

## BAB III PERANCANGAN PROSES

### 3.1 Uraian Proses

#### 3.1.1 Persiapan Bahan Baku

Proses pembuatan biodiesel ini menggunakan bahan baku berupa minyak jelantah. Minyak jelantah ini terdiri dari 90% trigliserida berupa triolein dan 10% asam lemak bebas berupa asam oleat. Sebelum minyak jelantah tersebut masuk ke dalam mixer maka dipanaskan di dalam *exchanger* dengan panas pembangkit yang berasal dari gliserol sebesar 226°C. Air umpan yang masuk, terlebih dahulu dipanaskan dalam heater menjadi 110°C. Setelah itu antara minyak jelantah dengan air di homogenisasi di dalam *mixer* dengan komposisi perbandingan 1:20 (minyak:air) dicampurkan pada suhu 156°C pada tekanan 1 atm dengan fase dominan cair. Selain terdapat *freshfeed* di dalam mixer juga terdapat aliran *recycle* yang berasal dari menara distilasi dengan suhu sebesar 205°C.

#### 3.1.2 Proses Hidrolisa

Pada proses pembentukan biodiesel ini menggunakan teknologi esterifikasi dua tahap dengan kondisi superkritis dimana tahap pertama dimulai dengan proses hidrolisis. Proses hidrolisis ini memiliki tujuan untuk mengubah minyak jelantah menjadi asam lemak bebas dimana reaksinya berupa

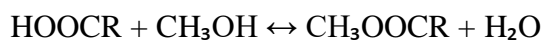


Sebelum memasuki area reaktor, maka umpan dipanasi dalam Heater sampai 156°C agar memudahkan kerja reaktor alir pipa. Reaktor alir pipa digunakan untuk memecahkan trigliserida dengan bantuan air menjadi gliserol dan asam lemak bebas yang beroperasi pada suhu 250°C dan tekanan 78.95 atm dengan menggunakan

media pemanas *steam*. Setelah itu hasil keluar dari reaktor alir pipa masuk ke dalam *decanter* untuk memisahkan fraksi komponen yang ada dan beroperasi pada suhu 250°C dan tekanan 78.95 atm dimana hasil dari *decanter* terbagi dua fraksi berat adalah asam oleat dan triolein sedangkan fraksi ringan gliserol. Selain itu gliserol dimurnikan kembali di menara distilasi dan di dinginkan di dalam *cooler* sehingga kemurnian produk samping berupa gliserol mejadi 99.65% yang disimpan pada tangki penyimpanan bersuhu 50°C

### 3.1.3 Proses Esterifikasi Superkritis

Proses esterifikasi yang dilakukan merupakan proses lanjutan yang bertujuan untuk mengubah asam lemak bebas dengan bantuan metanol pada kondisi superkritis menjadi FAME dan air, dengan reaksi seperti



Tahap pertamanya yaitu mixer (M-02) yang didalamnya terjadi pencampuran antara metanol dengan asam lemak bebas dengan perbandingan molar 20:1 dengan suhu operasi 149°C dan tekanan 1 atm tetapi metanol yang di alirkan dari tangka penyimpanan dipanaskan terlebih dahulu dengan heater hingga suhu 64°C. untuk mempermudah kerja dari reaktor maka hasil *output* dari *mixer* dipanaskan kembali dengan *heater* sampai suhu nya mencapai 270°C. Setelah itu masuk kedalam reaktor alir pipa yang beroperasi di suhu 270°C dan 79 atm agar asam lemak bebas yang ada di dalam minyak jelantah berubah menjadi metil ester dengan bantuan metanol superkritis. Hasil dari reaktor pun dipisahkan di dalam *flashdrum* pada suhu 250°C dan tekanan 79 atm dan dimurnikan dengan menggunakan Menara

distilasi dan adsorber yang akan menjerap air dan metanol yang berlebih sehingga didapatkan metil ester dengan kemurnian 93.86%

