

### BAB III

## PERANCANGAN ALAT, INSTRUMENTASI, DAN SISTEM UTILITAS

### 3.1 Perancangan Alat

#### 3.1.1 Alat Proses Utama

Alat-alat utama yang digunakan dalam proses pembuatan asam benzoat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun adalah sebagai berikut:

##### 1. *Mixing Tank* (M-101)

Tabel 45. Spesifikasi *Mixing Tank* (M-101)

RESUME M-101	
Fungsi	Mencampurkan bahan baku dan recycle sebelum masuk reaktor
Tipe	Tangki berpengaduk flat six blade open turbin dengan tutup dan alas torispherical
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Tekanan Operasi	1.08 atm
Tekanan Desain	1.30 atm
Kapasitas Tangki	2.70 m <sup>3</sup>
Temperatur	32 °C
Jumlah	1
Diameter <i>Shell</i>	0.77 m
Tinggi <i>Shell</i>	1.15 m
Tinggi <i>Head</i>	0.18 m
Tinggi Total	1.51 m
Tebal Silinder	0.01 m
Tebal <i>Head</i>	0.01 m
Jenis Pengaduk	<i>Six blade open turbin dengan baffle</i>
Diameter Pengaduk	0.26 m
Daya Motor	5.00 Hp

## 2. Reaktor (R-101)

Tabel 46. Spesifikasi Reaktor (R-101)

<b>RESUME R-101</b>	
Fungsi	Mereaksikan toluena, oksigen dan katalis untuk menjadi asam benzoat
Tipe	Reaktor gelembung berpengaduk flat six blade open turbin dengan tutup dan alas torispherical
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Tekanan Operasi	5.31 atm
Tekanan Desain	6.37 atm
Kapasitas Tangki	13.18 m <sup>3</sup>
Temperatur	177 °C
Jumlah	1
Diameter <i>Shell</i>	3.73 m
Tinggi <i>Shell</i>	5.60 m
Tinggi <i>Head</i>	0.62 m
Tinggi Total	6.85 m
Tebal Silinder	0.04 m
Tebal <i>Head</i>	0.01 m
Diameter Jaket	4.18 m
Tebal Jaket	0.02 m
Jenis Pengaduk	<i>Six blade open turbin dengan baffle</i>
Diameter Pengaduk	1.28 m
Daya Motor	9.00 Hp
Diameter <i>Hole Sparger</i>	0.01 m
Diameter <i>Sparger</i>	1.49 m
Jumlah <i>Hole</i>	11131

### 3. Dekanter (D-201)

Tabel 47. Spesifikasi Dekanter (D-101)

<b>RESUME D-201</b>	
Fungsi	Memisahkan air dan katalis sebelum menuju destilasi (MD-201)
Tipe	Vertikal dekanter
Bahan konstruksi	Carbon steel
Jumlah	1 buah
Tekanan	1 atm
Temperatur	90 °C
Volume	2.73 m <sup>3</sup>
Dimensi dekanter	
Diameter	0.77 m
Tinggi	1.89 m
Tebal <i>shell</i>	0.01 m
Tebal <i>head</i>	0.01 m
Waktu tinggal	1.08 jam
Waktu tinggal droplets	0.02 jam
Tinggi pipa fasa ringan	1.70 m
Tinggi pipa fasa berat	1.66 m
Tinggi pipa fasa interface	0.95 m
Jenis Penyangga	Skirt Support

#### 4. Destilasi (MD-201)

Tabel 48. Spesifikasi Destilasi (MD-201)

<b>RESUME MD-201</b>	
Fungsi	Memisahkan Asam Benzoat dan Benzaldehida sebagai produk bawah destilasi (MD-201)
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Sieve Tray Tower</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah plate	30 <i>stages</i>
Tekanan operasi	1 atm
Temperatur umpan	146 °C
Temperatur destilat	137 °C
Temperatur bottom	251 °C
Jumlah lubang	3138
Tinggi menara	7,91 m
Diameter menara	1,02 m
Diameter lubang	5,00 mm
Tebal plate	5,00 mm
Tebal shell	0,01 m
Tebal head	0,01 m
Tebal isolasi	0,03 m
Ukuran pipa (NPS)	
Pipa masukkan <i>feed</i>	2.00 in
Pipa keluaran destilat	2.00 in
Pipa masukan refluks	2.00 in
Pipa keluaran uap destilat	5.00 in
Pipa keluaran bawah (Lm)	2.00 in
Pipa keluaran bawah (B)	2.00 in
Pipa keluaran bawah (Vm)	8.00 in

## 5. Destilasi (MD-202)

Tabel 49. Spesifikasi Destilasi (MD-202)

<b>RESUME MD-202</b>	
Fungsi	Memisahkan Benzaldehida dari Toluena sebagai produk bawah destilasi (MD-202)
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Sieve Tray Tower</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah plate	20 <i>stages</i>
Tekanan operasi	1 atm
Temperatur umpan	115,0 °C
Temperatur destilat	111,0 °C
Temperatur bottom	179,0 °C
Jumlah lubang	2385
Tinggi menara	5,38 m
Diameter menara	0,97 m
Diameter lubang	5,00 mm
Tebal plate	5,00 mm
Tebal shell	0,010 m
Tebal head	0,006 m
Tebal isolasi	0,01 m
Ukuran pipa (NPS)	
Pipa masukan <i>feed</i>	2,00 in
Pipa keluaran destilat	2,00 in
Pipa masukan refluks	2,00 in
Pipa keluaran uap destilat	4,00 in
Pipa keluaran bawah (Lm)	2,00 in
Pipa keluaran bawah (B)	2,00 in
Pipa keluaran bawah (Vm)	5,00 in

## 6. *Mixing Tank* (MX-201)

Tabel 50. Spesifikasi *Mixing Tank* (MX-201)

<b>RESUME M-201</b>	
Fungsi	Mencampurkan bottom produk destilasi dan air sebelum masuk kristalizer
Tipe	Tangki berpengaduk flat six blade open turbin dengan tutup dan alas torispherical
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Tekanan Operasi	1.08 atm
Tekanan Desain	1.30 atm
Kapasitas Tangki	2.24 m <sup>3</sup>
Temperatur	71.41 °C
Jumlah	1
Diameter <i>Shell</i>	0.63 m
Tinggi <i>Shell</i>	0.95 m
Tinggi <i>Head</i>	0.16 m
Tinggi Total	1.27 m
Tebal Silinder	0.01 m
Tebal <i>Head</i>	0.01 m
Jenis Pengaduk	<i>Six blade open turbin dengan baffle</i>
Diameter Pengaduk	0.21 m
Daya Motor	3.00 Hp

## 7. Kristalizer (CR-201)

Tabel 51. Spesifikasi Kristalizer (CR-201)

<b>RESUME CR-201</b>	
Fungsi	Mengkristalkan asam benzoat dari pelarut air
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Continuos Stirred Tank Crstallizer</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Tekanan	1 atm
Jumlah	1 unit
Temperatur	32 °C
Volume tangki	2.13 m <sup>3</sup>
Diameter tangki	1.14 m
Tinggi <i>shell</i>	1.71 m
Tebal <i>shell</i>	0.01 m
Tinggi <i>head</i>	0.19 m
Tebal <i>head</i>	0.01 m
Tinggi total	2.09 m
Jenis pengaduk	<i>six blade open turbin</i>
Jumlah <i>baffle</i>	4 buah
Jumlah <i>blade</i>	6 buah
Diameter pengaduk	0.38 m
Lebar <i>blade</i>	0.08 m
Panjang <i>blade</i>	0.09 m
Daya pengaduk	4 Hp
Kecepatan pengaduk	232 rpm

## 8. Centrifuge (CF-201)

Tabel 52. Spesifikasi Centrifuge (CF-201)

<b>RESUME CF-201</b>	
Fungsi	Memisahkan padatan Asam Benzoat dari mother liquor
Jumlah	1 unit
Tipe	<i>Disk-Bowl Centriuge</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Tekanan	1 atm
Jumlah	1 unit
<i>Centrifugal force</i>	10400
Power motor	6.00 hp
Kapasitas maksimum	8 gal/min
Bowl diameter	0.33 m
Speed	7500 r/min

## 9. Rotary Dryer (RD-201)

Tabel 53. Spesifikasi *Rotary Dryer* (RD-201)

<b>RESUME RD-201</b>	
Fungsi	Mengurangi kadar air hingga didapatkan asam benzoat 99,8%
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Direct Contact Counter Current Rotary Dryer</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Tekanan	1 atm
Volume	2.36 m <sup>3</sup>
Diameter	1.24 m
Panjang	6.18 m
Tebal <i>shell</i>	0.01 m
Putaran	7.73 rpm
Slope	0.08 m/m
Jumlah <i>flight</i>	12 buah
Tinggi <i>flight</i>	0.12 m
Jenis <i>flight</i>	90 °lips
Sudut <i>rotary</i>	26 °



Daya	5 Hp
------	------

### 10. Rotary Cooler (RC-201)

Tabel 54. Spesifikasi *Rotary Cooler* (RC-201)

<b>RESUME RC-201</b>	
Fungsi	Mendinginkan produk keluaran rotary dryer (RD-201).
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Direct Contact Counter Current Rotary Cooler</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Tekanan	1 atm
Volume	2.46 m <sup>3</sup>
Diameter	1.25 m
Panjang	6.27 m
Tebal <i>shell</i>	0.01 m
Putaran	7.62 rpm
Slope	0.08 m/m
Jumlah <i>flight</i>	12 buah
Tinggi <i>flight</i>	0.13 m
Jenis <i>flight</i>	90 °lips
Sudut rotary	27 °
Daya	5 Hp

### 3.1.2 Alat Perpindahan Panas

#### 1. Heater (E-101)

Tabel 55. Spesifikasi Heater (E-101)

<b>RESUME E-101</b>	
Fungsi	Memanaskan udara sebelum masuk reaktor menjadi 177°C
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Data desain	
Jumlah	1 unit
Temperatur fluida panas <i>in</i>	275 °C
Temperatur fluida panas <i>out</i>	275 °C
Temperatur fluida dingin <i>in</i>	32 °C
Temperatur fluida dingin <i>out</i>	177 °C
Aliran fluida	<i>Counter-Current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
IPS	4.00 in = 0.10 m
OD	4.50 in = 0.11 m
ID	4.03 in = 0.10 m
<i>Heat transfer area</i>	80.39 ft <sup>2</sup> = 7.47 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	12.47 Btu/h.ft <sup>2</sup> .°F = 70.81 W/m <sup>2</sup> .°K
ΔP	0.001 psia = 0.01 kPa
<b><i>Inner Pipe</i></b>	
IPS	3.00 in = 0.08 m
OD	3.50 in = 0.09 m
ID	3.06 in = 0.08 m
ΔP	6.48 psi = 44.65 kPa
Panjang pipa	43.83 ft = 13.36 m

