

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan Metil Laktat dengan reaksi esterifikasi yang menggunakan bahan baku Metanol dan Asam Laktat dapat dilakukan melalui tahap-tahap sebagai berikut :

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku dan Bahan Penunjang

Mula-mula metanol yang berasal dari tangki penyimpanan (T-02) dan asam laktat dari tangki bahan baku (T-01) dipompa ke tangki pencampur (M-01). Tangki pencampur juga menerima *recycle* (metanol, dan air) dari menara distilasi 1 dan (metanol, air, asam laktat dan metil laktat) dari menara distilasi 2. Perbandingan mol keluar tangki pencampuran antara metanol dan asam laktat adalah 4:1. Bahan baku keluar tangki pencampur kemudian dipanaskan dengan *heater* untuk mencapai suhu 42°C diumpankan secara kontinyu ke dalam reaktor.

3.1.2 Reaksi Esterifikasi dalam Reaktor

Reaksi esterifikasi terjadi dalam fase cair pada sebuah reaktor RATB (Reaktor Alir Tangki Berpengaduk) yang tersusun seri dengan katalisator asam sulfat. Kondisi operasi reaktor dengan suhu 42°C dan tekanan 1 atm. Reaksi bersifat eksotermis,

untuk itu agar suhu reaksi dapat dijaga konstan maka pada reaktor dipasang koil pendingin yang dialiri air pendingin. Produk reaktor adalah metil laktat, asam sulfat, sisa reaktan dari metanol dan asam laktat serta produk samping berupa air.

3.1.3 Pemisahan dan Pemurnian Hasil

Asam sulfat yang keluar dari reaktor dipisahkan dari produk yang lain dengan cara pemisahan berdasarkan titik didih yaitu dengan menara distilasi 1. Hasil atas yang merupakan methanol, dan air selanjutnya *direcycle* ke *mixer*. Tujuan dari menara distilasi-1 ini adalah memisahkan metanol dari komponen yang lain. Setelah itu hasil bawah menara distilasi-1 diumpankan ke menara distilasi-2 pada suhu 96.74°C dan tekanan 0,95 atm. Hasil atas menara distilasi-2 berupa metanol, asam laktat, metil latat dan air selanjutnya *direcycle* kemudian diumpankan kembali ke tangki pencampuran (M-01). Hasil bawah menara distilasi-2 diumpankan menuju menara distilasi-3. Menara distilasi-3 memisahkan metil laktat dari asam sulfat yang menghasilkan produk yaitu Metil Laktat 97.88%, Asam Sulfat (*Acidity*) 0,0008%, dan Asam Laktat 2,11% selanjutnya di umpankan dengan pompa ke tangki produk (T-04) sebelumnya dimasukkan dalam cooler agar masuk tangki penyimpanan pada suhu 30°C .

3.1.4 Tahap Reaksi

Reaksi esterifikasi antara asam laktat dan metanol adalah reaksi substitusi suatu gugus radikal organik dengan ion hidrogen yang berasal dari asam. Mekanisme penggantian radikal organik dengan ion hidrogen dapat berlangsung dengan baik. Pada reaksi yang perlu diperhatikan adalah kemungkinan putusya salah satu ikatan, ikatan karbonil-oksigen atau ikatan alkil-oksigen. Dengan terputusnya ikatan tersebut maka akan terbentuk air.

Reaksi :



3.1.5 Tinjauan Kinetika

Ditinjau dari segi kinetiknya, reaksi esterifikasi antara metanol dengan asam laktat merupakan reaksi berorde satu.



Persamaan kecepatan reaksinya:

$$-r_B = k_1 \cdot C_A \cdot C_B$$

Dimana: $-r_B$ = kecepatan reaksi, mol/l.t.jam; k_1 = konstanta kecepatan reaksi lt/mol.menit; C_A = konsentrasi metanol, mol/l; C_B = konsentrasi asam laktat mol/l; K = konstanta kesetimbangan; X_B = konversi asam laktat

$$k_2 = k_1/K$$

$$-r_B = \text{mol/l.t.jam}$$

$$C_A = C_{AO} - C_{BO} \cdot X_B$$

$$C_B = C_{BO} \cdot (1 - X_B)$$

$$C_D = C_E = C_{BO} \cdot X_B$$

Dalam hal ini: C_{AO} = konsentrasi metanol mula-mula, mol/lit; C_{BO} = konsentrasi asam laktat mol/lit; X_B = konversi asam laktat.