### 3.2 Spesifikasi Alat/Mesin Produk

#### 3.2.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku

Tabel 3.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku

Keterangan	Tangki Penyimpanan Bahan Baku	
Kode	T-01	T-02
Fungsi	Menyimpan minyak jelantah selama 14 hari	Menyimpan air selama 14 hari
Tipe	Silinder tegak dengan flat bottom with elliptical head	
Material	Carbon steel SA-283 C	
Jumlah	1	1
Harga (\$)	358.269,096	27.610,339
Kondisi operasi		
Fase	Cair	Cair
Suhu (°C)	25	25
Tekanan (atm)	1	1
Spesifikasi		
Diameter (m)	24.384	4.572
Tinggi (m)	9.144	1.829
Volume (m <sup>3</sup> )	3345.221	22.017
Tebal shell (m)	0.444	0.076
Tebal head (m)	0.417	0.064
Tinggi head (m)	4.438	0.832

#### 3.2.2 Tangki Penyimpanan Produk

Tabel 3.2 Tangki Penyimpanan Produk

Keterangan	Tangki Penyimpanan Produk	
Kode	T-03	T-04
Fungsi	Menyimpan gliserol selama 14 hari	Menyimpan FAME selama 14 hari
Tipe	Silinder tegak dengan <i>flat bottom with elliptical head</i>	Silinder tegak dengan <i>flat bottom with elliptical head</i>
Material	<i>Carbon steel SA-283 C</i>	<i>Carbon steel SA-283 C</i>
Jumlah	1	1
Harga (\$)	111.661,089	921.009,940

Lanjutan Tabel 3.2 Tangki Penyimpanan Produk		
Kondisi operasi		
Fase	Cair	Cair
Suhu (°C)	50	80
Tekanan (atm)	1	1
Spesifikasi		
Diameter (m)	9,144	27,432
Tinggi (m)	9,144	10,973
Volume (m <sup>3</sup> )	340,070	5.473,515
Tebal <i>shell</i> (m)	0,191	0,449
Tebal <i>head</i> (m)	0,160	0,048
Tinggi <i>head</i> (m)	1,664	4,992

### 3.2.3 Heat Exchanger

Tabel 3.3 Spesifikasi *Heat Exchanger*

Kode	E-01
Fungsi	Memanaskan minyak jelantah menuju M-01 dengan panas dari produk samping gliserol
Tipe	<i>Shell and Tubes Exchanger</i>
Material	<i>Carbon steel SA-283 C</i>
Jumlah	1
Harga (\$)	54.998,908
Kondisi operasi	
Suhu (°C)	
<i>Hot fluid input</i>	289,000
<i>Cold fluid input</i>	25,000
<i>Hot fluid output</i>	182,785
<i>Cold fluid output</i>	109,986
Tekanan (atm)	
<i>Hot fluid</i>	1,000
<i>Cold fluid</i>	1,000
Luas transfer panas (m <sup>2</sup> )	49,019
Uc (Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F)	346,381
Ud (Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F)	29,844
Kondisi operasi	

Lanjutan Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	
Kondisi operasi	
<i>Rd calculated</i>	0,031
<i>Rd required</i>	0,001
Spesifikasi <i>Shell</i>	
Aliran fluida	Gliserol
ID (m)	19,250
B (m)	9,625
<i>Passes</i>	1,000
$\Delta P$ (atm)	0,001
Spesifikasi <i>Tube</i>	
Aliran fluida	Minyak jelantah
Nt	224,000
L (m)	3,660
ID (m)	0,017
BWG	18,000
<i>Passes</i>	2,000
$\Delta P$ (atm)	0,014

### 3.2.4 Mixer

Tabel 3.4 Spesifikasi *Mixer*

Spesifikasi	<i>Mixer</i>	
Kode	M-01	M-02
Fungsi	Mencampur air, minyak jelantah dan umpan <i>recycle</i> menuju R-01	Mencampur metanol, fase ringan D-01 dan <i>recycle</i> methanol
Tipe pengaduk	6 blade plate turbin impeller with 4 baffle	6 blade plate turbin impeller with 4 baffle
Material	Carbon steel SA-283 C	Carbon steel SA-283 C
Jumlah	1	1
Harga (\$)	220.439,172	372.240,594
Kondisi operasi		
Suhu (°C)	155,776	148,448
Tekanan (atm)	0,987	0,987
Spesifikasi		
Diameter (m)	3,969	5,942
Tinggi Total (m)	9,507	14,535
Tebal head (m)	0,005	0,005
Tinggi head (m)	0,784	1,326
Daya (HP)	4.000,000	11.400,000