## 2. Heater (E-102)

Tabel 56. Spesifikasi Heater (E-102)

<b>RESUME E-102</b>	
Fungsi	Menaikkan suhu umpan reaktor menjadi 177°C
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Data desain	
Jumlah	1 unit
Temperatur fluida panas <i>in</i>	275 °C
Temperatur fluida panas <i>out</i>	275 °C
Temperatur fluida dingin <i>in</i>	32 °C
Temperatur fluida dingin <i>out</i>	177 °C
Aliran fluida	<i>Counter-Current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
IPS	2.00 in = 0.05 m
OD	2.38 in = 0.06 m
ID	2.07 in = 0.05 m
<i>Heat transfer area</i>	27.1 ft <sup>2</sup> = 2.51 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	31.65 Btu/h.ft <sup>2</sup> .°F = 179.7 W/m <sup>2</sup> .°K
ΔP	0.01 psia = 0.05 kPa
<b><i>Inner Pipe</i></b>	
IPS	1.25 in = 0.03 m
OD	1.66 in = 0.04 m
ID	1.38 in = 0.04 m
ΔP	0.16 psi = 1.14 kPa
Panjang pipa	31.11 ft = 9.48 m

### 3. Cooler (E-103)

Tabel 57. Spesifikasi Cooler (E-103)

<b>RESUME E-103</b>	
Fungsi	Menurunkan suhu produk bottom reaktor menjadi 90°C
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Data desain	
Jumlah	1 unit
Temperatur fluida panas <i>in</i>	30 °C
Temperatur fluida panas <i>out</i>	50 °C
Temperatur fluida dingin <i>in</i>	177 °C
Temperatur fluida dingin <i>out</i>	90 °C
Aliran fluida	<i>Counter-Current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
IPS	3.00 in = 0.08 m
OD	3.50 in = 0.09 m
ID	3.07 in = 0.08 m
<i>Heat transfer area</i>	40.5 ft <sup>2</sup> = 3.76 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	53.87 Btu/h.ft <sup>2</sup> .°F = 305.9 W/m <sup>2</sup> .°K
ΔP	0.12 psia = 0.83 kPa
<b><i>Inner Pipe</i></b>	
IPS	2.00 in = 0.05 m
OD	2.38 in = 0.06 m
ID	2.07 in = 0.05 m
ΔP	0.15 psi = 1.01 kPa
Panjang pipa	32.52 ft = 9.91 m

#### 4. Heater (E-104)

Tabel 58. Spesifikasi Heater (E-104)

<b>RESUME E-104</b>	
Fungsi	Memanaskan umpan destilasi (MD-201) menjadi 146°C
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Data desain	
Jumlah	1 unit
Temperatur fluida panas <i>in</i>	275 °C
Temperatur fluida panas <i>out</i>	275 °C
Temperatur fluida dingin <i>in</i>	90 °C
Temperatur fluida dingin <i>out</i>	146 °C
Aliran fluida	<i>Counter-Current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
IPS	2.00 in = 0.05 m
OD	2.38 in = 0.06 m
ID	2.07 in = 0.05 m
<i>Heat transfer area</i>	44.4 ft <sup>2</sup> = 4.13 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	16.19 Btu/h.ft <sup>2</sup> .°F = 91.91 W/m <sup>2</sup> .°K
ΔP	0.01 psia = 0.05 kPa
<b><i>Inner Pipe</i></b>	
IPS	1.25 in = 0.03 m
OD	1.66 in = 0.04 m
ID	1.38 in = 0.04 m
ΔP	0.39 psi = 2.66 kPa
Panjang pipa	51.06 ft = 15.56 m

### 5. Cooler (E-201)

Tabel 59. Spesifikasi Cooler (E-201)

<b>RESUME E-201</b>	
Fungsi	Menurunkan suhu keluaran kondensator CD-201
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Data desain	
Jumlah	1 unit
Temperatur fluida panas <i>in</i>	30 °C
Temperatur fluida panas <i>out</i>	50 °C
Temperatur fluida dingin <i>in</i>	137 °C
Temperatur fluida dingin <i>out</i>	116 °C
Aliran fluida	<i>Counter-Current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
IPS	2.00 in = 0.05 m
OD	2.38 in = 0.06 m
ID	2.07 in = 0.05 m
<i>Heat transfer area</i>	50.1 ft <sup>2</sup> = 4.65 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	63.43 Btu/h.ft <sup>2</sup> .°F = 360.2 W/m <sup>2</sup> .°K
ΔP	0.23 psia = 1.60 kPa
<b><i>Inner Pipe</i></b>	
IPS	1.25 in = 0.03 m
OD	1.66 in = 0.04 m
ID	1.38 in = 0.04 m
ΔP	3.86 psi = 26.61 kPa
Panjang pipa	57.56 ft = 17.55 m

## 6. Cooler (E-202)

Tabel 60. Spesifikasi Cooler (E-202)

<b>RESUME E-202</b>	
Fungsi	Menurunkan suhu bottom destilasi (MD-201) menjadi 120°C
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Data desain	
Jumlah	1 unit
Temperatur fluida panas <i>in</i>	30 °C
Temperatur fluida panas <i>out</i>	50 °C
Temperatur fluida dingin <i>in</i>	251 °C
Temperatur fluida dingin <i>out</i>	120 °C
Aliran fluida	<i>Counter-Current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
IPS	3.00 in = 0.08 m
OD	3.50 in = 0.09 m
ID	3.07 in = 0.08 m
<i>Heat transfer area</i>	30.9 ft <sup>2</sup> = 2.87 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	39.77 Btu/h.ft <sup>2</sup> .°F = 225.8 W/m <sup>2</sup> .°K
ΔP	0.03 psia = 0.18 kPa
<b><i>Inner Pipe</i></b>	
IPS	2.00 in = 0.05 m
OD	2.38 in = 0.06 m
ID	2.07 in = 0.05 m
ΔP	0.07 psi = 0.50 kPa
Panjang pipa	24.86 ft = 7.58 m

### 7. Cooler (E-203)

Tabel 61. Spesifikasi Cooler (E-203)

<b>RESUME E-203</b>	
Fungsi	Menurunkan suhu bottom destilasi (MD-202) menjadi 37°C
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Data desain	
Jumlah	1 unit
Temperatur fluida panas <i>in</i>	30 °C
Temperatur fluida panas <i>out</i>	50 °C
Temperatur fluida dingin <i>in</i>	179 °C
Temperatur fluida dingin <i>out</i>	37 °C
Aliran fluida	<i>Counter-Current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
IPS	2.00 in = 0.05 m
OD	2.38 in = 0.06 m
ID	2.07 in = 0.05 m
<i>Heat transfer area</i>	50.3 ft <sup>2</sup> = 4.67 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	5.96 Btu/h.ft <sup>2</sup> .°F = 33.8 W/m <sup>2</sup> .°K
ΔP	0.016 psia = 0.11 kPa
<b><i>Inner Pipe</i></b>	
IPS	1.25 in = 0.03 m
OD	1.66 in = 0.04 m
ID	1.38 in = 0.04 m
ΔP	0.025 psi = 0.17 kPa
Panjang pipa	57.77 ft = 17.61 m



### 8. Heater (E-204)

Tabel 62. Spesifikasi Heater (E-204)

<b>RESUME E-204</b>	
Fungsi	Memanaskan suhu udara menjadi 130°C
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Data desain	
Jumlah	1 unit
Temperatur fluida panas <i>in</i>	275 °C
Temperatur fluida panas <i>out</i>	275 °C
Temperatur fluida dingin <i>in</i>	32 °C
Temperatur fluida dingin <i>out</i>	130 °C
Aliran fluida	<i>Counter-Current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
IPS	4.00 in = 0.10 m
OD	4.50 in = 0.11 m
ID	4.03 in = 0.10 m
<i>Heat transfer area</i>	74.6 ft <sup>2</sup> = 6.93 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	10.08 Btu/h.ft <sup>2</sup> .°F = 57.23 W/m <sup>2</sup> .°K
ΔP	0.00 psi = 0.00 kPa
<b><i>Inner Pipe</i></b>	
IPS	3.00 in = 0.08 m
OD	3.50 in = 0.09 m
ID	3.06 in = 0.08 m
ΔP	6.95 psi = 47.93 kPa
Panjang pipa	40.68 ft = 12.40 m

### 9. Cooler (E-205)

Tabel 63. Spesifikasi Cooler (E-205)

<b>RESUME E-205</b>	
Fungsi	Menurunkan suhu keluaran toluena recycle tank
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Data desain	
Jumlah	1 unit
Temperatur fluida panas <i>in</i>	30 °C
Temperatur fluida panas <i>out</i>	50 °C
Temperatur fluida dingin <i>in</i>	111 °C
Temperatur fluida dingin <i>out</i>	32 °C
Aliran fluida	<i>Counter-Current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
IPS	3.00 in = 0.08 m
OD	3.50 in = 0.09 m
ID	3.07 in = 0.08 m
<i>Heat transfer area</i>	74.6 ft <sup>2</sup> = 6.93 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	25.49 Btu/h.ft <sup>2</sup> .°F = 144.7 W/m <sup>2</sup> .°K
ΔP	0.04 psi = 0.31 kPa
<b><i>Inner Pipe</i></b>	
IPS	2.00 in = 0.05 m
OD	2.38 in = 0.06 m
ID	2.07 in = 0.05 m
ΔP	0.04 psi = 0.31 kPa
Panjang pipa	59.99 ft = 18.28 m

## 10. Kondensor (CD-101)

Tabel 64. Spesifikasi Kondensor (CD-101)

<b>RESUME CD-101</b>	
Fungsi	Memisahkan gas terkondensasi dan tidak terkondensasi produk top reaktor
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Data desain	
Jumlah	1 unit
Temperatur fluida panas <i>in</i>	30 °C
Temperatur fluida panas <i>out</i>	50 °C
Temperatur fluida dingin <i>in</i>	177 °C
Temperatur fluida dingin <i>out</i>	137 °C
Aliran fluida	<i>Counter-Current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
IPS	4.00 in = 0.10 m
OD	4.50 in = 0.11 m
ID	4.03 in = 0.10 m
<i>Heat transfer area</i>	26.7 ft <sup>2</sup> = 2.48 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	38.88 Btu/h.ft <sup>2</sup> .°F = 220.8 W/m <sup>2</sup> .°K
ΔP	0.03 psia = 0.23 kPa
<b><i>Inner Pipe</i></b>	
IPS	3.00 in = 0.08 m
OD	3.50 in = 0.09 m
ID	3.07 in = 0.08 m
ΔP	1.04 psi = 7.20 kPa
Panjang pipa	14.55 ft = 4.44 m

## 11. Kondensor (CD-201)

Tabel 65. Spesifikasi Kondensor (CD-201)

