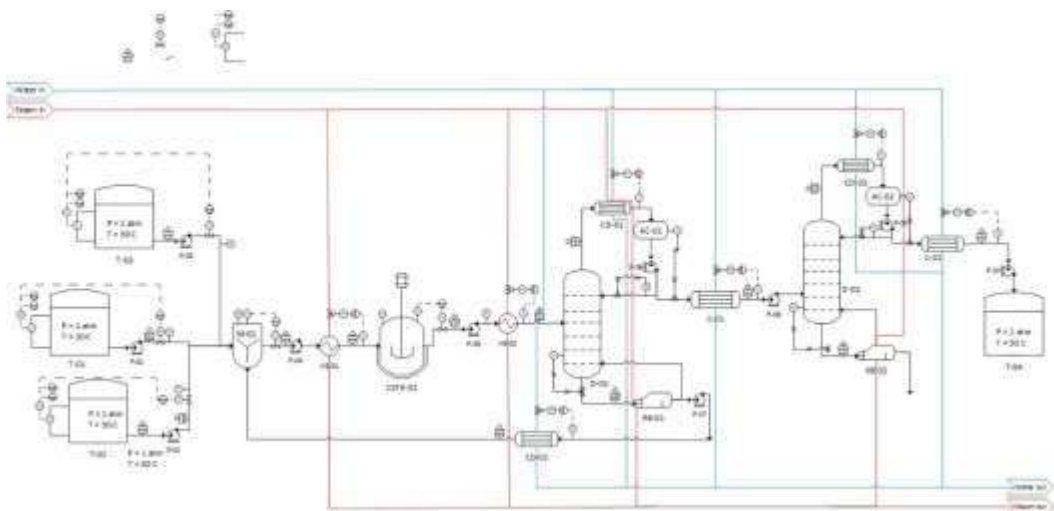
- a *Flowmeter controller* (FC): pengendali laju alir.
- b *Pressure controller* (PC): pengendali tekanan.
- c *Temperature controller* (TC): pengendali temperature.
- d *Level controller* (LC): pengendali ketinggian.
- e *Ratio controller*: pengendali rasio dua aliran.

#### 6. Elemen Pengendali Akhir

Elemen pengendali akhir merupakan perangkat keras yang melaksanakan tindakan yang diperintahkan oleh *controller*. Elemen pengendali akhir yang diaplikasikan pada perancangan pabrik ini adalah *control valve* yang membuka dan menutup sampai derajat tertentu sesuai keputusan *controller*.

#### 7. Elemen Pencatat

Elemen pencatat merupakan bagian dari sitem pengendali yang mencatat semua variabel sehingga kelakuan proses yang sedang berlangsung dapat ditampilkan secara visual.



**Gambar 3.6** *Pipe and Instrument Diagram*

### 3.3 Utilitas

Utilitas merupakan unit–unit atau bagian dari sebuah pabrik yang berfungsi dalam menyediakan kebutuhan penunjang proses produksi. Unit utilitas juga berfungsi dalam menyediakan bahan maupun tenaga pembantu guna kelancaran operasi pada pabrik. Dalam pabrik pembuatan etil asetat dari Etanol dan Asam Asetat ini, peranan utilitas sangat membantu terhadap jalannya proses produksi. Sistem utilitas yang diperlukan dalam prarancangan pabrik etil asetat diantaranya:

1. Unit penyediaan dan pengolahan air Unit ini berfungsi untuk menyediakan kebutuhan air, dari pengolahan hingga air siap digunakan untuk air proses, sanitasi, dan pendingin. Untuk memenuhi keperluan air pendingin, pabrik memanfaatkan air PDAM sebagai media pendinginnya.
2. Unit penyediaan Steam Unit ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan steam dalam produksi etil asetat. Pada unit ini digunakan boiler dengan air sebagai umpan masukan.
3. Unit penyediaan tenaga listrik Unit ini berfungsi untuk menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak pada peralatan proses dan penerangan. Listrik diambil dari suplai PLN serta generator sebagai cadangan apabila listrik suplai mengalami gangguan.
4. Unit pengolahan limbah Unit ini berfungsi untuk menampung limbah yang dihasilkan oleh pabrik yang selanjutnya diteruskan kepada pihak ketiga untuk diolah lebih lanjut agar sesuai dengan ketentuan standar baku limbah yang berlaku.