### 3.2.5 Heater

Tabel 3.5 Spesifikasi Heater

Spesifikasi	Heater	
Kode	H-01	H-03
Fungsi	Memanaskan umpan <i>mark up</i> air sebanyak	Memanaskan umpan <i>mark up</i> methanol
Tipe	<i>Double pipe</i>	
Material	<i>Carbon steel SA-283 C</i>	
Jumlah	1	1
Harga (\$)	776,194	1.330,619
Kondisi operasi		
Suhu (°C)		
<i>Hot fluid input</i>	350,000	346,000
<i>Cold fluid input</i>	25,000	25,000
<i>Hot fluid output</i>	180,000	180,000
<i>Cold fluid output</i>	110,000	64,045
Tekanan (atm)		
<i>Hot fluid</i>	1,000	1,000
<i>Cold fluid</i>	1,000	1,000
Luas transfer panas (m <sup>2</sup> )	1,387	1,933
Uc (Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F)	243,430	147,112
Ud (Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F)	21,233	25,020
<i>Rd calculated</i>	0,043	0,033
<i>Rd required</i>	0,001	0,001
Spesifikasi Annulus		
Aliran fluida	Air	Metanol
IPS	2,000	6,000
Sch No (m)	2,032	2,032
ID (m)	0,053	0,151
L (m)	3,660	3,660
Nt	2	1
$\Delta P$ (atm)	0,068	0,135
Spesifikasi Inner pipe		
Aliran fluida	<i>Steam</i>	<i>Steam</i>
IPS	0,500	0,500
Sch No (m)	1,016	1,016
ID (m)	0,016	0,016
L (m)	3,660	3,660

Lanjutan Table 3.5 Spesifikasi Heater		
Spesifikasi Inner pipe		
$\Delta P$ (atm)	0,017	0,003

Tabel 3.6 Spesifikasi Heater

Spesifikasi	Heater	
Kode	H-02	H-04
Fungsi	Memaskan umpan <i>fresh feed</i> R-01	Memaskan umpan <i>fresh feed</i> R-02
Tipe	<i>Shell and Tubes Exchanger</i>	
Material	<i>Carbon steel SA-283 C</i>	
Jumlah	1	1
Harga (\$)	50.230,858	43.577,764
Kondisi operasi		
Suhu ( $^{\circ}C$ )		
<i>Hot fluid input</i>	346,000	348,889
<i>Cold fluid input</i>	155,776	148,448
<i>Hot fluid output</i>	200,000	248,159
<i>Cold fluid output</i>	250,000	270,000
Tekanan (atm)		
<i>Hot fluid</i>	1,000	1,000
<i>Cold fluid</i>	1,000	1,000
Luas transfer panas ( $m^2$ )	74,623	69,461
Uc (Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F)	12.304,009	38.730,704
Ud (Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F)	164,817	187,666
<i>Rd calculated</i>	0,006	0,005
<i>Rd required</i>	0,001	0,001
Spesifikasi Shell		
Aliran fluida	<i>Steam</i>	<i>Steam</i>
ID (m)	0,591	0,635
B (m)	0,295	0,318
<i>Passes</i>	1,000	1,000
$\Delta P$ (atm)	0,001	0,078
Spesifikasi Tube		
Aliran fluida	Minyak jelantah campuran	Asam lemak bebas campuran
Nt	341,000	238,000
L (m)	3,660	3,660
ID (m)	0,015	0,023
BWG	14,000	18,000
<i>Passes</i>	1,000	4,000

Lanjutan Tabel 3.6 Spesifikasi <i>Heater</i>		
Spesifikasi <i>Tube</i>		
$\Delta P$ (atm)	0,036	0,374