<b>RESUME CD-201</b>	
Fungsi	Mengkondensasikan produk atas menara destilasi (MD-201)
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Data desain	
Jumlah	1 unit
Temperatur fluida panas <i>in</i>	30 °C
Temperatur fluida panas <i>out</i>	50 °C
Temperatur fluida dingin <i>in</i>	137 °C
Temperatur fluida dingin <i>out</i>	137 °C
Aliran fluida	<i>Counter-Current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
IPS	4.00 in = 0.10 m
OD	4.50 in = 0.11 m
ID	4.03 in = 0.10 m
<i>Heat transfer area</i>	76.2 ft <sup>2</sup> = 7.08 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	37.82 Btu/h.ft <sup>2</sup> .°F = 214.8 W/m <sup>2</sup> .°K
ΔP	0.01 psi = 0.08 kPa
<b><i>Inner Pipe</i></b>	
IPS	3.00 in = 0.08 m
OD	3.50 in = 0.09 m
ID	3.07 in = 0.08 m
ΔP	4.10 psia = 28.30 kPa
Panjang pipa	41.56 ft = 12.67 m

## 12. Kondensor (CD-202)

Tabel 66. Spesifikasi Kondensor (CD-202)

<b>RESUME CD-202</b>	
Fungsi	Mengkondensasikan top produk menara destilasi (MD-202)
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Data desain	
Jumlah	1 unit
Temperatur fluida panas <i>in</i>	30 °C
Temperatur fluida panas <i>out</i>	50 °C
Temperatur fluida dingin <i>in</i>	116 °C
Temperatur fluida dingin <i>out</i>	111 °C
Aliran fluida	<i>Counter-Current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
IPS	2.50 in = 0.06 m
OD	2.88 in = 0.07 m
ID	2.47 in = 0.06 m
<i>Heat transfer area</i>	47.9 ft <sup>2</sup> = 4.45 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	38.90 Btu/h.ft <sup>2</sup> .°F = 220.9 W/m <sup>2</sup> .°K
ΔP	0.54 psi = 3.71 kPa
<b><i>Inner Pipe</i></b>	
IPS	1.25 in = 0.03 m
OD	1.66 in = 0.04 m
ID	1.38 in = 0.04 m
ΔP	1.74 psia = 12.02 kPa
Panjang pipa	55.01 ft = 16.77 m

### 13. Reboiler (RB-201)

Tabel 67. Spesifikasi Reboiler (RB-201)

<b>RESUME RB-201</b>	
Fungsi	Memanaskan fluida area bottom menara destilasi (MD-201)
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Data desain	
Jumlah	1 unit
Temperatur fluida panas <i>in</i>	275 °C
Temperatur fluida panas <i>out</i>	275 °C
Temperatur fluida dingin <i>in</i>	146 °C
Temperatur fluida dingin <i>out</i>	251 °C
Aliran fluida	<i>Counter-Current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
IPS	2.00 in = 0.05 m
OD	2.38 in = 0.06 m
ID	2.07 in = 0.05 m
<i>Heat transfer area</i>	167.2 ft <sup>2</sup> = 15.53 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	34.45 Btu/h.ft <sup>2</sup> .°F = 195.6 W/m <sup>2</sup> .°K
ΔP	0.20 psia = 1.37 kPa
<b><i>Inner Pipe</i></b>	
IPS	1.25 in = 0.03 m
OD	1.66 in = 0.04 m
ID	1.38 in = 0.04 m
ΔP	0.57 psi = 3.93 kPa
Panjang pipa	128.1 ft = 39.05 m

## 12. Reboiler (RB-202)

Tabel 68. Spesifikasi Reboiler (RB-202)

<b>RESUME RB-202</b>	
Fungsi	Memanaskan fluida area bottom menara destilasi (MD-202)
Jumlah	1 buah
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Data desain	
Jumlah	1 unit
Temperatur fluida panas <i>in</i>	275 °C
Temperatur fluida panas <i>out</i>	275 °C
Temperatur fluida dingin <i>in</i>	116 °C
Temperatur fluida dingin <i>out</i>	179 °C
Aliran fluida	<i>Counter-Current</i>
<b><i>Annulus</i></b>	
IPS	2.00 in = 0.05 m
OD	2.38 in = 0.06 m
ID	2.07 in = 0.05 m
<i>Heat transfer area</i>	17.5 ft <sup>2</sup> = 1.63 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coefficient</i>	69.71 Btu/h.ft <sup>2</sup> .°F = 395.8 W/m <sup>2</sup> .°K
ΔP	0.01 psia = 0.04 kPa
<b><i>Inner Pipe</i></b>	
IPS	1.25 in = 0.03 m
OD	1.66 in = 0.04 m
ID	1.38 in = 0.04 m
ΔP	0.02 psi = 0.12 kPa
Panjang pipa	20.2 ft = 6.15 m

### 3.1.3 Alat Penyimpanan

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

Tabel 69. Spesifikasi Tangki (T-101)

<b>RESUME T-101</b>	
Fungsi	Menyimpan bahan baku toluena
Tipe	Silinder vertikal dengan alas datar dan tutup torispherical
Temperatur	32 C
Tekanan	1 atm
Jumlah	5 buah
Kapasitas	106 m <sup>3</sup>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Diameter	4.48 m
Tinggi	9.24 m
Tebal <i>shell</i>	0.02 m
Tebal tutup	0.02 m

#### 2. Gudang Katalis (G-101)

Tabel 70. Spesifikasi Tangki (G-101)

<b>RESUME G-101</b>	
Fungsi	Menyimpan bahan baku katalis cobalt asetat
Tipe	Gudang persegi empat tegak, lantai rata dan atap runcing
Temperatur	32 C
Tekanan	1 atm
Jumlah	1 buah
Kapasitas	1.93 m <sup>3</sup>
Bahan	Beton
Panjang	1.93 m
Tinggi	2.00 m
Lebar	1.00 m



### 3. Tangki Benzaldehida (T-201)

Tabel 71. Spesifikasi Tangki (T-201)

<b>RESUME T-201</b>	
Fungsi	Menyimpan produk samping benzaldehida
Tipe	Silinder vertikal dengan alas datar dan tutup torispherical
Temperatur	32 C
Tekanan	1 atm
Jumlah	3 buah
Kapasitas	63.8 m <sup>3</sup>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Diameter	2.62 m
Tinggi	5.26 m
Tebal <i>shell</i>	0.01 m
Tebal tutup	0.02 m

### 4. Silo Asam Benzoat (T-202)

Tabel 72. Spesifikasi Tangki (T-202)

<b>RESUME T-202</b>	
Fungsi	Menyimpan produk utama asam benzoat selama 1 hari
Tipe	Silinder tegak dengan tutup bawah bentuk konikal bersudut 30°
Temperatur	32 C
Tekanan	1 atm
Jumlah	1 buah
Kapasitas	31.1 m <sup>3</sup>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Diameter	3.05 m
Tinggi total	1.98 m
Tinggi <i>shell</i>	1.32 m
Tebal <i>shell</i>	0.01 m
Tinggi konis	0.66 m
Tebal konis	0.01 m

## 5. Gudang Penyimpanan Produk Utama (G-202)

Tabel 73. Spesifikasi Tangki (G-202)

<b>RESUME G-201</b>	
Fungsi	Menyimpan produk asam benzoat selama 30 hari
Tipe	Gudang persegi empat tegak, lantai rata dan atap runcing
Temperatur	32 C
Tekanan	1 atm
Jumlah	3 buah
Kapasitas	213.3 m <sup>3</sup>
Bahan	Beton
Panjang	6.66 m
Tinggi	8.00 m
Lebar	8.00 m

## 6. Tangki *Recycle* Toluena (V-201)

Tabel 74. Spesifikasi Tangki *Recycle* Toluena (V-201)

<b>RESUME V-201</b>	
Kode	V-201
Fungsi	Menyimpan sementara toluena hasil recycle
Tipe	Tangki horizontal dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	1 unit
Volume tangki	1.17 m <sup>3</sup> /unit
Dimensi tangki	
Diameter tangki	0.93 m
Tinggi <i>shell</i>	1.40 m
Tebal <i>shell</i>	0.01 m
Tinggi <i>head</i>	0.23 m
Tebal <i>head</i>	0.01 m
Tinggi total	1.87 m
Tekanan design	44.70 psia

## 7. Tangki Akumulator (V-202)

Tabel 75. Spesifikasi Tangki Akumulator (V-202)

<b>RESUME V-202</b>	
Kode	V-202
Fungsi	Menyimpan sementara produk atas menara destilasi MD-201
Tipe	Tangki horizontal dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	1 unit
Volume tangki	0.04 m <sup>3</sup> /unit
Dimensi tangki	
Diameter tangki	0.30 m
Tinggi <i>shell</i>	0.46 m
Tebal <i>shell</i>	0.00 m
Tinggi <i>head</i>	0.08 m
Tebal <i>head</i>	0.00 m
Tinggi total	0.62 m
Tekanan design	44.70 psia

## 8. Tangki Akumulator (V-203)

Tabel 76. Spesifikasi Tangki Akumulator (V-203)

<b>RESUME V-203</b>	
Kode	V-203
Fungsi	Menyimpan sementara produk atas menara destilasi MD-101
Tipe	Tangki horizontal dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	1 unit
Volume tangki	0.04 m <sup>3</sup> /unit
Dimensi tangki	
Diameter tangki	0.30 m
Tinggi <i>shell</i>	0.44 m
Tebal <i>shell</i>	0.00 m
Tinggi <i>head</i>	0.07 m
Tebal <i>head</i>	0.00 m
Tinggi total	0.59 m
Tekanan design	44.70 psia

### 3.1.4 Alat Transportasi

#### 1. Pompa (J-101)

Tabel 77. Spesifikasi Pompa (J-101)

RESUME J-101		
Kode	J-101 A/B	
Fungsi	Alat transportasi fluida dari tangki toluen menuju mixer	
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan	
Jenis	Sentrifugal	
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>	
Kapasitas pompa	0.0003	m <sup>3</sup> /s
Power pompa	1.00	Hp
Power motor	2.00	Hp
NPSH <sub>A</sub>	13.26	m
NPSH <sub>R</sub>	0.32	m
Ukuran pipa		
NPS	0.01	m
<i>Schedule Number</i>	40	
Diameter Luar Pipa	0.02	m
Diameter Dalam Pipa	0.02	m
Luas Penampang	0.0002	m <sup>2</sup>

## 2. Pompa (J-102)

Tabel 78. Spesifikasi Pompa (J-102)

RESUME J-102		
Kode	J-102 A/B	
Fungsi	Alat transportasi fluida dari tangki mixing menuju reaktor	
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan	
Jenis	Sentrifugal	
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>	
Kapasitas pompa	0.001	m <sup>3</sup> /s
Power pompa	2.00	Hp
Power motor	3.00	Hp
NPSH <sub>A</sub>	8.17	m
NPSH <sub>R</sub>	0.49	m
Ukuran pipa		
NPS	0.02	m
<i>Schedule Number</i>	40	
Diameter Luar Pipa	0.03	m
Diameter Dalam Pipa	0.02	m
Luas Penampang	0.0003	m <sup>2</sup>