#### 3.3.1 Unit Penyedia dan Pengolahan Air

Pabrik ini menggunakan air yang berasal dari Laut, air yang digunakan harus diolah terlebih dahulu agar memenuhi persyaratan air yang dapat digunakan.

##### 3.1.1.1 Kebutuhan Air dan Steam

Kegunaan air ini dibagi sesuai kebutuhannya sebagai berikut :



### 1. Air Bahan Baku

Untuk air bahan baku, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu :

1. Alkalinitas
2. Kadar amoniak
3.  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$
4. Minyak dan lain – lain

### 2. Air Pendingin

Air yang digunakan sebagai media pendingin dan pemanas diperoleh dari air sungai karena mudah dalam pengaturan dan pengolahannya serta lebih ekonomis. Air PDAM tersebut masih memiliki zat pengotor sehingga perlu diproses terlebih dahulu sebelum digunakan.

**Tabel 3.26** Tabel Kebutuhan Air

<b>Nama Alat (Kode Alat)</b>	<b>Kebutuhan</b>
	<b>Massa air (kg/jam)</b>
<b>Cooler-101</b>	<b>1.062.587,278</b>
<b>Cooler-102</b>	<b>754.931,072</b>
<b>Kondensor 1 (CD-101)</b>	<b>7.042,27</b>
<b>Kondensor 2 (CD-102)</b>	<b>7.042,27</b>
<b>Kondensor 3 (CD-103)</b>	<b>303.658,37</b>
<b>Reaktor (R-101)</b>	<b>14.427,87</b>
<b>Total</b>	<b>2.149.689,14</b>

### 3. Kebutuhan Steam

Untuk menghasilkan steam di dalam boiler, air yang digunakan harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Bebas dari zat penyebab korosi seperti asam dan gas-gas terlarut,

2. Bebas dari zat penyebab kerak yang disebabkan oleh kesadahan tinggi yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika,
3. Bebas dari zat penyebab timbulnya buih (busa) seperti zat-zat organik, anorganik dan minyak,
4. Kandungan logam dari impurities seminimal mungkin

**Tabel 3.27** Kebutuhan Steam

Nama Alat (Kode Alat)	Kebutuhan
	Massa <i>Steam</i> (kg/jam)
HE-101	33,08
HE-102	33,08
Reboiler 1	33,08
Reboiler 2	33,08
<b>Total</b>	<b>132,32</b>

#### 4. Air Sanitasi

Air sanitasi dipakai untuk keperluan minum, masak, cuci, mandi dan sebagainya. Pada umumnya air sanitasi harus memenuhi syarat kualitas, yaitu :

##### 1. Syarat Fisis

Suhu : Dibawah suhu kamar 65

Warna : Jernih

Rasa dan bau : Tidak berasa dan berbau

##### 2. Syarat Kimia

Tidak mengandung logam berat seperti Pb, As, Cr, Cd, Hg dan tidak mengandung zat-zat kimia yang beracun.

##### 3. Syarat Bakteriologi

Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri pathogen, Maka kebutuhan air sanitasi untuk pabrik sebagai berikut :

a. Air untuk karyawan pabrik = 307,77 kg/jam

- b. Air untuk laboratorium dan taman = 76,94 kg/jam  
 c. Air untuk pemadam kebakaran dan cadangan air = 369,32 kg/jam  
 Total Kebutuhan Sanitasi sebesar = 754,03 kg/jam

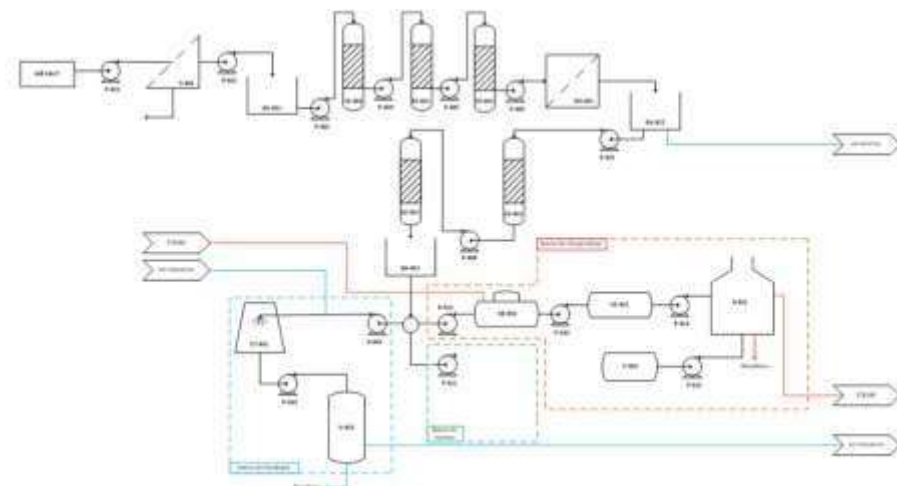
#### 5. Kebutuhan Air Total

Adapun kebutuhan air secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.28** Kebutuhan Air Total