### 3.2.6 Reaktor Alir Pipa

Tabel 3.7 Spesifikasi Reaktor Alir Pipa

Spesifikasi	Reaktor Alir Pipa	
Kode	R-01	R-02
Fungsi	Melakukan reaksi hidrolisis antara minyak jelantah dengan air	Melakukan reaksi esterifikasi antara FFA dengan methanol
Tipe	Reaktor alir pipa non katalitik	
Material	<i>Carbon steel SA-283 C</i>	
Jumlah	1	1
Harga (\$)	55.442,448	435.444,984
Kondisi operasi		
Suhu (°C)	250	270
Tekanan (atm)	78,954	78.954
Fase	Superkritis	
Spesifikasi		
Diameter (m)	1,500	1,500
Panjang (m)	9,117	152,799
Tebal pendingin (m)	0,132	0,008
Tebal reaktor (m)	0,013	0,013
Volume reaktor (m <sup>3</sup> )	42,939	719,684
Jumlah hairpin	2,000	1,000
Waktu tinggal (jam)	0,750	0,500
Konversi	0,985	0,950

### 3.2.7 Decanter

Tabel 3.8 Spesifikasi *Decanter*

Kode	D-01
Fungsi	Memisahkan fase berat (gliserol) dan fase ringan (asam oleat)
Tipe	<i>Silinder horizontal</i>
Material	<i>Carbon steel SA-283 A</i>
Jumlah	1
Harga (\$)	411161,192



Lanjutan Tabel 3.8 Spesifikasi <i>Decanter</i>	
Kondisi operasi	
Suhu (°C)	80,000
Tekanan (atm)	250,000
Waktu tinggal (jam)	0,826
Spesifikasi	
Volume (m <sup>3</sup> )	60,825
Diameter tangki (m)	2,956
Panjang (m)	8,868
Tebal <i>shell</i> (m)	0,006
Tebal <i>head</i> (m)	0,006
Tinggi pipa umpan (m)	2,867
Tinggi pipa fase berat (m)	5,160
Tinggi pipa fase ringan (m)	5,160

### 3.2.8 Menara Distilasi

Tabel 3.9 Spesifikasi Menara Distilasi

Spesifikasi	Menara Distilasi	
	MD-01	MD-02
Kode	MD-01	MD-02
Fungsi	Memisahkan Gliserol (produk samping) dengan air	Memisahkan air dan methanol
Jenis	<i>Sieve tray coloum</i>	
Fase umpan masuk	Cair	
Material	<i>Carbon steel SA-283 C</i>	
Jumlah	1	1
Harga (\$)	443.539,581	443.539,581
Kondisi operasi		
Suhu (°C)		
Umpan	523,120	161,536
Distilat	521,517	95,245
<i>Bottom</i>	553,150	90,000
Tekanan (atm)		
Umpan	5,250	2,346
Distilat	5,100	0,400
<i>Bottom</i>	0,109	0,088
Spesifikasi		
Tinggi menara (m)	12,544	19,059
Volume (m <sup>3</sup> )	52,955	702,385

Lanjutan Tabel 3.9 Menara Distilasi		
Spesifikasi		
Diameter (m)	2,521	8,100
Tebal <i>shell</i> (m)	2,559	0,025
Tebal <i>head</i> (m)	1,000	0,038
Tebal isolator (m)	0,500	0,500
Jumlah <i>tray</i>	19,145	26,246
<i>Feed tray</i>	19,145	26,246
<i>Tray spacing</i>	0,450	0,450
<i>Weir height</i> (m)	0,054	0,054
Tebal <i>tray</i> (m)	0,005	0,005
<i>Hole diameter</i>	0,005	0,005
<i>Rasio reflux</i>	0,009	0,001