### 3. Pompa (J-103)

Tabel 79. Spesifikasi Pompa (J-103)

<b>RESUME J-103</b>		
Kode	J-103 A/B	
Fungsi	Alat transportasi fluida dari reaktor menuju dekanter	
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan	
Jenis	Sentrifugal	
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>	
Kapasitas pompa	0.001	m <sup>3</sup> /s
Power pompa	1.00	Hp
Power motor	2.00	Hp
NPSH <sub>A</sub>	13.15	m
NPSH <sub>R</sub>	0.51	m
Ukuran pipa		
NPS	0.02	m
<i>Schedule Number</i>	40	
Diameter Luar Pipa	0.03	m
Diameter Dalam Pipa	0.02	m
Luas Penampang	0.0003	m <sup>2</sup>

#### 4. Pompa (J-105)

Tabel 80. Spesifikasi Pompa (J-105)

<b>RESUME J-105</b>		
Kode	J-104 A/B	
Fungsi	Alat transportasi fluida dari dekanter menuju destilasi (MD-201)	
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan	
Jenis	Sentrifugal	
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>	
Kapasitas pompa	0.001	m <sup>3</sup> /s
Power pompa	2.00	Hp
Power motor	3.00	Hp
NPSH <sub>A</sub>	8.77	m
NPSH <sub>R</sub>	0.46	m
Ukuran pipa		
NPS	0.02	m
<i>Schedule Number</i>	40	
Diameter Luar Pipa	0.03	m
Diameter Dalam Pipa	0.02	m
Luas Penampang	0.0003	m <sup>2</sup>

## 5. Pompa (J-201)

Tabel 81. Spesifikasi Pompa (J-201)

RESUME J-201		
Kode	J-201 A/B	
Fungsi	Alat transportasi fluida dari utilitas menuju mixer	
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan	
Jenis	Sentrifugal	
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>	
Kapasitas pompa	0.0002	m <sup>3</sup> /s
Power pompa	1.00	Hp
Power motor	2.00	Hp
NPSH <sub>A</sub>	13.95	m
NPSH <sub>R</sub>	0.21	m
Ukuran pipa		
NPS	0.01	m
<i>Schedule Number</i>	40	
Diameter Luar Pipa	0.02	m
Diameter Dalam Pipa	0.02	m
Luas Penampang	0.0002	m <sup>2</sup>



## 6. Pompa (J-202)

Tabel 82. Spesifikasi Pompa (J-202)

RESUME J-202		
Kode	J-202 A/B	
Fungsi	Alat transportasi fluida dari bottom destilasi menuju reboiler	
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan	
Jenis	Sentrifugal	
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>	
Kapasitas pompa	0.0004	m <sup>3</sup> /s
Power pompa	1.00	Hp
Power motor	2.00	Hp
NPSH <sub>A</sub>	10.68	m
NPSH <sub>R</sub>	0.33	m
Ukuran pipa		
NPS	0.02	m
<i>Schedule Number</i>	40	
Diameter Luar Pipa	0.03	m
Diameter Dalam Pipa	0.02	m
Luas Penampang	0.0003	m <sup>2</sup>

## 7. Pompa (J-204)

Tabel 83. Spesifikasi Pompa (J-204)

RESUME J-204		
Kode	J-204 A/B	
Fungsi	Alat transportasi fluida dari akumulator menuju destilasi (MD-202)	
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan	
Jenis	Sentrifugal	
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>	
Kapasitas pompa	0.0001	m <sup>3</sup> /s
Power pompa	1.00	Hp
Power motor	2.00	Hp
NPSH <sub>A</sub>	3.04	m
NPSH <sub>R</sub>	0.29	m
Ukuran pipa		
NPS	0.01	m
<i>Schedule Number</i>	40	
Diameter Luar Pipa	0.02	m
Diameter Dalam Pipa	0.02	m
Luas Penampang	0.0002	m <sup>2</sup>

## 8. Pompa (J-205)

Tabel 84. Spesifikasi Pompa (J-205)

<b>RESUME J-205</b>	
Kode	J-205 A/B
Fungsi	Alat transportasi fluida dari reboiler menuju mixer
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan
Jenis	Sentrifugal
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas pompa	0.0004 m <sup>3</sup> /s
Power pompa	1.00 Hp
Power motor	2.00 Hp
NPSH <sub>A</sub>	5.65 m
NPSH <sub>R</sub>	0.16 m
Ukuran pipa	
NPS	0.02 m
<i>Schedule Number</i>	40
Diameter Luar Pipa	0.03 m
Diameter Dalam Pipa	0.02 m
Luas Penampang	0.0003 m <sup>2</sup>

## 9. Pompa (J-206)

Tabel 85. Spesifikasi Pompa (J-206)

<b>RESUME J-206</b>	
Kode	J-206 A/B
Fungsi	Alat transportasi fluida dari mixer menuju kristalizer
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan
Jenis	Sentrifugal
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas pompa	0.0005 m <sup>3</sup> /s
Power pompa	1.00 Hp
Power motor	2.00 Hp
NPSH <sub>A</sub>	3.23 m
NPSH <sub>R</sub>	0.41 m
Ukuran pipa	
NPS	0.02 m
<i>Schedule Number</i>	40
Diameter Luar Pipa	0.03 m
Diameter Dalam Pipa	0.02 m
Luas Penampang	0.0003 m <sup>2</sup>

## 10. Pompa (J-207)

Tabel 86. Spesifikasi Pompa (J-207)

RESUME J-207		
Kode	J-207 A/B	
Fungsi	Alat transportasi fluida dari destilasi MD-202 menuju reboiler	
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan	
Jenis	Sentrifugal	
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>	
Kapasitas pompa	0.0003	m <sup>3</sup> /s
Power pompa	1.00	Hp
Power motor	2.00	Hp
NPSH <sub>A</sub>	7.27	m
NPSH <sub>R</sub>	0.31	m
Ukuran pipa		
NPS	0.02	m
<i>Schedule Number</i>	40	
Diameter Luar Pipa	0.03	m
Diameter Dalam Pipa	0.02	m
Luas Penampang	0.0003	m <sup>2</sup>

## 11. Pompa (J-209)

Tabel 87. Spesifikasi Pompa (J-209)

<b>RESUME J-209</b>	
Kode	J-209 A/B
Fungsi	Alat transportasi fluida dari akumulator menuju recycle tank
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan
Jenis	Sentrifugal
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas pompa	0.0003 m <sup>3</sup> /s
Power pompa	1.00 Hp
Power motor	2.00 Hp
NPSH <sub>A</sub>	5.22 m
NPSH <sub>R</sub>	0.26 m
Ukuran pipa	
NPS	0.01 m
<i>Schedule Number</i>	40
Diameter Luar Pipa	0.02 m
Diameter Dalam Pipa	0.02 m
Luas Penampang	0.0002 m <sup>2</sup>

## 12. Pompa (J-210)

Tabel 88. Spesifikasi Pompa (J-210)

<b>RESUME J-210</b>	
Kode	J-210 A/B
Fungsi	Alat transportasi fluida dari reboiler menuju T-201
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan
Jenis	Sentrifugal
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas pompa	0.00005 m <sup>3</sup> /s
Power pompa	1.00 Hp
Power motor	2.00 Hp
NPSH <sub>A</sub>	4.11 m
NPSH <sub>R</sub>	0.09 m
Ukuran pipa	
NPS	0.01 m
<i>Schedule Number</i>	40
Diameter Luar Pipa	0.01 m
Diameter Dalam Pipa	0.01 m
Luas Penampang	0.0001 m <sup>2</sup>

### 13. Pompa (J-104)

Tabel 89. Spesifikasi Pompa (J-104)

<b>RESUME J-104</b>	
Kode	J-104 A/B
Fungsi	Alat transportasi fluida dari recycle tank menuju mixing tank
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan
Jenis	Sentrifugal
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas pompa	0.0003 m <sup>3</sup> /s
Power pompa	1.00 Hp
Power motor	2.00 Hp
NPSH <sub>A</sub>	4.14 m
NPSH <sub>R</sub>	0.28 m
Ukuran pipa	
NPS	0.01 m
<i>Schedule Number</i>	40
Diameter Luar Pipa	0.02 m
Diameter Dalam Pipa	0.02 m
Luas Penampang	0.0002 m <sup>2</sup>



#### 14. Kompresor (CP-101)

Tabel 90. Spesifikasi Kompresor (CP-101)

<b>RESUME CP-101</b>		
Fungsi	Menaikkan tekanan udara dari 1 atm menjadi 5 atm	
Jenis	<i>Centrifugal Compressor</i>	
Jumlah <i>stage</i>	2	<i>stage</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>	
Temperatur masuk	32	°C
Temperatur keluar	187	°C
Tekanan Masuk	1.03	kg/cm <sup>2</sup>
Tekanan Keluar	5.17	kg/cm <sup>2</sup>
Laju alir	2300.26	kg/ja m
Efisiensi	66%	
Daya <i>stage</i> 1	4.96	Hp
Daya <i>stage</i> 2	5.33	Hp
Total Daya	10.29	Hp

#### 15. Blower (BL-101)

Tabel 91. Spesifikasi Blower (BL-101)

<b>RESUME BL-101</b>		
Nama	Blower	
Kode	BL-101 A/B	
Jenis	<i>Centrifugal blower</i>	
Fungsi	Alat transportasi udara menuju kompresor sebelum ke reaktor	
Bahan	<i>Carbon steel SA 283 grade C</i>	
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan	
Laju Alir Udara	2300.26	kg/jam
Power	3	hp

### 16. Blower (BL-102)

Tabel 92. Spesifikasi Blower (BL-102)

<b>RESUME BL-102</b>	
Nama	Blower
Kode	BL-102 A/B
Jenis	<i>Centrifugal blower</i>
Fungsi	Alat transportasi udara menuju heater sebelum ke rotary dryer
Bahan	<i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan
Laju Alir Udara	2977.20 kg/jam
Power	3 hp

### 17. Blower (BL-103)

Tabel 93. Spesifikasi Blower (BL-103)

<b>RESUME (BL-103)</b>	
Nama	Blower
Kode	BL-103 A/B
Jenis	<i>Centrifugal blower</i>
Fungsi	Alat transportasi udara menuju ke rotary cooler
Bahan	<i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	1 Unit Operasi + 1 Unit Cadangan
Laju Alir Udara	7460.02 kg/jam
Power	9 hp

### 18. Screw Konveyor (C-101)

Tabel 3.42 Spesifikasi Screw Konveyor (C-101)