Kebutuhan Air	Jumlah (kg/jam)
Air Pendingin	2149689,14
Steam	132,32
Air Sanitasi	754,03
<b>Total</b>	<b>2150.575,49</b>

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin, air umpan boiler, dan air sanitasi dibutuhkan treatment sebelum air digunakan untuk memastikan kualitas dan keamanan produk yang dihasilkan. Pengolahan tersebut dapat dijelaskan melalui gambar berikut.



**Gambar 3.7** Block Flow Diagram Utilitas

- Cation Exchanger

Air yang sudah bersih diumpankan ke dalam cation exchanger untuk menghilangkan mineralnya seperti :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  ,  $\text{K}^{+}$  ,  $\text{Fe}^{2+}$  dengan menggunakan resin.

- Anion Exchanger

Air yang keluar dari cation exchanger diumpankan ke dalam anion exchanger untuk menghilangkan anion-anion mineralnya seperti :  $\text{HCO}_3^-$  ,  $\text{SiO}_3$ ,  $\text{Cl}^-$  ,  $\text{NO}^-$  ,  $\text{CO}_3^{2-}$  dengan menggunakan resin.

- Deaerator

Gas-gas yang terlarut dalam air terutama oksigen dan karbondioksida, yang dapat menyebabkan korosi, dihilangkan dengan menggunakan deaerator, dimana pada alat ini diinjeksikan bahan-bahan kimia dengan tujuan tertentu. Pada pabrik Etil Asetat ini, bahan kimia yang diinjeksikan pada deaerator adalah hidrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) yang berfungsi untuk pembebasan air umpan boiler dari gas  $\text{O}_2$  dan  $\text{CO}_2$  yang dapat menyebabkan korosi.

- Boiler dan Cooling Tower

Boiler dan cooling tower pada pabrik Etil Asetat ini digunakan sebagai alat penukar kalor, dimana air keluaran boiler digunakan sebagai steam dan air keluaran cooling tower digunakan sebagai cooling water dari unit utilitas yang akan disuplai untuk masing – masing alat penukar kalor di unit proses.

### 3.3.2 Unit Penyedia Listrik

Pada perancangan pabrik Etil Asetat kebutuhan akan tenaga listrik dipenuhi oleh PLN dan generator sebagai cadangan atau emergency. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak balik (AC) dengan pertimbangan tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar, dan tegangannya dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan dengan menggunakan transformator. Generator AC yang digunakan adalah jenis generator AC 3 phase yang mempunyai keuntungan seperti tegangan listrik dan daya kerja lebih stabil, kawat penghantar yang

digunakan lebih sedikit, serta motor 3 phase harganya relatif murah dan sederhana.

Adapun kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi :

1. Listrik untuk Alat Proses dan Utilitas

Kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas pada pabrik Etil Asetat dapat dilihat pada Tabel

**Tabel 3.29** Kebutuhan Listrik

<b>Nama Alat</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Daya(Hp)</b>	<b>Σ Hp</b>
Pompa (P-101)	2	7,50	15,00
Pompa (P-102)	2	2,00	4,00
Pompa (P-103)	2	2,00	4,00
Pompa (P-104)	2	15,00	30,00
Pompa (P-105)	2	10,00	20,00
Pompa (P-106)	2	3,00	6,00
Pompa (P-107)	2	7,50	15,00
Pompa (P-108)	2	5,00	10,00
Pompa (P-109)	2	3,00	6,00
Pompa (P-110)	2	3,00	6,00
Pengaduk (M-101)	1	4,30	4,33
Pengaduk (R-101)	1	1,20	1,23
<b>TOTAL</b>			<b>121,56</b>

Diperkirakan kebutuhan listrik untuk alat yang tidak terdeskripsikan sebesar 10% dari kebutuhan total, Maka, total kebutuhan listrik untuk peralatan = 10% x 121,56 Hp = 12,2 Hp Total Kebutuhan listrik = 121,56 + 12,2 = 133,72 Hp