3.1.6 Tinjauan termodinamika

Jika ditinjau secara termodinamika, diketahui:

$$\Delta H^\circ_{f298} \text{ Metanol} = -238,40 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_{f298} \text{ Asam Laktat} = -527,57 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_{f298} \text{ Metil Laktat} = -528,20 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_{f298} \text{ Air} = -285,83 \text{ kJ/mol}$$

Reaksi :



$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_{f298} &= \Delta H^\circ_{f \text{ produk}} + \Delta H^\circ_{f \text{ reaktan}} \\ &= (\Delta H^\circ_{f \text{ML}} + \Delta H^\circ_{f \text{Air}}) - (\Delta H^\circ_{f \text{AL}} + \Delta H^\circ_{f \text{Me}}) \\ &= [(-528,20 + -285,83) - (-527,57 + -238,40)] \text{ kJ/mol} \\ &= -48,06 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa reaksi esterifikasi antara Metanol dengan Asam Laktat untuk menghasilkan Metil Laktat adalah reaksi eksotermis karena ΔH° bernilai negatif.

Diketahui :

$$\Delta G^{\circ}_{298} \text{ Metanol} = -430,62 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^{\circ}_{298} \text{ Asam Laktat} = -179,28 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^{\circ}_{298} \text{ Metil Laktat} = -390,38 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^{\circ}_{298} \text{ Air} = -237,13 \text{ kJ/mol}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^{\circ}_{298} &= \Delta G^{\circ}_{\text{produk}} + \Delta G^{\circ}_{\text{reaktan}} \\ &= [(-390,38) + (-237,13)] - [(-179,28) + (-430,62)] \\ &= -17,61 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Pada $T=298,15 \text{ K}$, maka konstanta kesetimbangannya :

$$\ln K = \frac{\Delta G}{RT}$$

$$\begin{aligned} \ln K &= - \frac{1760 \text{ J/mol}}{\frac{8,314 \text{ J}}{\text{mol}} \times 298,15 \text{ K}} \\ &= 7,1042 \end{aligned}$$

$$K = 1217,0680$$

Untuk harga tetapan kesetimbangan pada $T = 353,15 \text{ K}$

$$\ln\left(\frac{K}{k}\right) = \frac{\Delta H^{\circ}}{R} \left\{ \frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right\}$$

$$\ln \frac{K}{1217,0680} = - \frac{48060 \text{ J/mol}}{\frac{8,314 \text{ J}}{\text{mol}} \cdot \text{K}} \left\{ \frac{1}{353,15} - \frac{1}{298,15} \right\}$$

$$\ln \frac{K}{1217,0680} = 5780,6112 \times 5,22 \cdot 10^{-4}$$

$$\ln \frac{K}{1217,0680} = 3,0193$$

$$\frac{K}{1217,0680} = 20,482$$

$$K = 2,4928 \times 10^4$$

Harga K jauh melebihi nilai 1, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa reaksi esterifikasi metanol dengan asam laktat adalah reaksi dapat balik, karenanya pengaruh kesetimbangan perlu diperhatikan untuk mendapatkan hasil reaksi yang optimal.

Agar reaksi tidak bergeser ke kiri (arah reaktan) bisa dilakukan dengan cara salah satu reaktan diumpankan secara berlebihan dan produk segera dipisahkan dari bahan bakunya. Dalam reaksi ini reaktan yang ditetapkan berlebihan adalah metanol dengan perbandingan mol antara metanol dengan asam laktat adalah 4:1. Perbandingan tersebut masih berada dalam batasan yang dibolehkan berdasarkan percobaan yang telah dilakukan.