<b>RESUME C-101</b>	
Nama	<i>Screw Conveyor</i>
Fungsi	Memindahkan katalis dari gudang penyimpanan menuju tangki mixing M-101
Jumlah	1 unit
Panjang <i>Conveyor</i>	8.00 m

Diameter <i>Conveyor</i>	0.15 m
Tinggi <i>Conveyor</i>	2.00 m
Kecepatan Putaran	10 rpm
Daya	2.00 hp

### 18. *Bucket Elevator* (C-102)

Tabel 94. Spesifikasi *Bucket Elevator* (C-102)

RESUME C-102	
Nama	<i>Bucket Elevator</i>
Kode	C-102
Fungsi	Memindahkan katalis dari gudang penyimpanan menuju tangki mixing M-101
Jumlah	1 Unit
Dimensi <i>Bucket</i>	
Ukuran <i>Bucket</i>	152 x 102 x 108 mm
Jarak antar <i>Bucket</i>	305 mm
Tinggi <i>Bucket</i>	1.51 m
<i>Bucket Speed</i>	0.07 ft/min
Putaran Poros	43.00 rpm
Lebar <i>Belt</i>	0.18 m
Power	2.00 hp

### 19. *Screw Konveyor* (C-201)

Tabel 95. Spesifikasi *Screw Konveyor* (C-201)

RESUME C-201	
Nama	<i>Screw Conveyor</i>
Fungsi	Memindahkan asam benzoat dari kristalizer menuju centrifuge
Jumlah	1 unit
Panjang <i>Conveyor</i>	8.00 m
Diameter <i>Conveyor</i>	0.15 m
Tinggi <i>Conveyor</i>	2.00 m
Kecepatan Putaran	55 rpm
Daya	4.00 hp

## 20. *Screw Konveyor (C-202)*

Tabel 96. Spesifikasi *Screw Konveyor (C-202)*

<b>RESUME C-202</b>	
Nama	<i>Screw Conveyor</i>
Fungsi	Memindahkan asam benzoat dari <i>rotary dryer</i> menuju <i>rotary cooler</i>
Jumlah	1 unit
Panjang <i>Conveyor</i>	8.00 m
Diameter <i>Conveyor</i>	0.15 m
Tinggi <i>Conveyor</i>	2.00 m
Kecepatan Putaran	55 rpm
Daya	3.00 hp

## 21. *Screw Konveyor (C-203)*

Tabel 97. Spesifikasi *Screw Konveyor (C-203)*

<b>RESUME C-203</b>	
Nama	<i>Screw Conveyor</i>
Fungsi	Memindahkan asam benzoat dari <i>rotary dryer</i> menuju <i>rotary cooler</i>
Jumlah	1 unit
Panjang <i>Conveyor</i>	8.00 m
Diameter <i>Conveyor</i>	0.15 m
Tinggi <i>Conveyor</i>	2.00 m
Kecepatan Putaran	55 rpm
Daya	3.00 hp

## 22. *Bucket Elevator* (C-204)

Tabel 98. Spesifikasi *Bucket Elevator* (C-204)

RESUME C-204	
Nama	<i>Bucket Elevator</i>
Kode	C-204
Fungsi	Memindahkan asam benzoat dari <i>rotary cooler</i> menuju tangki silo
Jumlah	1 Unit
Dimensi <i>Bucket</i>	
Ukuran <i>Bucket</i>	152 x 102 x 108 mm
Jarak antar <i>Bucket</i>	305 mm
Tinggi <i>Bucket</i>	1.98 m
<i>Bucket Speed</i>	24.35 ft/min
Putaran Poros	43.00 rpm
Lebar <i>Belt</i>	0.18 m
<i>Power</i>	2.00 hp

### 3.2 Instrumentasi

Pabrik asam benzoat dari toluena dan udara menggunakan proses oksidasi terdiri atas beberapa unit proses, antara lain *mixing tank*, reaktor, dekanter, destilasi, *kristalizer*, *centrifuge*, *rotary dryer*, *rotary cooler*, penukar panas, pompa, kompresor, konveyor dan *bucket elevator* yang satu sama lain saling terintegrasi. Peralatan tersebut harus dilengkapi dengan alat pengendali supaya proses dapat dipantau dan dikendalikan. Setiap proses dilengkapi dengan sistem pengendali untuk menjaga proses dalam pabrik agar terus beroperasi secara optimal sesuai dengan perhitungan dan perencanaan, teknis umum, kondisi ekonomi sosial, sehingga dapat menghasilkan produk sesuai dengan kualitas dan kapasitas yang diharapkan. Hal ini tentu saja menjaga efisiensi biaya operasi dalam pabrik. Pengendalian bertujuan juga untuk meredam pengaruh gangguan dari eksternal (*disturbance*) sehingga proses tetap stabil dan menjaga peralatan yang digunakan agar tidak cepat rusak. Maka diperlukan instrumen pada unit proses yang digunakan antara lain:

1. *Level Controller* (LC)
2. *Flow Controller* (FC)
3. *Temperatur Control* (TC)
4. *Pressure Control* (PC)
5. *pH Control* (pHC)

Instrumentasi yang digunakan pada pabrik asam benzoat dari oksidasi toluena dan udara ini antara lain alat ukur (*sensor*) dan penampilan (*indicator*), pengontrol (*controller*), pemberitahuan (*alarm*) dan perekaman (*recorder*). Variabel-variabel yang diukur adalah temperatur, laju alir, tekanan, dan ketinggian permukaan cairan.

### 3.2.1 Instrumen Pengukuran

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

- **Tekanan**

Peralatan untuk mengukur tekanan fluida adalah kombinasi silikon oil dalam membran/plat tipis dengan pengukur kuat arus listrik serta *pressure gauge* maupun *electric strain gauge*. Prinsipnya adalah perubahan kuat arus listrik akibat perubahan tekanan. Instrumen ini digunakan antara lain untuk mengukur tekanan pada reaktor, dan tekanan keluaran kompresor.

- **Temperatur**

Peralatan untuk mengukur temperatur adalah *thermocouple*. Instrumen ini digunakan antara lain dalam pengukuran temperatur dalam reaktor, *heat exchanger*, dan *crystallizer*.

- **Laju Alir**

Peralatan yang digunakan untuk mengukur laju alir fluida adalah *venturimeter*. Instrumen ini digunakan antara lain dalam pengukuran laju alir zat masukan reaktor.

- **Permukaan Cairan**

Peralatan untuk mengukur level permukaan cairan adalah pelampung dan lengan gaya. Prinsipnya adalah perubahan gaya apung yang dialami pelampung akibat perubahan level 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 cairan. Penggunaannya adalah untuk mengukur level permukaan fluida seperti pada tangki penampungan.

### 3.2.2 Pemilihan Konfigurasi Pengendali

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* 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.

#### 2. *Feedback Control Configuration*

Konfigurasi ini bertujuan untuk mempertahankan variabel yang dikendalikan pada nilai yang diinginkan (*set point*). Sebagian instrumentasi pada proses produksi menggunakan konfigurasi pengendalian *feedback*, mulai dari pengendalian temperatur, pengendalian ketinggian, dan pengendalian tekanan.

#### 3. *Inferential Control Configuration*

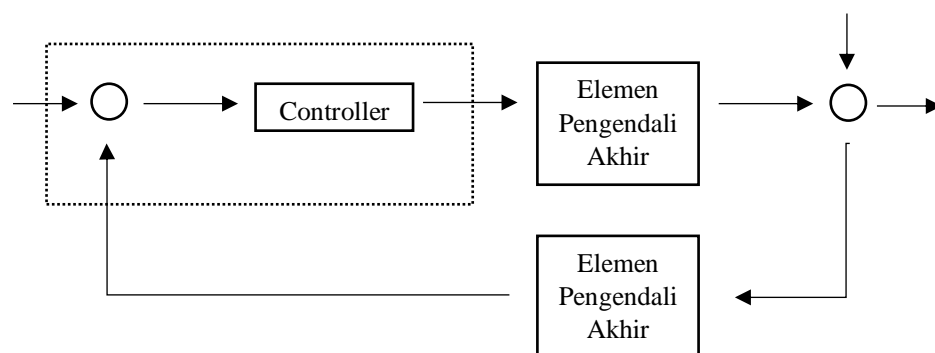
Konfigurasi sistem pengendali inferential memanfaatkan data hasil pengukuran output sekunder (*secondary measurement*) untuk mengatur harga variabel yang akan dimanipulasi. Tujuan pengendalian ini adalah mempertahankan variabel unmeasurement output tersebut pada tingkat/harga yang ditetapkan pada set point. Alat ukur digunakan untuk memperoleh harga variabel terukur (*measured*

*output*) yang terdeteksi dalam persamaan neraca massa dan energi. Variabel terukur ini dapat mewakili proses dengan menggunakan suatu persamaan matematika tertentu yang dapat dihitung dengan komputer. Hasil perhitungan dengan komputer menjadi output unmeasured variable yang ingin dikendalikan. *Inferential control configuration* digunakan untuk mengendalikan temperatur reaktor berdasarkan data laju reaksi.

Proses pengendalian pada pabrik ini menggunakan *feedback control configuration* karena selain biaya relatif lebih murah, pengaturan sistem pengendaliannya menjadi lebih sederhana. Konfigurasi ini mengukur secara langsung variabel yang ingin dikendalikan untuk mengatur harga variabel yang dimanipulasi. Tujuan pengendalian ini adalah untuk mempertahankan variabel yang dikendalikan pada *Level* yang diinginkan (*set point*). Sinyal output yang dihasilkan oleh pengendali feedback ini berupa *pneumatic signal* yaitu dengan menggunakan udara tekan. Tipe pengendali feedback yang digunakan pada perancangan ini, yaitu:

- Jenis – P (*proportional*), digunakan untuk mengendalikan tekanan gas.
- Jenis – PI (*proportional integral*) digunakan untuk mengendalikan laju alir (*flow*), ketinggian (*Level*) cairan, dan tekanan zat cair.
- Jenis – PID (*Proportional Integral Derivative*), digunakan untuk mengendalikan temperatur.

Diagram balok untuk sistem pengendalian ini secara umum dapat dilihat pada berikut ini:





### Gambar 37. Diagram Balok Sistem Pengendalian Feedback

Adapun instrumentasi yang digunakan dalam pra rancangan pabrik asam benzoat dari toluena dan udara menggunakan proses osidasi adalah:

1. Variabel Temperatur:
  - *Temperature controller* (TC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati temperatur suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian
  - *Temperature indicator controller* (TIC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati temperatur suatu alat.
2. Variabel tinggi permukaan cairan
  - *Level Indicator Controller* (LIC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati ketinggian cairan dalam suatu alat.
  - *Level Indicator* (LI) adalah alat/instrumen yang dipakai untuk mengatur ketinggian (*level*) cairan dalam suatu alat dimana cairan tersebut bekerja.
3. Variabel tekanan
  - *Pressure Controller* (PC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati tekanan operasi suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian.
  - *Pressure Indicator Controller* (PIC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati tekanan suatu alat.
4. Variabel aliran cairan
  - *Flow Controller* (FC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati laju alir larutan atau cairan yang melalui suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian. (Kallen, 1961).