### 3.2.9 Cooler

Tabel 3.10 Spesifikasi *Cooler*

Spesifikasi	<i>Cooler</i>
Kode	CI-01
Fungsi	Mendinginkan hasil dari E-01
Tipe	<i>Double pipe</i>
Material	<i>Carbon steel SA-283 C</i>
Jumlah	1
Harga (\$)	20.291,936
Kondisi operasi	
Suhu (°C)	
<i>Hot fluid input</i>	184,732
<i>Cold fluid input</i>	28,000
<i>Hot fluid output</i>	50,000
<i>Cold fluid output</i>	80,000
Tekanan (atm)	
<i>Hot fluid</i>	1,000
<i>Cold fluid</i>	1,000
Luas transfer panas (m <sup>2</sup> )	15,103
Uc (Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F)	12.201,930
Ud (Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F)	50,416
<i>Rd calculated</i>	0,020
<i>Rd required</i>	0,001
Spesifikasi <i>Annulus</i>	

Lanjutan Tabel 3.10 Spesifikasi <i>Cooler</i>		
Spesifikasi <i>Annulus</i>		
Aliran fluida	Air	
IPS		8,000
Sch No (m)		2,032
ID (m)		0,203
L (m)		3,660
Nt		6
$\Delta P$ (atm)		0,314
Spesifikasi <i>Inner pipe</i>		
Aliran fluida	Gliserol	
IPS		1,000
Sch No (m)		1,016
ID (m)		0,027
L (m)		3,660
$\Delta P$ (atm)		0,057

Tabel 3.11 Spesifikasi *Cooler*

Kode	CL-02	CL-03
Fungsi	Mendinginkan produk keluaran R-02	Mendinginkan produk utama FAME
Tipe	<i>Shell and Tubes Exchanger</i>	
Material	Carbon steel SA-283 C	
Jumlah	1	1
Harga (\$)	72.296,952	72.296,952
Kondisi operasi		
Suhu (°C)		
<i>Hot fluid input</i>	270,000	161,536
<i>Cold fluid input</i>	30,000	30,000
<i>Hot fluid output</i>	162,000	80,000
<i>Cold fluid output</i>	80,000	80,000
Tekanan (atm)		
<i>Hot fluid</i>	1,000	1,000
<i>Cold fluid</i>	1,000	1,000
Luas transfer panas (m <sup>2</sup> )	46,311	110,265
Uc (Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F)	601,679	321,331
Ud (Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F)	89,445	228,204
<i>Rd calculated</i>	0,010	0,001
<i>Rd required</i>	0,001	0,001

Lanjutan Tabel 3.11 Spesifikasi <i>Cooler</i>		
Spesifikasi <i>Shell</i>		
Aliran fluida	Steam	Steam
ID (m)	0,737	0,991
B (m)	0,368	0,495
Passes	1,000	1,000
$\Delta P$ (atm)	0,635	0,020
Spesifikasi <i>Tube</i>		
Aliran fluida	Metanol campuran	Metanol campuran
Nt	127,000	252,000
L (m)	3,660	3,660
ID (m)	0,029	0,036
BWG	18,000	18,000
Passes	4,000	4,000
$\Delta P$ (atm)	0,119	0,060

### 3.2.10 *Flashdrum Separator*

Tabel 3.12 Spesifikasi *Flashdrum Separator*

Kode	FD-01
Fungsi	Memisahkan antara FAME dari bahan lainnya
Tipe	<i>Vertical drum elliptical flanged with dished head</i>
Material	<i>Carbon steel SA-285 A</i>
Jumlah	1
Harga (\$)	308.260,009
Kondisi operasi	
Suhu (°C)	161,536
Tekanan (atm)	2,346
Spesifikasi	
Diameter (m)	5,182
Tinggi (m)	17,807
Volume (m <sup>3</sup> )	329,215
Tebal <i>head</i> (m)	5,486
Tinggi <i>head</i> (m)	1,098
Tebal <i>shell</i> (m)	0,006
Tinggi umpan masuk (m)	4,322

