

**TUGAS PRA PERANCANGAN PABRIK KIMIA**



**TUGAS PRA PERANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI MINYAK BIJI KARET  
DENGAN KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**

Oleh :

**Aji Hendra Sarosa  
Djati Kusumaningrum**

**21030110151048  
21030110151106**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2012**

## EXECUTIVE SUMMARY

<b>JUDUL TUGAS</b>	<b>PERANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI MINYAK BIJI KARET</b>	
	<b>KAPASITAS PRODUKSI</b>	<b>60.000 Ton/Tahun</b>

### 1. STRATEGI PERANCANGAN

Latar Belakang	<ul style="list-style-type: none"><li>- Minyak bumi sebagai sumber energi utama yang tidak terbarukan tingkat ketersediaannya semakin berkurang.</li><li>- Konsumsi minyak bumi terus meningkat dan tercatat 0,95 juta barel per hari tahun 2000, menjadi 1,0516 juta barel per hari tahun 2003 dan sedikit menurun menjadi 1,0362 juta barel per hari tahun 2004. Cadangan minyak bumi Indonesia diperkirakan akan habis dalam waktu 20 tahun.</li><li>- Biodiesel merupakan salah satu sumber energi alternatif pengganti bahan bakar mesin diesel yang bersifat <i>renewable</i>, <i>biodegradeble</i> serta mempunyai beberapa keunggulan dari segi lingkungan apabila dibandingkan dengan petroleum diesel.</li></ul>
Dasar Penetapan Kapasitas Produksi	<p>Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik Biodiesel dari minyak biji karet, yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"><li>a. Proyeksi Kebutuhan Pasar Kebutuhan biodiesel 2009 mencapai 720 ribu ton. Sementara itu kebutuhan biodiesel di dalam negeri sebanyak 1,3 juta ton pada 2010 dan akan bertambah menjadi 1,7 juta ton pada 2011. Hal itu dihitung berdasarkan kandungan biodiesel dalam solar sebanyak 5% dengan estimasi konsumsi solar 34 juta ton pada 2011. Konsumsi nasional biodiesel pada tahun 2016-2025 diharapkan telah mencapai level '<i>high performance</i>' dimana produk yang dihasilkan memiliki angka setana yang tinggi dan casting point yang rendah. Hasil yang dicapai diharapkan dapat memenuhi 5% dari konsumsi nasional atau ekuivalen dengan 4,7 juta ton.</li></ol>

	<p>b. Ketersediaan bahan baku</p> <p>Bahan Biji Karet dapat diperoleh dari perkebunan yang ada di seluruh pulau Jawa dengan luas lahan 132.100 Ha.(katalog BPS, 2010). Berdasarkan informasi yang didapat dari (Warta penelitian dan pengembangan pertanian, 2009) menyebutkan bahwa, biasanya tanaman karet berbunga dan berbuah dua kali dalam setahun. Jumlah biji karet yang dihasilkan dari satu hektar tanaman sangat bervariasi, yaitu sekitar 3.000-450.000 butir/ha/tahun atau sama dengan 10,5 -1575 Kg/ha/tahun, sehingga biji karet yang tersedia sekitar 208.057 ton biji karet/tahun.</p> <p>c. Kapasitas pabrik yang sudah beroperasi</p> <p>Dengan mendasar pada pertimbangan kurangnya kebutuhan biodiesel dari pabrik yang sudah beroperasi dan ketersediaan bahan baku biji karet, maka kapasitas pemasangan pabrik biodiesel ini akan didirikan pada tahun 2015 yaitu sebesar 60.000 ton per tahun.</p>
<p>Dasar Penetapan Lokasi Pabrik</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sumber bahan baku <p>Lokasi mendekati bahan baku karena bahan baku lebih berat dari produk yang dihasilkan dan daerah perkebunan terluas di pulau Jawa yaitu Jawa Barat. Alasan pemilihan lokasi ini dikuatkan dengan pabrik-pabrik biodiesel yang telah dan akan berdiri di Indonesia. Semua pabrik tersebut didirikan di dekat sumber bahan baku minyak/asam lemak.</p> </li> <li>2. Pemasaran <p>Daerah ini dekat dengan pelabuhan yang akan memudahkan pengangkutan bahan baku kebutuhan pabrik yang didatangkan dari luar pulau.</p> </li> <li>3. Ketersediaan Air dan Listrik <p>Air dan listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam industri. Daerah Cirebon yang kering menyebabkan kebutuhan air diperoleh dari air laut maupun PDAM setempat sedangkan kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan juga menggunakan generator listrik.</p> </li> </ol>