3.2 Spesifikasi Alat Proses

3.2.1 Tangki penyimpanan

Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Bahan Baku dan Produk

Spesifikasi Tangki	Tangki C ₃ H ₆ O ₃ (T-01)	Tangki CH ₃ OH (T-02)	Tangki H ₂ SO ₄ (T-03)	Tangki Produk (T-04)
Tugas	Menyimpan bahan baku larutan C ₃ H ₆ O ₃ dengan waktu tinggal 25 hari sebanyak 1.713 kg.	Menyimpan CH ₃ OH dengan waktu tinggal 8 hari sebanyak 558,8 kg.	Menyimpan H ₂ SO ₄ dengan waktu tinggal selama 30 hari sebanyak 0,4282 kg.	Menyimpan Produk selama 14 hari sebanyak 2.525 kg.
Jenis	Tangki silinder vertikal	Tangki silinder vertikal	Tangki silinder vertikal	Tangki silinder vertikal
Fase	Cair	Cair	Cair	Cair
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Kondisi operasi	T = 30 °C P = 1 atm	T = 30 °C P = 10 atm	T = 30 °C P = 1 atm	T = 30 °C P = 1 atm
Spesifikasi	Vol = 481,19 m ³ D = 11,7798 m Tinggi = 4,41 m Bentuk head = <i>Torispherical, flat bottom</i> Tebal head = 0,187 in Tebal Shell = 0,187 in	Vol = 3,824 m ³ D = 23,5076 m Tinggi = 8,81 m Bentuk head = <i>Torispherical, flat bottom</i> Tebal head = 0,75 in Tebal Shell = 0,125 in	Vol = 2,740 m ³ D = 1,5170m Tinggi = 1,51 m Bentuk head = <i>Conical roof, flat bottom</i> Tebal head = 0,187 in Tebal Shell = 0,187 in	Vol = 2,9424 m ³ D = 21,5416m Tinggi = 13,71 m Bentuk head = <i>Torispherical, flat bottom</i> Tebal head = 0,187 in Tebal Shell = 0,187 in
Bahan	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon steel</i>	<i>Stainless steel</i>	<i>Stainless steel</i>
Harga	\$ 70.618	\$ 90.762	\$ 18.804	\$ 87.901

3.2.2 Tangki Akumulator (ACC-01)

Tugas : Menampung sementara hasil kondensasi Menara Distilasi (MD-01) dengan waktu tinggal 15 menit sebanyak 314,6421 kg.

Jenis : Tangki Silinder Horizontal, *Elliptical Dished Head*.

Spesifikasi : Diameter = 1,82 m
 Panjang = 3,64 m
 Tebal Shell = 3/16 in
 Tebal Head = 3/16 in

Bahan : *Carbon steel*

Harga : \$ 35.710

3.2.3 Tangki Akumulator (ACC-02)

Tugas : Menampung sementara hasil kondensasi Menara Distilasi (MD-02) dengan waktu tinggal 15 menit sebanyak 323,9843 kg.

Jenis : Tangki Silinder Horizontal, *Elliptical Dished Head*.

Spesifikasi : Diameter = 1,6 m
 Panjang = 3,2 m
 Tebal Shell = 3/16 in
 Tebal Head = 3/16 in

Bahan : *Carbon steel*

Harga : \$ 55.625

3.2.4 Tangki Akumulator (ACC-03)

Tugas : Menampung sementara hasil kondensasi Menara Distilasi (MD-03) dengan waktu tinggal 15menit sebanyak 346,4035 kg.

Jenis : Tangki Silinder Horizontal, *Elliptical Dished Head*.

Spesifikasi : Diameter = 0,94 m

Panjang = 1,88 m

Tebal Shell = 3/16 in

Tebal Head = 3/16 in

Bahan : *Carbon steel*

Harga : \$ 21.174

3.2.5 Mixer (M-01)

Tugas : Pencampuran asam laktat dan metanol sebanyak 1705,6000 kg.

Jenis : silinder vertical

Jumlah : 1 buah

Tangki : Diamater = 3,642 m

Tinggi = 3,962 m

Tebal = 0,188 in

Tutup Atas	: Jenis	= <i>Standart Dished Head</i>
	Tebal	= 0,188 in
Tutup Bawah	: Jenis	= <i>Standart Dished Head</i>
	Tebal	= 0,188 in
Pengaduk	:Jenis	= Turbin
	Diameter	= 47,792 in
Bahan kontruksi	: <i>Carbon steel</i>	
Harga	: \$ 435.041	

3.2.6 Reaktor RATB (R-01)

Fungsi	: Mereaksikan Metanol, air, dan asam sulfat menghasilkan metil laktat sebanyak 14.697,0694 kg.
Jenis	: RATB (Reaktor Alir Tangki Berpengaduk)
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	: Tekanan = 1 atm Suhu = 42 °C
Ukuran	: Volume = 115,740 m ³ Diameter = 4,922 m Tinggi = 6,144 m Tebal <i>head</i> = 3 in Tebal <i>Shell</i> = 2 in
<i>Isolator</i>	: Tebal = 3,25