### 3.2.11 Adsorber

Tabel 3.13 Spesifikasi Adsorber

Spesifikasi	Menara Adsorber	
Kode	Ad-01	Ad-02
Fungsi	Menjerap H <sub>2</sub> O dalam keluaran FD-01	Menjerap CH <sub>3</sub> OH dalam keluaran Ad-01
Tipe	Menara dengan bahan isian	
Material	<i>Carbon steel SA-283 C</i>	
Jumlah	1	1
Harga (\$)	99.241,981	63.647,929
Kondisi operasi		
Suhu (°C)	161,536	161,536
Tekanan (atm)	0,987	0,987
Waktu tinggal (jam)	0,500	0,500
Spesifikasi		
Diameter (m)	1,981	1,567
Tinggi (m)	1,850	2,429
Bahan isian	Gel Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gel LiCl
Jumlah silika (kg)	523,494	534,839
Luas penampang menara (ft <sup>2</sup> )	33,173	20,760
Tebal <i>shell</i> (m)	0,005	0,005
Tebal <i>head</i> (m)	0,005	0,005
Bentuk <i>head</i>	<i>Elliptical dished head</i>	

### 3.2.12 Condenser

Tabel 3.14 Spesifikasi Condenser

Spesifikasi	Condenser	
Kode	Cd-01	Cd-02
Fungsi	Mengembunkan uap hasil atas MD 01	Mengembunkan uap hasil atas MD 02
Tipe	<i>Double pipe</i>	
Material	<i>Carbon steel SA-283 C</i>	
Jumlah	1	1
Harga (\$)	332,655	1.108,849
Kondisi operasi		
Suhu (°C)		
<i>Hot fluid input</i>	248,367	64,045

Lanjutan Tabel 3.14 Spesifikasi <i>Condenser</i>		
Kondisi operasi		
<i>Cold fluid input</i>	10,000	10,000
<i>Hot fluid output</i>	90,000	50,000
<i>Cold fluid output</i>	40,000	20,000
Tekanan (atm)		
<i>Hot fluid</i>	5,100	0,131
<i>Cold fluid</i>	1,000	1,000
Luas transfer panas (m <sup>2</sup> )	0,126	0,806
Uc (Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F)	1.843,887	4.749,467
Ud (Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F)	96,322	85,884
<i>Rd calculated</i>	0,010	0,011
<i>Rd required</i>	0,001	0,001
Spesifikasi <i>Annulus</i>		
Aliran fluida	air	Air
IPS	8,000	8,000
Sch No (m)	0,762	0,762
ID (m)	0,203	0,203
L (m)	3,660	3,660
Nt	0,050	0,320
$\Delta P$ (atm)	0,002	0,043
Spesifikasi <i>Inner pipe</i>		
Aliran fluida	Uap MD-01	Uap MD-02
IPS	4,000	6,000
Sch No (m)	1,016	1,016
ID (m)	0,102	0,154
L (m)	3,660	3,660
$\Delta P$ (atm)	0,246	0,103

### 3.2.13 Expander Valve

Tabel 3.15 Spesifikasi *Expander Valve*

Kode	EV-01	EV-02	EV-03	EV-04
Fungsi	Menurunkan tekanan gas dari D-01 menuju MD-01	Menurunkan tekanan gas dari D-01 menuju MD-01	Menurunkan tekanan gas dari R-02 menuju FD-01	Menurunkan tekanan gas dari D-01 menuju MD-01
Tipe	Gate valve 3/4 open (konstanta friksi besar)			
Materi	Carbon Steel			

Jumlah	1	1	1	1
Kondisi Operasi				
Suhu (°C)	250.000	226.000	270.000	226.000
Tekanan (atm)	78.950	78.950	78.950	78.950
Spesifikasi				
Dopt (m)	0.074	0.031	0.113	0.030
OD pipa (m)	0.089	0.048	0.141	0.048
Re	184648.629	6244.055	614761.197	328945.741
Le (m)	142.515	990.093	49.987	1201.642

### 3.2.14 Accumulator

Tabel 3.16 Spesifikasi Accumulator

Spesifikasi	Accumulator	
Kode	V-01	V-02
Fungsi	Sebagai penampung keluaran Cd pada MD-01 untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar	Sebagai penampung keluaran Cd pada MD-02 untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar
Jenis	Tangki silinder horizontal	
Material	Plate steel SA-283 C	
Jumlah	1	1
Harga (\$)	15.000	26.500
Spesifikasi		
Volume (m <sup>3</sup> )	2,148	10,209
Diameter (m)	0,756	1,271
Panjang (m)	4,914	8,252
Tebal <i>shell</i> (m)	0,010	0,016
Tebal <i>head</i> (m)	0,010	0,013
Tinggi <i>head</i> (m)	0,189	0,313