Dimana : 1 Hp = 745,60 watt = 0,75 kW Jadi, kebutuhan listrik untuk proses dan utilitas = 133,72 Hp x 745,60 watt / 1 Hp = 99,71kW

**Listrik Untuk Penerangan**

Untuk menentukan besarnya tenaga listrik yang dibutuhkan dipakai standar dengan persamaan yang digunakan adalah :

$$L = a \times \frac{F}{U \times D}$$

Keterangan :

L = Lumen per outlet

F = Foot Candle yang diperlukan

U = Koefisien Utilitas White Bowl Lamp

D = Efisiensi Lampu

a = Luas Area ( ft 2 )

Kebutuhan listrik untuk penerangan pada pabrik etil asetat dapat dilihat pada Tabel

**Tabel 3.30** Kebutuhan Penerangan Pabrik

Lokasi	Luas (m <sup>2</sup> )	F	U	D	L
Pos keamanan (Security) Gate1	60	20	0,4	0,75	4.2692
Parkir	135	10	0,49	0,75	39.206,94
Markas Komandan (MAKO)	370	20	0,4	0,75	263.267,33
Parkir	400	10	0,49	0,75	116.168,71
Masjid	310	20	0,55	0,75	160.418,42
Pos keamanan (Security) Gate2	140	20	0,4	0,75	99.614,67
kantor utama	4800	35	0,51	0,75	4.687.749,02
klirik	490	20	0,56	0,75	249.036,67
Taman	560	5	5,59	5,75	929,75
HSE	770	35	0,51	0,75	751.993,07
Kantin	890	20	0,56	0,75	452.331,90
Gudang	2900	10	3,59	3,75	22.991,05
Green Area	1100	5	5,59	5,75	1.826,29
Area Bahan Baku	1900	30	0,51	0,75	1.590.486,27
Laboratorium	390	40	0,51	0,75	435.290,98

DCS Room	425	35	0,51	0,75	415.061,11
Pemadam Kebakaran	170	5	5,59	5,75	282,24
Area Proses	5900	30	0,51	0,75	4.938.878,43
Area Pengemasan	770	30	0,51	0,75	644.565,49
Area Produk	1200	30	0,51	0,75	1.004.517,65
Area Utilitas	2960	30	0,51	0,75	2.477.810,20
Bengkel (Workshop)	680	40	0,59	0,75	656.057,85
Truck Area (Loading Point)	1500	20	0,56	0,75	762.357,14
Generator	1070	40	0,59	0,75	1.032.326,33
Limbah	930	30	0,51	0,75	778.501,18
Port Area	1520	30	0,51	0,75	1.272.389,02
Jalan	10360	5	5,59	5,75	17.200,32
R. Ekspansi	23500	5	5,59	5,75	39.016,18
<b>TOTAL</b>	66200				22.913,95

\* Untuk semua area dalam bangunan direncanakan, seperti :

Menggunakan Lampu TL 40 Watt = 1.920 lumen/buah

Jumlah lumen dalam ruangan = 8.236.786,33 lumen

Jumlah lampu dalam ruangan = 4.289,99 buah

\*\* Untuk semua area di luar bangunan direncanakan, seperti :

Menggunakan Lampu Mercury 250 Watt = 10000 lumen/buah

Jumlah lumen di luar ruangan = 14677164 lumen

Jumlah lampu di luar ruangan = 1467,72 buah

Maka, daya penerangan yang dibutuhkan pada pabrik etil asett adalah

= Daya Dalam Bangunan + Daya Luar Bangunan

= (4289,99 x 40 ) + (1467,72 x 250 )

= 171599,72 + 366929,09

= 538528,81 W

= 538,53 kW

## 2. Listrik untuk Air Conditioner (AC)

Kebutuhan listrik untuk air conditioner (AC) pada pabrik etil asetat dapat dilihat pada Tabel

Bangunan	Luas	Jumlah	Watt	btu/hr
	(m <sup>2</sup> )			
Kantor Utama	4800	96	186240	2304000
Ruang Kontrol	425	8,50	16490	204000
Laboratorium	390	7,80	15132	187200
HSE	770	15,40	29876	369600
Masjid	310	6,20	12028	148800
klirik	490	9,80	19012	235200
		143,70	278778	3448800