Pengaduk reactor	: Jumlah <i>baffle</i>	= buah
	Jumlah blade	= 6 buah
	Lebar <i>baffle</i>	= 1,014 m
	Jenis pengaduk	= Turbin
	Jumlah pengaduk	= 1 buah
	Jarak pengaduk dari dasar tangki	= 1,6404 m
	Diameter pengaduk	= 1,6404 m
	Tenaga pengaduk	= 75 Hp
	Jumlah putaran	= 7,0428 rpm
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i>	
Harga	: \$ 1.189.752	

3.2.7 Menara Distilasi (MD-01)

Tugas	: Memisahkan Metanol dari komponen lain
	14.697,0694 kg.
Jenis Plate	: <i>Sieve Tray</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	:
- Puncak Menara	: Tekanan = 0,95 atm
	Suhu = 76,94 °C
- Umpan	: Tekanan = 1 atm
	Suhu = 89,25 °C
- Dasar Menara	: Tekanan = 1 atm

Suhu = 95,92 °C

Jumlah plate : Top = 7 stage
 Bottom = 9 stage

Spesifikasi : Diameter = 1,2068 m
 Tinggi = 7,125 m
 Tebal *Shell* = 3/16 in
 Tebal *Head* = 3/16 in

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$ 37.999

3.2.8 Menara Distilasi (MD-02)

Tugas : Memisahkan Asam Laktat
 10.503,83 kg.

Jenis Plate : *Sieve Tray*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

- Puncak Menara : Tekanan = 0,95 atm
 Suhu = 119,14 °C
- Umpan : Tekanan = 1 atm
 Suhu = 98,30 °C
- Dasar Menara : Tekanan = 1 atm
 Suhu = 142,36 °C

Jumlah plate : Top = 4 stage

	Bottom	= 4 stage
Spesifikasi	: Diameter	= 2,41 m
	Tinggi	= 13,10 m
	Tebal <i>Shell</i>	= 3/16 in
	Tebal <i>Head</i>	= 3/16 in
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>	
Harga	: \$ 115.599	

3.2.9 Menara Distilasi (MD-03)

Tugas	: Memurnikan produk Metil Laktat sebanyak 1768,1896 kg.	
Jenis Plate	: <i>Sieve Tray</i>	
Jumlah	: 1 buah	
Kondisi Operasi	:	
	- Puncak Menara	: Tekanan = 0,95 atm Suhu = 152,97 °C
	- Umpan	: Tekanan = 1 atm Suhu = 145,89 °C
	- Dasar Menara	: Tekanan = 1 atm Suhu = 224,22 °C
Jumlah plate	: Top = 4 stage Bottom = 6 stage	
Spesifikasi	: Diameter = 0,637 m	