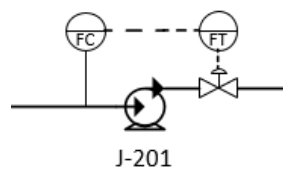
### 3.2.3 Perancangan Sistem Pengendali

Berikut ini merupakan perancangan sistem pengendali untuk unit-unit utama dalam pabrik asam benzoat dari toluena dan udara dengan metode oksidasi.

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kode Instrumentasi
1	Tangki Penyimpanan	T-101, T-201	LI
2	<i>Mixing Tank</i>	M-101	LI
3	Reaktor	R-101	LI, FIC, PC, TC
4	Dekanter	D-201	LI
5	Destilasi	MD-201, MD-202	TC, FC, LC

Tabel 99. Alat-alat kontrol yang digunakan

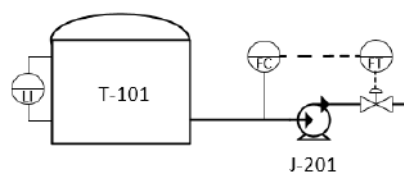
#### 1) Pompa



Gambar 38. Instrumentasi pada Pompa

Variabel yang dikontrol pada pompa adalah laju aliran (*flow rate*). Untuk mengetahui laju aliran pada pompa dipasang *flow control* (FC). Jika laju aliran pompa lebih besar dari yang diinginkan maka secara otomatis katup pengendali (*control valve*) akan menutup atau memperkecil pembukaan katup.

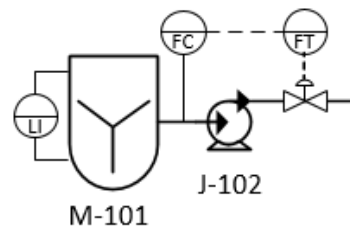
#### 2) Tangki Penyimpanan



Gambar 39. Instrumentasi pada Tangki Penyimpanan

Instrumentasi pada tangki cairan mencakup *level indicator* (LI) yang berfungsi untuk menunjukkan tinggi cairan didalam tangki.

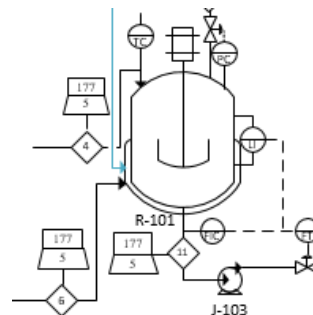
### 3) *Mixing Tank*



Gambar 40. Instrumentasi pada *Mixing Tank*

Instrumentasi pada *mixing tank* mencakup *level indicator* (LI) yang berfungsi untuk menunjukkan tinggi cairan didalam tangki dan *flow control* (FC) untuk mengatur laju aliran pada pompa dipasang.

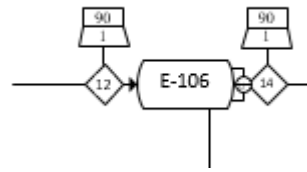
### 4) Reaktor



Gambar 41. Instrumentasi pada Reaktor

Reaktor sebagai alat tempat berlangsungnya reaksi antara bahan-bahan yang digunakan. Dalam pabrik ini, reaktor sebagai tempat terjadinya reaksi antara toluene dan udara. Instrumentasi pada reaktor mencakup *pressure controller* (PC), *temperature controller* (TC), *flow indication controller* (FIC) dan *level indicator* (LI).

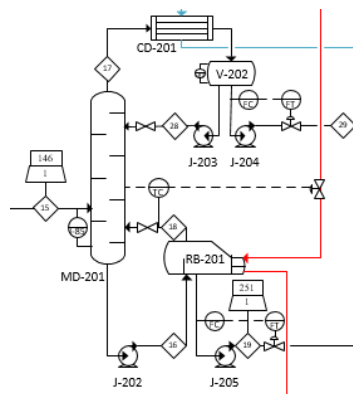
### 5) Dekanter



Gambar 42. Instrumentasi pada Dekanter

Instrumentasi pada dekanter mencakup *level indicator* (LI) yang berfungsi untuk menunjukkan tinggi cairan didalam tangki.

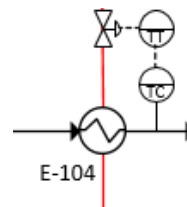
#### 6) Destilasi



Gambar 43. Instrumentasi pada Destilasi

Instrumentasi pada dekanter mencakup *level controller* (LC) yang digunakan untuk mengamati ketinggian dalam suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian. *Temperatur controller* (TC) yang digunakan untuk mengamati temperatur suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian. Untuk mengetahui laju aliran yang masuk pada destilasi dipasang *flow control* (FC).

#### 7) Penukar Panas



Gambar 44. Instrumentasi pada Heater

Pada alat-alat penukar panas ini (*heater, cooler, condensor* dan *reboiler*) sistem pengendalian yang digunakan berupa *Temperature Controller (TC)* untuk memantau dan mengontrol tercapainya temperatur keluaran penukar panas yang diinginkan sesuai dengan fungsinya masing-masing (misalnya *Heater* untuk menaikkan temperatur). TC dihubungkan dengan elemen pengendalian akhir berupa *Control Valve* pada aliran masuk fluida berupa penukar panas ke HE.

### **3.3 Sistem Utilitas**

Utilitas merupakan bagian penting dalam penunjang proses produksi suatu pabrik. Utilitas pada pabrik asam benzoat meliputi unit penyedia air, unit penyedia listrik, unit penyedia steam dan unit penyedia bahan bakar. Unit penyedia air berfungsi untuk penyediaan air meliputi air pendingin, air sanitasi, serta air pemadam kebakaran. Unit penyedia listrik berfungsi menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak peralatan proses, utilitas, elektronik, AC, maupun untuk penerangan. Listrik disuplai oleh PLN dan generator sebagai cadangan apabila listrik dari PLN mengalami gangguan. Steam sebagai media pemanas pada heater dipenuhi oleh unit pengadaan steam, sementara generator disediakan unit pengadaan bahan bakar.

#### **3.3.1 Unit Penyedia Air**

Adapun pemakaian air secara keseluruhan di pabrik asam benzoat adalah sebagai berikut:

##### **A. Kebutuhan Air Proses**

Air proses digunakan pada *mixing tank* sebagai pelarut asam benzoat sebelum proses kristalisasi. Kebutuhan air proses adalah sebesar 757.15 kg/jam.

##### **B. Kebutuhan Air untuk Steam**

Steam yang digunakan pada pabrik asam benzoat digunakan untuk heater dan reboiler. Total kebutuhan steam adalah sebagai berikut:

Tabel 100. Kebutuhan Air untuk Steam

<b>Nama Alat</b>	<b>Kebutuhan (kg/jam)</b>
E-101	215.86
E-102	184.48
E-104	150.24
E-204	108.80
RB-201	577.20
RB-202	210.92
Total	1447.50

Kebutuhan air untuk steam adalah 1447.50 kg/jam. Diperkirakan air yang hilang adalah 10%, sehingga kebutuhan make up air untuk steam adalah 144.75 kg/jam. Dengan diperkirakan *blow down* sebesar 10% maka total kebutuhan air untuk steam adalah 1751.47 kg/jam.

### C. Kebutuhan Air Pendingin

Air pendingin digunakan pada reaktor dan rotary cooler. Temperatur air pada daerah lokasi pabrik yang akan dibangun sebesar 32°C maka, untuk mendapatkan air pendingin digunakan cooling tower. Adapun hal yang harus diperhatikan pada air pendingin adalah:

1. *Hardness* atau sifat air yang dapat menyebabkan kerak.
2. Asam dan gas terlarut yang dapat menimbulkan korosi.

Berikut kebutuhan air pendingin:

Tabel 101. Kebutuhan Air Pendingin

<b>Nama Alat</b>	<b>Kebutuhan (kg/jam)</b>
R-101	70050.67
E-103	5335.68
E-201	342.97
E-202	4380.31
E-203	481.01
E-205	1843.85

CD-101	3395.25
CD-201	8006.79
CD-202	3850.53
CR-201	2563.08
Total	100250.13

Kebutuhan air pendingin adalah 100250.13 kg/jam. Diperkirakan air yang hilang sebesar 10% sehingga kebutuhan air *make up* untuk air pendingin adalah 10025.01 kg/jam.

#### D. Kebutuhan Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan air laboratorium, kantor, air untuk pencucian, taman dan lain-lain. Kebutuhan air sanitasi yang digunakan untuk sekitas dapat diperkirakan seperti berikut:

##### 1. Kebutuhan Air Karyawan

Menurut WHO kebutuhan air untuk tiap orang adalah 120 kg/hari. Maka untuk memenuhi kebutuhan 160 orang karyawan diperlukan air sebanyak 800.00 kg/jam setara dengan 19200.00 kg/hari.

##### 2. Kebutuhan Air Laboratorium dan Tanaman

Direncanakan air untuk kebutuhan laboratorium dan taman adalah sebesar 25% dari kebutuhan karyawan. Sehingga kebutuhan air yang diperlukan sebesar 200.00 kg/jam setara dengan 4800.00 kg/hari.

##### 3. Kebutuhan Air Pemadam Kebakaran dan Air Cadangan

Kebutuhan air pemadam kebakaran dan air cadangan direncanakan sebesar 120% dari kebutuhan air karyawan, sehingga kebutuhan air pemadam kebakaran yaitu sebesar 960.00 kg/jam yang tersebar pada beberapa lokasi pabrik.

### 3.3.2 Unit Penyedia Steam

Pada pabrik asam benzoat ini menggunakan *steam* untuk kebutuhan pemanas pada alat penukar panas. *Steam* yang digunakan ini dihasilkan oleh boiler. Sebagai air untuk keperluan umpan digunakan air umpan ketel.

Tabel 102. Kebutuhan *Steam*

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
E-101	215.86
E-102	184.48
E-104	150.24
E-204	108.80
RB-201	577.20
RB-202	210.92
Total	1447.50

Total kebutuhan *steam* setelah ditambah air *make up* dan *blowdown* adalah sebesar 1751.47 kg/jam. Asumsi selama *steam* mengalir dari boiler terjadi kehilangan panas sebesar 20%, maka total kebutuhan *steam* adalah 2101.77 kg/jam. Dengan menggunakan bahan bakar solar pada unit boiler maka diperlukan sebanyak 107.45 l/jam.