### 3. Listrik untuk Laboratorium dan Instrumentasi

Diperkirakan listrik untuk instrumentasi adalah 10% dari kebutuhan listrik proses dan utilitas. Maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Listrik instrumentasi} &= 10\% \times \text{listrik proses \& utilitas} \\
 &= 10\% \times 75,78 \text{ Hp} \\
 &= 7,58 \text{ Hp} \\
 &= 5,65 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Maka total kebutuhan listrik secara keseluruhan pada pabrik etil asetat dapat dilihat pada

**Tabel 3.32** Kebutuhan Listrik Total

Kebutuhan	Daya	Daya
	(kW)	(hP)
Keperluan Proses dan Utilitas	90,65	123,25
Keperluan Penerangan	538,53	732,19
Air Conditioner	278,78	379,03
Laboratorium dan Instrumentasi	9,06	12,32
<b>Total</b>	917,02	1246,80



Diperkirakan kebutuhan daya listrik untuk alat yang tidak terdeskripsikan sebesar  $\pm 10\%$  dari total kebutuhan. Maka total kebutuhan listrik di pabrik etil asetat adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan listrik} &= \text{total listrik} + \text{listrik tak terseskripsi} \\ &= 1246,80 + (1246,8 \times 10\%) \\ &= 1008,72 \text{ Kw} \end{aligned}$$

Pada pabrik Etil Asetat digunakan generator arus bolak balik (AC) sistem tiga fase. Generator berfungsi untuk menyediakan listrik dari peralatan yang tidak boleh terputus atau berubah-ubah tegangannya. Maka, untuk mengetahui kapasitas generator yang diperlukan, dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan listrik} &= 1008,72 \text{ kW} \\ \text{Faktor keamanan } 10\% &= 100,87 \text{ kW} \\ \text{Total Kebutuhan Listrik} &= 1109,59 \\ \text{Efisiensi generator, } 80\% &= 1386,99 \text{ kW} \\ \text{Ditetapkan input generator} &= 1500 \text{ kW Listrik masih tersedia} \\ &= 1500 - 1386,99 = 113,01 \text{ kW} \end{aligned}$$

### **Spesifikasi Generator**

$$\begin{aligned} \text{Tipe} &= \text{AC Generator} \\ \text{Kapasitas} &= 1500 \\ \text{Efisiensi} &= 80\% \\ \text{Jumlah} &= 1 \quad \text{buah} \end{aligned}$$

### **3.3.3 Unit Penyedia Bahan Bakar**

Unit penyedia bahan bakar pada pabrik Etil Asetat meliputi kebutuhan bahan bakar pada boiler dan generator. Adapun bahan bakar yang digunakan adalah solar, pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan– pertimbangan sebagai berikut:

1. Harganya relatif murah
2. Mudah didapat

3. Heating value relative tinggi
4. Tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat

Adapun kebutuhan bahan bakar solar untuk boiler dan generator adalah sebagai berikut: Kebutuhan Bahan Bakar = Bahan Bakar Boiler + Bahan Bakar Generator = 1,07 kg/jam + 375.00 kg/jam = 376,07 kg/jam

### 3.3.4 Unit Pengolahan Limbah

Pabrik Etil Asetat menghasilkan limbah berupa limbah cair. Limbah cair ini berasal dari beberapa sumber, yaitu:

1. Limbah Air Sanitasi, berasal dari aktivitas atau keperluan kantor dan pabrik berupa air pencucian, air masak dan lain sebagainya. Penanganan limbah air sanitasi ini tidak memerlukan proses khusus, karena limbah air sanitasi ini tidak tergolong ke dalam limbah yang berbahaya dan tidak mengandung bahan kimia yang berbahaya.
2. Limbah Laboratorium Limbah yang berasal dari laboratorium mengandung bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menganalisa mutu bahan baku, mutu produk yang dihasilkan serta untuk penelitian dan pengembangan proses maupun mutu dari produk. Limbah laboratorium termasuk limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) sehingga dalam penanganannya harus dikirim kepada penampung limbah B3 sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1994 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Dalam pengelolaan limbah B3 dikirim ke PPLI Kalimantan.
3. Limbah Air Berminyak dari Mesin Proses Air yang mengandung minyak berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat lain. Air berminyak akan diolah dengan cara dipisahkan dari air berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak pada bagian atas dialirkan ke penampungan minyak dan pengolahannya dengan pembakaran di dalam tungku pembakar, sedangkan air yang

berada pada bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir,  
kemudian dibuang.