Tinggi = 13,53 m

Tebal *Shell* = 3/16 in

Tebal *Head* = 3/16 in

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$ 32.391

3.2.10 Heater

Tabel 3.2 Spesifikasi Heater

Spesifikasi Heater	Heater (HE-01)	Heater (HE-02)	Heater (HE-03)	Heater (HE-04)	Heater (HE-05)
Tugas	Memanaskan hasil keluaran Mixer (M-01) menuju Reaktor (R-01) dari 30°C menjadi 42°C.	Memanaskan umpan katalis yang masuk ke Reaktor (R-01) dari 30 °C menjadi 40°C.	Memanaskan umpan dari Reaktor (R-01) menuju Menara Distilasi (MD-01) dari 42 ° C menjadi 89,25 ° C.	Memanaskan hasil keluaran Menara Distilasi 1(MD-01) menuju Menara Distilasi (MD-02) dari suhu 95,62 ° C menjadi 96,74 ° C.	Memanaskan hasil keluaran Menara Distilasi 2 (MD-02) menuju Menara Distilasi 2 (MD-02) dari 142°C menjadi 145°C.
Jenis	<i>Double pipe heater</i>	<i>Double pipe heater</i>	<i>Double pipe heater</i>	<i>Double pipe heater</i>	<i>Double pipe heater</i>
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Kebutuhan steam	97,607 kg/jam	0,0005 kg/jam	50,069 kg/jam	306,204 kg/jam	7.404 kg/jam
Dimensi	<i>Annulus : steam (hot fluid)</i> D : ID = 2,469 in OD = 2,88 in <i>Inner pipe : larutan umpan (cold fluid)</i> D : ID = 1,61 in OD = 1,9 in	<i>Annulus : steam (hot fluid)</i> D : ID = 2,067 in OD = 2,38 in <i>Inner pipe : umpan H2O dan H2SO4 (cold fluid)</i> D : ID = 1,38 in OD = 1,66 in	<i>Annulus : steam (hot fluid)</i> D : ID = 2,067 in OD = 2,38 in <i>Inner pipe : larutan umpan (cold fluid)</i> D : ID = 1,38 in OD = 1,66 in	<i>Annulus : steam (hot fluid)</i> D : ID = 2,067 in OD = 2,38 in <i>Inner pipe : larutan umpan (cold fluid)</i> D : ID = 1,38 in OD = 1,66 in	<i>Annulus : steam (hot fluid)</i> D : ID = 1,049 in OD = 1,32 in <i>Inner pipe : larutan umpan (cold fluid)</i> D : ID = 1,38 in OD = 0,493 in
Jumlah <i>hairpin</i>	7 buah	3 buah	9 buah	9 buah	7 buah
Panjang <i>hairpin</i>	12 ft	12 ft	12 ft	12 ft	12 ft
Bahan	<i>Carbon Steel</i>	<i>Stainless steel</i>	<i>Stainless steel</i>	<i>Stainless steel</i>	<i>Stainless Steel</i>
Luas Transfer Panas	14,31 ft ²	2,34 ft ²	13,84 ft ²	139,2 ft ²	38,10 ft ²
Harga	\$ 1.373	\$ 114	\$ 1.259	\$ 20.144	\$ 21.062

3.2.11 Cooler (CL-01)

Tugas : Mendinginkan keluaran hasil atas Menara Distilasi (MD-01) menuju Mixer (M-01) dari suhu 74,6 °C ke suhu 30 °C.

Jenis : *Double Pipe*

Jumlah : 1 buah

Kebutuhan Pendingin : 25173,832 kg/jam

Spesifikasi alat : *Annulus : larutan*

Diameter : ID = 3,068 in

OD = 3,5 in

Inner pipe : air (cold fluid)

Diameter : ID = 1,38 in

OD = 1,32 in

Luas Transfer Panas : 43,9 ft²

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$ 26,553

3.2.12 Cooler (CL-02)

Tugas : Mendinginkan keluaran hasil atas Menara Distilasi (MD-02) menuju Mixer (M-01) dengan suhu 94,37° C ke suhu 30 ° C.

Jenis : *Double Pipe*

Jumlah : 1 buah

Kebutuhan Pendingin : 3017,208 kg/jam

Spesifikasi alat : *Annulus : larutan*

Diameter : ID = 3,068 in

OD = 3,5 in

Inner pipe : air (cold fluid)

Diameter : ID = 1,38 in

OD = 1,32 in

Luas Transfer Panas : 25,255 ft²

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$ 1,488

3.2.13 Cooler (CL-03)

Tugas : Mendinginkan keluaran hasil bawah Menara Distilasi (MD-03) menuju Reaktor (R-01) dengan suhu 228,78°C ke suhu 42 °C.

Jenis : *Double Pipe*

Jumlah : 1 buah

Kebutuhan Pendingin : 27,534 kg/jam

Spesifikasi alat : *Annulus : larutan*

Diameter : ID = 30,493 in

OD = 0,675 in

Inner pipe : air (cold fluid)

Diameter : ID = 0,361 in

OD = 0,54 in

Luas Transfer Panas : 40,082ft²

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$ 343

3.2.14 Cooler (CL-04)

Tugas : Mendinginkan keluaran hasil atas Menara Distilasi (MD-03) menuju Tangki Produk (T-04) dengan suhu 145,46 °C ke suhu 30 °C.

Jenis : *Downterm*

Jumlah : 1 buah

Kebutuhan Pendingin : 6181,360 kg/jam

Spesifikasi alat : *Annulus : larutan*

Diameter : ID = 2,469 in

OD = 2,88 in

Inner pipe : air (cold fluid)

Diameter : ID = 1,38 in

OD = 1,66 in

Luas Transfer Panas : 17,198 ft²

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$ 1.373

3.2.15 Kondensor (CD-01)

Tugas : Mengembunkan hasil keluaran atas Menara
Distilasi (MD-01).