### 3.3.3 Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan listrik pabrik asam benzoat didapat dan disuplai dari PT. PLN yang mana gardunya berlokasi di dekat kawasan Industri Jawa Timur. Selain menggunakan listrik dari PT. PLN, pabrik asam benzoat juga membangun generator pribadi demi dapat memenuhi kebutuhan daya listriknya. Hal ini disebabkan karena dikhawatirkan kebutuhan listrik yang disuplai oleh PT. PLN terjadi masalah, sehingga generator pribadi diperlukan sebagai listrik cadangan. Generator yang digunakan merupakan jenis generator dengan arus bolak balik dengan pertimbangan bahwa tenaga yang dihasilkan akan lebih besar dan tegangan dapat diubah sesuai dengan kebutuhan dengan memakai transformator. Generator yang digunakan merupakan jenis generator 3 *phase* yang memiliki keuntungan sebagai berikut :



- Tegangan akan lebih stabil
- Kawat penghantar yang digunakan tidak besar
- Berdaya besar

Kebutuhan listrik untuk prarancangan pabrik asam benzoat meliputi kebutuhan listrik alat proses, kebutuhan listrik alat utilitas, kebutuhan listrik penerangan, kebutuhan listrik AC dan kebutuhan generator. Adapun rincian kebutuhan listrik pada pra rancangan pabrik asam benzoat adalah sebagai berikut:

a) Kebutuhan Listrik Alat Proses dan Utilitas

Tabel 103. Kebutuhan Listrik Alat Proses

<b>Alat</b>	<b>Hp</b>	<b>Jumlah</b>	<b><math>\Sigma</math>Hp</b>
Mixing Tank (M-101)	5.00	1	5.00
Mixing Tank (M-201)	3.00	1	3.00
Reaktor (R-101)	9.00	1	9.00
Kristalizer (CR-201)	4.00	1	4.00
Centrifuge (CF-201)	6.00	1	6.00
Rotary Dryer (RD-201)	5.00	1	5.00
Rotary Cooler (RC-201)	5.00	1	5.00
Screw Conveyor (C-101)	2.00	1	2.00
Bucket Elevator (C-102)	2.00	1	2.00
Screw Conveyor (C-201)	4.00	1	4.00
Screw Conveyor (C-202)	3.00	1	3.00
Screw Conveyor (C-203)	3.00	1	3.00
Bucket Elevator (C-204)	2.00	1	2.00
Blower (BL-101)	3.00	1	3.00
Blower (BL-102)	3.00	1	3.00
Blower (BL-103)	9.00	1	9.00
Compressor (CP-101)	10.26	1	10.26
Pompa (J-101)	2.00	1	2.00
Pompa (J-102)	3.00	1	3.00
Pompa (J-103)	2.00	1	2.00
Pompa (J-104)	2.00	1	2.00
Pompa (J-105)	3.00	1	3.00
Pompa (J-201)	2.00	1	2.00
Pompa (J-202)	2.00	1	2.00
Pompa (J-203)	2.00	1	2.00

Pompa (J-204)	2.00	1	2.00
Pompa (J-205)	2.00	1	2.00
Pompa (J-206)	3.00	1	3.00
Pompa (J-207)	2.00	1	2.00
Pompa (J-208)	2.00	1	2.00
Pompa (J-209)	2.00	1	2.00
Pompa (J-210)	2.00	1	2.00
<b>Total</b>			111.26

Tabel 104. Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

<b>Alat</b>	<b>Hp</b>	<b>Jumlah</b>	<b>ΣHp</b>
Fan Cooling Tower	8.00	1	8.00
Pompa (J-201)	8.00	1	8.00
Pompa (J-202)	8.00	1	8.00
Pompa (J-203)	5.00	1	5.00
Pompa (J-204)	7.00	1	7.00
Pompa (J-205)	6.00	1	6.00
Pompa (J-206)	13.0	1	13.00
Pompa (J-207)	3.00	1	3.00
Pompa (J-208)	2.00	1	2.00
Pompa (J-209)	8.00	1	8.00
Pompa (J-210)	3.00	1	3.00
Pompa (J-211)	2.00	1	2.00
Pompa (J-212)	2.00	1	2.00
Pompa (J-213)	2.00	1	2.00
Pompa (J-214)	2.00	1	2.00
Pompa (J-215)	2.00	1	2.00
<b>Total</b>			81.00

Dengan daya total yang diperlukan sebesar 143.37 kW.

b) Kebutuhan Listrik untuk Penerangan

Kebutuhan pencahayaan diperoleh dari Standar Nasional Indonesia.

Tabel 105. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan

<b>Bangunan</b>	<b>Luas</b>		<b>Lux</b>	<b>Lumen</b>
	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>ft<sup>2</sup></b>		
Pos Keamanan**	50	538	100	5000
Parkir Kendaraan**	700	7535	100	70000

Masjid*	100	1076	200	20000
Kantin*	100	1076	200	20000
Kantor Pusat*	300	3229	350	105000
Kantor SDM*	200	2153	350	70000
Kantor HRD*	150	1615	350	52500
Kantor Penelitian*	150	1615	350	52500
Departemen Produksi*	200	2153	350	70000
Departemen Teknik*	150	1615	350	52500
K3 dan Safety*	150	1615	300	45000
Perpustakaan*	100	1076	300	30000
Poliklinik*	50	538	200	10000
Ruang Kontrol*	100	1076	350	35000
Laboratorium*	50	538	500	25000
Koperasi*	50	538	200	10000
Proses**	1500	16146	1000	1500000
Aula Serbaguna*	125	1346	200	25000
Area Bahan Baku**	750	8073	200	150000
Area Produk**	750	8073	200	150000
Unit Penyediaan dan Pengolahan Air**	1200	12917	500	600000
Pembangkit Listrik**	500	5382	500	250000
Bengkel**	150	1615	200	30000
Gudang**	500	5382	100	50000
Pemadam**	80	861	500	40000
Lapangan**	250	2691	150	37500
Jalan dan Taman**	1250	13455	750	937500
Area Perluasan**	750	8073	500	375000
<b>Total</b>	<b>10405</b>	<b>111999</b>	<b>9350</b>	<b>4817500</b>

Keterangan

\* = Menggunakan Lampu Pijar (40 watt)

\*\* = Menggunakan Lampu Merkuri (250 watt)

Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu TL 40 watt. Dengan daya lampu instan starting daylight 40 watt sebesar 1920 lumen/ buah. Maka dapat diperoleh jumlah lampu yang diperlukan dalam rangan adalah 297 buah. Sedangkan, untuk lampu

area diluar ruangan menggunakan lampu merkuri 250 watt. Dengan lumen output tiap lampu sebesar 10000/buah, jadi jumlah lampu diluar ruangan sebesar 420 buah. Maka daya yang dibutuhkan sebesar 116.75 kW.

c) Kebutuhan Listrik untuk AC

Tabel 106. Kebutuhan Listrik untuk AC

Bangunan	Luas		Jumlah AC
	m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>	
Kantor Pusat*	300	3229	6
Kantor SDM*	200	2153	4
Kantor HRD*	150	1615	3
Kantor Penelitian*	150	1615	3
Perpustakaan*	100	1076	2
Poliklinik*	50	538	1
Ruang Kontrol*	100	1076	2
Laboratorium*	50	538	1
Aula Serbaguna*	125	1346	3
<b>Jumlah Total AC</b>			<b>25</b>

Kebutuhan listrik untuk AC dan peralatan kantor dengan tinggi ruangan 2.5 m, faktor manusia 600 btu, dan faktor ruangan kantor sebesar 6, maka diperoleh jumlah daya listrik yang digunakan adalah sebesar 51 kW.

Sehingga, untuk kebutuhan listrik total dari jumlah kebutuhan listrik proses dan utilitas, listrik untuk penerangan, listrik untuk AC dan perkantoran, dan listrik untuk instrumentasi diperoleh total listrik sebesar 358.39 kW.

d) Kebutuhan Generator

Kebutuhan total listrik sebesar 358.39 kW yang dipakai untuk penerangan, AC, instrumentasi dan peralatan kantor lainnya diasumsikan menggunakan efisiensi generator sebesar 80%, maka input generator adalah 492.79 kW. Maka input dari generator ditetapkan pada kapasitas 600 kW. Dari input generator yang ditetapkan ini, masih

terdapat sisa kebutuhan sebesar 107.21 kW yang nantinya dapat digunakan untuk keperluan lainnya sebagai daya cadangan jika ada tambahan daya.

### 3.3.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Adapun spesifikasi dari bahan bakar yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Untuk bahan bakar boiler
  - Jenis bahan bakar : Solar
  - Kapasitas boiler : 3310.30 kJ/jam
  - *Heating value* : 16130.00 Btu/Lbm = 37518.38 kJ/kg
  - Laju volume bahan bakar : 52.59 kg/jam
- Untuk generator
  - Jenis bahan bakar : Solar
  - Kapasitas generator : 600 kW
  - *Specific Fuel Consumption* : 250 gr/kW.hari
  - Laju volume bahan bakar : 150 kg/jam = 180 L/jam

### 3.3.5 Kebutuhan Nitrogen

Nitrogen digunakan sebagai *blanketing* pada tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang bersifat *flammable*. Kebutuhan nitrogen awal pada setiap tangki penyimpanan adalah 50% dari volume tangki. Adapun nitrogen yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Tabel 107. Kebutuhan Nitrogen

Nama Alat	Kebutuhan (m <sup>3</sup> )
T-101	265.00
T-201	31.90
Total	296.90

Total kebutuhan nitrogen per tahun adalah sebesar 10973 kg. Asumsi setiap hari terjadi kehilangan nitrogen sebesar 10%, sebesar 29.69 m<sup>3</sup>.