### 3.2.15 Reboiler

Tabel 3.17 Spesifikasi Reboiler

Spesifikasi	Reboiler
-------------	----------

Lanjutan Tabel 3.17 Spesifikasi <i>Reboiler</i>		
Kode	Rb-01	Rb-02
Fungsi	Menguapkan hasil bawah MD 1	Menguapkan hasil bawah MD 2
Tipe	<i>Double pipe</i>	
Material	<i>Carbon steel SA-283 C</i>	
Jumlah	1	1
Harga (\$)	997.964	1108,849
Kondisi operasi		
Suhu (°C)		
<i>Hot fluid input</i>	373,478	371,111
<i>Cold fluid input</i>	280,000	90,000
<i>Hot fluid output</i>	371,111	326,850
<i>Cold fluid output</i>	309,479	145,335
Tekanan (atm)		
<i>Hot fluid</i>	4,000	4,000
<i>Cold fluid</i>	0,109	0,088
Luas transfer panas (m <sup>2</sup> )	0,416	0,707
Uc (Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F)	1522,691	3237,304
Ud (Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F)	84,721	49,836
<i>Rd calculated</i>	0,011	0,020
<i>Rd required</i>	0,001	0,001
Spesifikasi Annulus		
Aliran fluida	Hasil bawah MD-01	Hasil bawah MD-02
IPS	2,000	2,000
Sch No (m)	1,016	1,016
ID (m)	0,053	0,053
L (m)	3,660	3,660
Nt	0,600	1,020
$\Delta P$ (atm)	0,309	0,099
Spesifikasi Inner pipe		
Aliran fluida	Steam	Steam
IPS	0,500	1,000
Sch No (m)	1,016	1,016
ID (m)	0,016	0,027
L (m)	3,660	3,660
$\Delta P$ (atm)	0,077	0,113



### 3.2.16 Compressor

Tabel 3.18 Spesifikasi *Compressor*

Spesifikasi	Compressor
Kode	C-07
Fungsi	Mengalirkan air dan methanol dari flash drum ke MD 2
Jenis	<i>Centrifugal single stage dengan intercooler</i>
Material	<i>Carbon Steel SA-283 C</i>
Jumlah	1
Harga (\$)	5.009.323,419
Kondisi operasi	
Suhu (°C)	
Input	161.536
Output	161.721
Tekanan (atm)	
Input	2.346
Output	2.350
Daya (HP)	0.194
Efisiensi	73.00%

### 3.2.17 Pompa

Tabel 3.19 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Pompa								
Kode	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	P-07	P-08	P-09
Fungsi	Mengalirkan WCO dari T-01 menuju E-01	Mengalirkan WCO dari E-01 menuju M-01	Mengalirkan air dari T-03 menuju H-01	Mengalirkan fluida dari M-01 menuju H-02	Mengalirkan fluida dari H-02 menuju R-01	Mengalirkan fluida dari R-01 menuju D-01	Mengalirkan distilat dari MD-01 menuju M-01	Mengalirkan gliserol dari MD-01 menuju E-01	Mengalirkan gliserol dari E-01 menuju Cl
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>								
Material	<i>Carbon steel 316 AISI</i>								
Jumlah	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Harga (\$)	13.084,418	13.084,418	4.657,166	14.636,808	14.636,808	14.636,808	9.979,641	6.431,324	5.987,784
Spesifikasi									
Suhu operasi (°C)	25,000	109,986	25,000	137,482	250,000	250,000	248,367	280,000	80,000
Kapasitas (gpm)	111,581	111,663	0,474	160,310	161,739	161,486	45,682	9,893	9,827
Diameter opt (in)	2,635	2,635	0,493	3,204	3,204	3,204	1,682	0,824	0,742
Panjang total (m)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Head pompa (ft)	2,722	27,901	2,578	754,085	1284,180	29,825	11,488	23,130	2,585
Daya pompa (HP)	0,219	1,540	0,001	51,096	87,015	2,021	0,296	0,172	0,019
Efisiensi pompa	44%	64%	44%	78%	78%	78%	58%	44%	44%
Daya motor pompa (HP)	0,273	1,878	0,001	56,774	95,621	2,465	0,370	0,214	0,024