Jenis alat : *Double pipe*

Jumlah : 1 buah.

Media pendingin : Air

Beban panas : 1031763,15 kJ/jam

Jumlah pendingin : 16458,255 Kg/jam

Spesifikasi alat : *Annulus* :

Diameter : ID = 6,065 in

OD = 6,625 in

Inner pipe : air (*cold fluid*)

Diameter : ID = 3,068 in

OD = 3,5 in

Luas Transfer Panas : 95,18 ft²

Bahan : *Stainless Stell*

Harga : \$ 23.349

3.2.16 Kondensor (CD-02)

Tugas : Mengembunkan hasil keluaran atas Menara
Distilasi (MD-02).

Jenis alat : *Double pipe*

Jumlah : 1 buah.

Media pendingin	: Air
Beban panas	: 3593548,51 kJ/jam
Jumlah pendingin	: 57322,789 Kg/jam
Spesifikasi alat	: <i>Annulus</i> :
	Diameter : ID = 6,065 in
	OD = 6,625 in
	<i>Inner pipe</i> : air (<i>cold fluid</i>)
	Diameter : ID = 3,068 in
	OD = 3,5 in
Luas Transfer Panas	: 151,99 ft ²
Bahan	: <i>Stainless Stell</i>
Harga	: \$ 29.415

3.2.17 Kondensor (CD-03)

Tugas	: Mengembunkan hasil keluaran ata Menara Distilasi (MD-03).
Jenis alat	: <i>Double pipe</i>
Jumlah	: 1 buah.
Media pendingin	: Air
Beban panas	: 119983,32 kJ/jam
Jumlah pendingin	: 1913,9239 Kg/jam
Spesifikasi alat	: <i>Annulus</i> :

Diameter : ID = 6,065 in

OD = 6,625 in

Inner pipe : air (cold fluid)

Diameter : ID = 3,068 in

OD = 3,5 in

Luas Transfer panas : 36,52 ft²

Bahan : *Stainless Stell*

Harga : \$ 4.578

3.2.18 Reboiler (RB-01)

Tugas : Menguapkan sebagian hasil bawah Menara Distilasi (MD-01) pada suhu 95,92 °C dengan steam jenuh

Jenis alat : *Double pipe*

Jumlah : 1 buah

Beban panas : 9525822,93 kj/jam

Jumlah *steam* jenuh : 149,997 lb/jam

Spesifikasi alat : *Annulus :*

Diameter : ID = 2,469 in

OD = 2,88 in

Inner pipe : air (cold fluid)

Diameter : ID = 2,067 in

OD = 2,38 in

Luas Transfer Panas : 39,08 ft²

Bahan : *Stainless Stell*

Harga : \$ 37.427

3.2.19 Reboiler (RB-02)

Tugas : Menguapkan sebagian hasil bawah Menara Distilasi (MD-02) pada suhu 142,36 °C dengan steam jenuh

Jenis alat : *Double pipe*

Jumlah : 1 buah

Beban panas : 3723874,96 kj/jam

Jumlah *steam* jenuh : 5838,976 lb/jam

Spesifikasi alat : *Annulus* :

Diameter : ID = 2,067 in

OD = 2,38 in

Inner pipe : air (*cold fluid*)

Diameter : ID = 1,61 in

OD = 1,9 in

Luas Transfer Panas : 194,26 ft²

Bahan : *Stainless Stell*

Harga : \$ 25,523

3.2.20 Reboiler (RB-03)

Tugas	: Menguapkan sebagian hasil bawah Menara Distilasi (MD-03) pada suhu 228,78 °C dengan steam jenuh.
Jenis alat	: <i>Double pipe</i>
Jumlah	: 1 buah
Beban panas	: 118019,43 kj/jam
Jumlah <i>steam</i> jenuh	: 185,026 lb/jam
Spesifikasi alat	: <i>Annulus</i> : Diameter : ID = 2,469 in OD = 2,88 in <i>Inner pipe</i> : air (<i>cold fluid</i>) Diameter : ID = 2,067 in OD = 2,38 in
Luas Transfer Panas	: 99,03 ft ²
Bahan	: <i>Stainless Stell</i>
Harga	: \$ 9,8