### 3.3.6 Spesifikasi Alat Utilitas

Alat- alat utilitas yang digunakan dalam proses pembuatan asam benzoat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun adalah sebagai berikut:

#### 1. Screener (SC-201)

Tabel 108. Spesifikasi Screener (SC-201)

<b>RESUME SC-201</b>	
Nama	<i>Screener</i>
Kode	SC-201
Fungsi	Menyaring partikel besar yang masih terbawa dalam air laut
Bahan	<i>Stainless Steel 304</i>
Jumlah	1
Waktu tinggal	0.01 jam
Volume tangki	1.23 m <sup>3</sup> /jam
Diameter tangki	1.02 m
Tinggi silinder	1.52 m
Tinggi head	0.23 m
Tebal head	0.01 m
Tebal shell	0.01 m
Tinggi total	1.75 m
Ukuran penyaring	10 mesh
Luas penyaring	4.85 m <sup>2</sup>

#### 2. Bak Penampung Air Laut (BA-201)

Tabel 109. Spesifikasi Bak Penampung Air Laut (BA-201)

<b>RESUME BA-201</b>	
Tipe	BA-201
Fungsi	Bak penampung air laut setelah melewati screener sebelum masuk ke pengolahan
Jenis	Persegi
Bahan konstruksi	Beton bertulang
Jumlah	1 bak penampung
Kapasitas	123.18 m <sup>3</sup> /jam
Volume bak	147.82 m <sup>3</sup>
Waktu tinggal	1 jam
Tinggi bak	3.33 m
Lebar bak	6.66 m
Panjang bak	6.66 m

### 3. Strainer (ST-201)

Tabel 110. Spesifikasi Strainer (ST-201)

RESUME ST-201		
Nama	<i>Strainer</i>	
Kode	ST-201	
Fungsi	Menyaring partikel sedang yang masih terbawa dalam air laut	
Bahan	<i>Stainless Steel 304</i>	
Jumlah	1	Unit
Waktu tinggal	0.01	jam
Volume tangki	1.23	m <sup>3</sup> /jam
Diameter tangki	1.02	m
Tinggi silinder	1.52	m
Tinggi head	0.23	m
Tebal head	0.01	m
Tebal shell	0.01	m
Tinggi total	1.75	m
Ukuran penyaring	30	mesh
Luas penyaring	4.85	m <sup>2</sup>

### 4. Sand Filter (SF-201)

Tabel 111. Spesifikasi Sand Filter (SF-201)

RESUME SF-201		
Nama	<i>Sand Filter</i>	
Kode	SF-201	
Fungsi	Menyaring partikel halus yang masih terbawa dalam air laut yang keluar dari <i>strainer</i>	
Bahan	<i>Stainless Steel 304</i>	
Jumlah	1	Unit
Waktu tinggal	0.01	jam
Volume tangki	1.23	m <sup>3</sup> /jam
Diameter tangki	1.02	m
Tinggi silinder	1.52	m

Tinggi head	0.23	m
Tebal head	0.01	m
Tebal shell	0.01	m
Tinggi total	1.75	m

### 5. Carbon Active Filter (CF-202)

Tabel 112. Spesifikasi Carbon Active Filter (CF-202)

<b>RESUME CF-202</b>		
Nama	<i>Carbon Active Filter</i>	
Kode	CF-201	
Fungsi	Menyaring partikel halus dan menghilangkan bau	
Bahan	<i>Stainless Steel 304</i>	
Jumlah	1	Unit
Waktu tinggal	0.01	jam
Volume tangki	1.23	m <sup>3</sup> /jam
Diameter tangki	1.02	m
Tinggi silinder	1.52	m
Tinggi head	0.24	m
Tebal head	0.01	m
Tebal shell	0.01	m
Tinggi total	1.77	m

### 6. Sea Water Reverse Osmosis Membrane (RO-201)

Tabel 113. Spesifikasi Sea Water Reverse Osmosis Membrane (RO-201)

<b>RESUME RO-201</b>		
Nama	<i>Seawater Reverse Osmosis Membrane</i>	
Kode	RO-201	
Fungsi	Untuk desalinasi air laut	
Bahan	<i>Stainless Steel 304</i>	
Jumlah	5	buah
Type	<i>Film Composite</i>	
Waktu tinggal	0.05	jam
Volume tangki	24.64	m <sup>3</sup> /jam
Diameter tangki	1.05	m
Panjang silinder	8.78	m



Tebal shell	0.01	m
Panjang membran	112.77	m
Lebar membran	1.04	m
Tebal membran	0.06	m

### 7. Bak Penampung Air Desalinasi (BA-202)

Tabel 114. Spesifikasi Bak Penampung Air Desalinasi (BA-202)

<b>RESUME BA-202</b>	
Tipe	BA-202
Fungsi	Bak penampung air desalinasi sebelum didistribusikan ke unit proses, pengolahan steam dan sanitasi pabrik
Jenis	Persegi
Bahan konstruksi	Beton bertulang
Jumlah	1 bak penampung
Kapasitas	123.18 m <sup>3</sup> /jam
Volume	147.82 m <sup>3</sup>
Waktu tinggal	1 jam
Tinggi bak	3.33 m
Lebar bak	6.66 m
Panjang bak	6.66 m

### 8. Tangki Air Sanitasi (V-204)

Tabel 115. Spesifikasi Tangki Air Sanitasi (V-204)

<b>RESUME V-204</b>	
Nama	Vessel air sanitasi
Kode	V-201
Fungsi	Untuk menampung air kebutuhan sanitasi
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	1 buah
Waktu tinggal	24.00 jam
Volume Tangki	55.28 m <sup>3</sup> /jam
Diameter Tangki	3.28 m
Tinggi silinder	4.92 m
Tebal shell	0.50 m
Tinggi total	5.54 m

### 9. Bak Penampung Air Pendingin (BA-203)

Tabel 116. Spesifikasi Bak Penampung Air Pendingin (BA-203)

<b>RESUME BA-203</b>	
Kode Alat	BA-203
Fungsi	Untuk menampung air pendingin
Jenis	Persegi
Bahan konstruksi	Beton bertulang
Jumlah bak	1 bak penampung
Kapasitas	118.8 m <sup>3</sup> /jam
Volume	142.56 m <sup>3</sup>
Waktu tinggal	4.00 jam
Tinggi bak	3.29 m
Lebar	6.58 m
Panjang bak	6.58 m

### 10. Vessel Penukar Kation (CE-201)

Tabel 117. Spesifikasi Vessel Penukar Kation (CE-201)

<b>RESUME CE-201</b>	
Nama	<i>Cation Exchange</i>
Kode	CE-201
Fungsi	Untuk mereduksi kation dalam air
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283grade: 3</i>
Jumlah	4 buah
Type	<i>Strong Acid Cation</i>
Waktu tinggal	0.05 jam
Volume tangki	30.31 m <sup>3</sup> /jam
Diameter tangki	2.74 m
Tinggi silinder	1.52 m
Tinggi bed	0.61 m
Tebal shell	0.01 m
Tinggi total	2.11 m

## 11. Vessel Penukar Anion (AE-201)

Tabel 118. Spesifikasi Vessel Penukar Anion (AE-201)

RESUME AE-201	
Nama	<i>Anion exchange</i>
Kode	AE-201
Fungsi	Untuk mereduksi anion dalam air
Bahan	<i>Carbon Steel SA-266 grade: 3</i>
Jumlah	1 Unit
Type	<i>Strong base cation</i>
Waktu tinggal	0.05 jam
Volume tangki	30.31 m <sup>3</sup> /jam
Diameter tangki	2.82 m
Tinggi silinder	1.52 m
Tinggi bed	24 in
Tebal shell	0.50 ft
Tinggi total	2.08 m

## 12. Vessel Deaerator (DE-201)

Tabel 119. Spesifikasi Vessel Deaerator (DE-201)

RESUME DE-201	
Nama	Deaerator
Kode	DE-201
Fungsi	Untuk memisahkan O <sub>2</sub> dan CO <sub>2</sub> yang bersifat korosif
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	1 buah
Waktu tinggal	1.00 jam
Volume Tangki	1.70 m <sup>3</sup> /jam
Diameter Tangki	1.22 m
Tinggi Tangki	1.22 m
Panjang silinder	2.18 m
Tebal shell	0.01 m
Panjang total	2.43 m

### 13. Tangki Air Umpan boiler (V-205)

Tabel 120. Spesifikasi Tangki Air Umpan boiler (V-205)

<b>RESUME V-205</b>	
Nama	Vessel Umpan Boiler
Kode	V-205
Fungsi	Untuk menampung air sebelum diumpankan ke dalam boiler
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	1 buah
Waktu tinggal	1.00 jam
Volume tangki	1.72 m <sup>3</sup> /jam
Diameter tangki	1.09 m
Tinggi silinder	1.64 m
Tebal shell	0.01 m
Tinggi total	1.89 m

### 14. Tangki Penyimpanan Air Proses (TT-202)

Tabel 121. Spesifikasi Tangki Penyimpanan Air Proses (TT-202)

<b>RESUME TT-202</b>	
Nama	Tangki Penyimpanan
Kode	ST-201
Fungsi	Untuk menampung air proses
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	1 Unit
Waktu tinggal	24.00 jam
Volume Tangki	21.36 m <sup>3</sup> /jam
Diameter Tangki	2.63 m
Tinggi silinder	3.94 m
Tinggi head	0.54 m
Tebal head	0.01 m
Tebal shell	0.01 m

Tinggi total	4.48 m
--------------	--------

### 15. Boiler (BR-201)

Tabel 122. Spesifikasi Boiler (BR-201)

RESUME BR-201	
Nama	Boiler
Kode	B-201
Fungsi	Memenuhi kebutuhan steam
Bahan bakar	Solar
Jumlah	1 Unit
Total steam	2101.77 kg/jam
Massa Bahan bakar	92.10 kg/jam
Power	93.73 Hp

### 16. Cooling Tower (CT-201)

Tabel 123. Spesifikasi Cooling Tower (CT-201)

RESUME CT-01	
Nama	<i>Cooling Tower</i>
Kode	CT-01
Fungsi	Menghasilkan air pendingin
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 grade C</i>
Jumlah	1 Unit
Luas Area	348.71 ft <sup>2</sup>
Kapasitas	118.80 m <sup>3</sup> /jam
Tenaga <i>Fan</i>	5.00 hp
Tenaga Motor	8.00 hp

### 3.4 Unit Pengolahan Limbah

Limbah suatu pabrik harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Pada pabrik pembuatan asam benzoat ini, dihasilkan limbah yang dapat membahayakan alam sekitar maupun manusia itu sendiri. Untuk itu pada

pabrik yang dibangun harus mempunyai unit pengolahan limbah. Adapun sumber– sumber limbah pabrik pembuatan asam benzoat meliputi:

1. Limbah Proses

Limbah proses berupa senyawa organik yaitu air proses yang tidak dapat digunakan kembali, limbah akibat zat – zat yang terbuang, bocor, ataupun tumpah. Limbah proses seperti sisa benzaldehida harus dibuang kelingkungan sesuai ambang batas yaitu tidak melebihi  $5 \times 10^{-7}$  kg/l.

2. Limbah Cair

Limbah ini merupakan limbah yang dihasilkan dari hasil pencucian peralatan – peralatan pabrik pada saat dilakukannya *maintenance*. Limbah ini diperkirakan mengandung kerak dan kotoran – kotoran melekat pada peralatan pabrik. Limbah minyak pelumas yang telah dipakai untuk generator, pompa, dan mesin ditampung untuk kemudian dijual.

3. Limbah Domestik dan Kantor

Limbah ini mengandung bahan organik yang berasal dari kamar mandi di lokasi pabrik, serta limbah dari kantin berupa limbah padat atau cair.

4. Limbah Laboratorium

Limbah yang berasal dari laboratorium ini mengandung bahan– bahan kimia yang digunakan untuk menganalisa mutu bahan baku yang digunakan dan mutu produk yang dihasilkan, serta yang digunakan untuk penelitian dan pengembangan proses. Limbah laboratorium yang berupa limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) dimana dalam penanganannya harus dikirim ke pengumpulan limbah B3 mengikuti aturan yang tercantum pada PP RI No. 18 Tahun 1999 tentang pengolahan bahan berbahaya dan beracun.