	<p>4. Transportasi</p> <p>Sarana dan prasarana transportasi yang memadai. Pengiriman bahan baku dan distribusi produk dilakukan melalui jalur laut menggunakan kapal ferry untuk pemasaran di luar pulau. Daerah di Cirebon memiliki fasilitas transportasi darat dan laut yang baik dan mudah dicapai sehingga proses transportasi dapat ditangani dengan baik.</p> <p>5. Tenaga Kerja</p> <p>Pendirian pabrik biodiesel di Cirebon dapat membuka lapangan pekerjaan bagi penduduk Cirebon Lokasi pabrik berdekatan dengan pemukiman penduduk setempat sehingga mempermudah perekrutan tenaga kerja.</p> <p>6. Pembuangan Limbah</p> <p>Daerah Cirebon memiliki wilayah laut yang luas, memungkinkan limbah yang sudah diolah dan lolos dari analisa mengenai dampak terhadap lingkungan (Amdal) sehingga tidak membahayakan lingkungan dapat dibuang ke laut.</p>
Pemilihan Proses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleksi proses pembuatan biodiesel dari minyak jarak berdasarkan kandungan bahan baku yang terdapat dalam minyak. Kandungan terbesar dari minyak jarak (% berat) adalah trigliserida yaitu 82%, sedangkan sisanya asam lemak bebas dan gum, adanya sedikit kandungan asam lemak bebas dan moisture dalam reaktan akan menyebabkan terbentuknya sabun, menurunkan yield dan mempersulit pemisahan biodiesel dan gliserol. Oleh karena itu asam lemak bebas terlebih dahulu di konversi menjadi biodiesel dengan proses esterifikasi kemudian trigliserida di konversi menjadi biodiesel dengan proses transesterifikasi.</li> <li>• Proses yang digunakan dalam pra rancangan pabrik biodiesel ada dua yaitu : esterifikasi asam lemak bebas dengan katalis asam kuat <math>H_2SO_4</math> dan transesterifikasi trigliserida dengan katalis basa kuat <math>NaOH</math>.</li> <li>• Konversi produk mencapai 88,84%</li> </ul>
Bahan Baku	
Jenis	<p>Biji karet</p> <p>Air</p>