3.2.21 Pompa

Tabel 3.3 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi Pompa	Pompa (P-01)	Pompa (P-02)	Pompa (P-03)	Pompa (P-04)
Tugas	Mengalirkan umpan Asam Laktat dari Tangki (T-01) menuju Mixer (M-01).	Mengalirkan umpan Methanol dari Tangki menuju Mixer (M-01).	Mengalirkan umpan dari Mixer (M-01) menuju Reaktor (R-01).	Mengalirkan umpan $C_3H_6O_3$ dan H_2O dari Tangki (T-03) menuju Reaktor (R-01).
Jenis	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Kapasitas	13,240 gpm	20,157 gpm	58,7055 gpm	0,0001 gpm
Ukuran pipa	IPS = 2,5 in ID = 2,469 in OD = 2,88 in Sch N = 40	IPS = 4 in ID = 4,026 in OD = 4,5 in Sch N = 40	IPS = 6 in ID = 5,7 in OD = 6,6 in Sch N = 40	IPS = 3 in ID = 3,068 in OD = 3,5 in Sch N = 40
Total head	1,358 m	1,327 m	2,2764 m	1,353 m
Motor penggerak	1,5 Hp, 3500 rpm	1,5 Hp, 3500 rpm	1,5 Hp, 3500 rpm	1,5 Hp, 3500 rpm
Bahan	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>
Harga	\$ 6,181	\$ 7,096	\$ 10,530	\$ 229

Tabel 3.4 Spesifikasi Pompa (lanjutan)

Spesifikasi Pompa	Pompa (P-05)	Pompa (P-06)	Pompa (P-07)	Pompa (P-08)
Tugas	Mengalirkan keluaran Reaktor (R-01) menuju Menara Distilasi (MD-01).	Mengalirkan hasil atas Menara Distilasi (MD-01) menuju Mixer (M-01).	Mengalirkan keluaran hasil bawah Menara Distilasi (MD-01) menuju Menara Distilasi (MD-02)	Mengalirkan keluaran hasil atas Menara Distilasi (MD-02) menuju Mixer (M-01).
Jenis	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Kapasitas	44,371 gpm	35,070 gpm	32,245 gpm	35,454 gpm
Ukuran pipa	IPS = 2,5 in ID = 2,469 in OD = 2,88 in Sch N = 40	IPS = 3 in ID = 3,068 in OD = 3,5 in Sch N = 40	IPS = 2,5 in ID = 2,469 in OD = 2,88 in Sch N = 40	IPS = 3 in ID = 3,068 in OD = 3,5 in Sch N = 40
Total head	4,153 m	12,525 m	8,160 m	8,076 m
Motor penggerak	1,5 Hp, 3500 rpm	1,5 Hp, 3500 rpm	1,5 Hp, 3500 rpm	1 Hp, 3500 rpm
Bahan	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless steel</i>
Harga	\$ 9,843	\$ 8,241	\$ 8,927	\$ 8,927

Tabel 3.5 Spesifikasi Pompa (lanjutan)

Spesifikasi Pompa	Pompa (P-09)	Pompa (P-010)	Pompa (P-11)
Tugas	Mengalirkan keluaran hasil bawah Menara Distilasi (MD-02) menuju Menara Distilasi (MD-03)	Mengalirkan keluaran hasil atas Menara Distilasi (MD-03) menuju Tangki penyimpanan produk (T-04).	Mengalirkan keluaran hasil bawah Menara Distilasi (MD-03) menuju Reaktor (R-01)
Jenis	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Kapasitas	29,556 gpm	8,2970 gpm	0,110 gpm
Ukuran pipa	IPS = 2,5 in ID = 2,469 in OD = 2,88 in Sch N = 40	IPS = 3 in ID = 3,068 in OD = 3,5 in Sch N = 40	IPS = 2,5 in ID = 2,469 in OD = 2,88 in Sch N = 40
Total <i>head</i>	4,153 m	8,525 m	1,353 m
Motor penggerak	1,5 Hp, 3500 rpm	2 Hp, 3500 rpm	1 Hp, 3500 rpm
Bahan	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainlees steel</i>	<i>Stainless steel</i>
Harga	\$ 8,699	\$ 5,494	\$ 1,373

3.3 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

a.) Kemampuan pasar

Dapat dibagi 2 kemungkinan, yaitu :

1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
2. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
 - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
 - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
 - Mencari daerah pemasaran.

b.) Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Material (bahan baku)

Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

2. Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.

3. Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.