Tabel 3.20 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Pompa								
Kode	P-10	P-11	P-12	P-13	P-14	P-15	P-16	P-17	P-18
Fungsi	Mengalirkan gliserol dari CI-01 menuju T-04	Mengalirkan fluida dari D-01 menuju M-02	Mengalirkan metanol dari T-02 menuju H-03	Mengalirkan fluida dari FD-01 menuju Ad-01	Mengalirkan fluida dari Ad-01 menuju Ad-02	Mengalirkan Biodiesel dari Ad-02 menuju CI-02	Mengalirkan biodiesel dari CI-02 menuju T-05	Mengalirkan produk atas MD-01 menuju M-01	Mengalirkan produk atas MD-02 menuju M-02
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>								
Material	<i>Carbon steel 316 AISI</i>								
Jumlah	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Harga (\$)	5.987,784	13.084,418	16.189,195	13.084,418	13.084,418	13.084,418	13.084,418	5.766,015	15.967,425
Spesifikasi									
Suhu operasi (°C)	50,000	250,000	25,000	161,550	161,550	161,550	80,000	145,335	95,245
Kapasitas (gpm)	9,819	106,092	213,779	118,201	117,440	108,567	108,050	7,242	214,723
Diameter opt (in)	0,742	2,635	3,760	2,875	2,875	2,635	2,635	0,675	3,732
Panjang total (m)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Head pompa (ft)	4,222	31,969	2,653	5,428	7,333	2,631	2,618	14,060	60,274
Daya pompa (HP)	0,031	1,703	0,234	0,327	0,438	0,146	0,145	0,058	5,380
Efisiensi pompa	44%	65%	79%	64%	64%	64%	64%	58%	78%
Daya motor pompa (HP)	0,036	2,077	0,292	0,409	0,548	0,183	0,182	0,073	6,405

### 3.3 Perencanaan Produksi

#### 3.3.1 Kapasitas Perancangan

Kapasitas perancangan yang ditentukan dalam merancang pabrik biodiesel ini dengan menggunakan rancangan kebijakan pemerintah sesuai dengan RIPIN, 2015 dan (Anonim, 2015) tentang substitusi bahan bakar fosil sebesar 15%, selain itu permintaan biodiesel di Indonesia yang meningkat juga mempengaruhi rencana pembangunan pabrik biodiesel. Pabrik biodiesel ini menggunakan bahan baku minyak jelantah dimana keberadaan minyak jelantah ini banyak di Indonesia. Oleh karena itu pabrik biodiesel ini akan dibangun dengan kapasitas 250.000 ton/tahun.

#### 3.3.2 Analisis Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses biodiesel ini akan mempengaruhi ketersediaan bahan baku terhadap kapasitas pabrik. Bahan baku dalam proses ini yaitu minyak jelantah, metanol dan air. Seperti pada penjelasan Tabel 3.21 yaitu

Tabel 3.21 Analisis Bahan Baku Biodiesel

No	Komponen	Kebutuhan	Ketersediaan Bahan Baku
		(ton/tahun)	(ton/tahun)
1	Minyak jelantah	216.611,26	
	Yayasan Lengis Hijau		258.420
	Artha metro oil		310.320
	borneo synergy dua		480
	Jumlah	216.611,26	569.220
2	Methanol	508.140,81	
	Kaltim metanol industri		660.000
	Medco methanol bunyu		330.000
	Jumlah	508.140,81	990.000

Berdasarkan data yang telah dicantumkan, dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bahan baku berupa minyak jelantah, metanol, dan air dapat memenuhi

kebutuhan pabrik sehingga proses produksi dapat berjalan dan memenuhi kebutuhan biodiesel di Indonesia.

### **3.3.3 Analisis Kebutuhan Alat Proses**

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses, umur ekonomis peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.