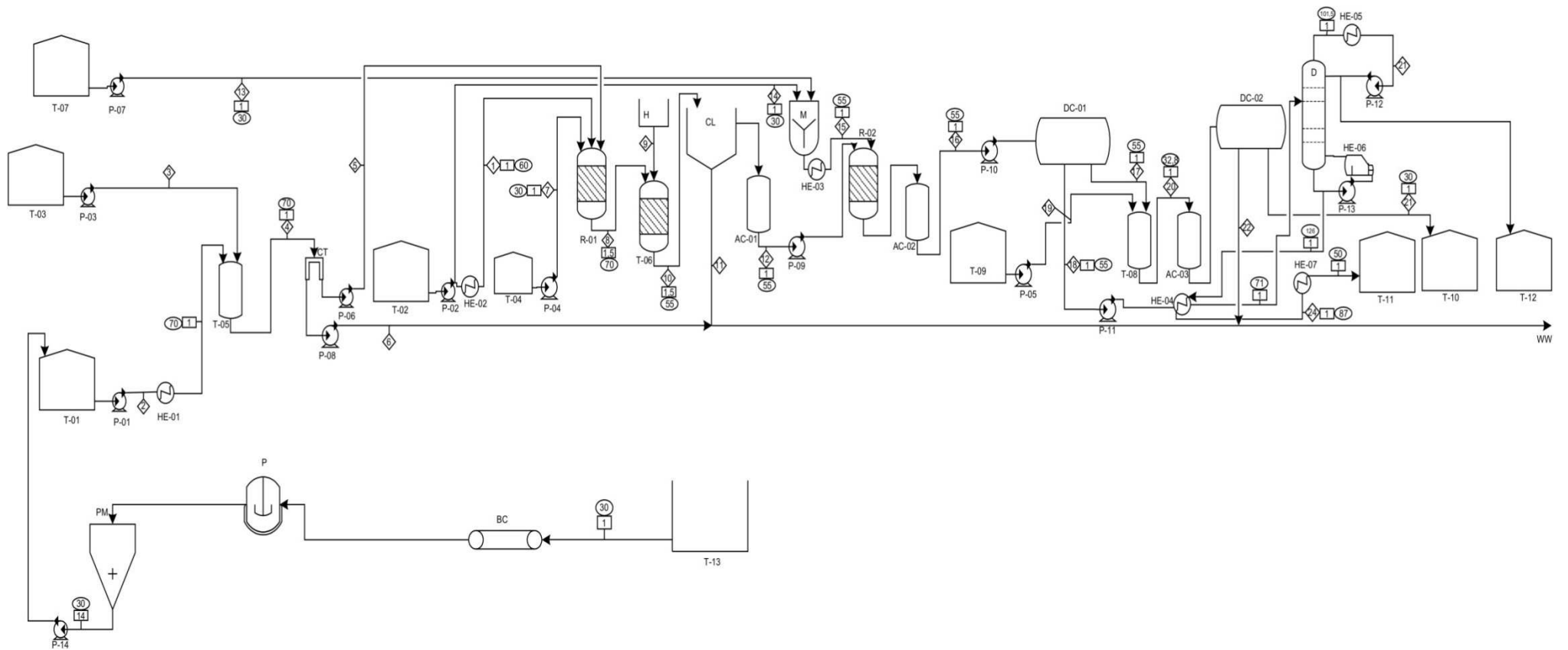
	Methanol
Spesifikasi	<p>Biji karet</p> <p>✓ Sifat fisik biji karet :</p> <p>Bentuk : kotak bentuk tiga atau empat</p> <p>Warna : coklat dan kernel putih kekuningan</p> <p>Nilai kalor : 18850 J/g</p> <p>Refractive indeks (400C) : 1,466-1,469</p> <p>Kekentalan kinematik (1000F): 4,5 Cp</p> <p>✓ Sifat kimia biji karet adalah sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Minyak : 40-50%</li> <li>2. Abu : 2,71%</li> <li>3. Protein : 22,17%</li> <li>4. Air : 3,71%</li> <li>5. Karbohidrat : 24,21%</li> </ol> <p>Air (H<sub>2</sub>O)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wujud : Cair</li> <li>- BM : 18</li> <li>- Bau : Tidak berbau</li> <li>- Warna : Jernih</li> <li>- Titik Didih : 100°C (pada 1 atm)</li> <li>- Density (30°C), gr/cc : 0,994</li> </ul> <p>Methanol</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wujud : bening tak berwarna</li> <li>- Massa relative : 32,04 g/mol</li> <li>- Specific gravity : 0,7918</li> <li>- Titik leleh : -97°C</li> <li>- Titik didih : 64,7°C</li> <li>- Kelarutan dalam air : sangat larut</li> <li>- Keasaman : 15,5 pKa</li> </ul>
Kebutuhan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biji Karet = 15.099,38 kg/jam</li> <li>- Air (H<sub>2</sub>O) = 5.303,091 kg/jam</li> <li>- methanol = 901,239 kg/jam</li> </ul>

Asal	- biji Karet dari perkebunan karet di seluruh wilayah Jawa Barat - methanol dari Pabrik sekitar
Produk	
Jenis	Biodiesel
Spesifikasi	<p>Biodiesel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wujud : cairan</li> <li>- Warna : putih agak kekuningan</li> <li>- Titik Leleh (°C) : 4-35</li> <li>- Bilangan Ester (mgKOH/gr) : 133,98-191,0</li> <li>- Viskositas (cP) : 5,99-1956</li> <li>- Densitas : 0,8509-0,8785</li> <li>- Flash Point (°C) : 110</li> <li>- Moisture (ppm) : 300</li> <li>- Bilangan asam (mgKOH/g) : 0,5</li> <li>- Total gliserol (%) : 0,25</li> <li>- Gliserol Bebas (%) : 0,02</li> <li>- Kandungan Fosfor (%) : 10</li> <li>- Kandungan methanol (%) : 0,3</li> </ul>
Laju Produksi	7.549,689 kg/jam
Daerah Pemasaran	Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri

## 2. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN

### 2.1 Flowsheet

### Flowsheet Biodiesel



**Keterangan:**

<b>Kode</b>	<b>Nama Alat</b>
AC-01	Tangki Akumulator 1
AC-02	Tangki Akumulator 2
AC-03	Tangki Akumulator 3
CL	Clarifier
CT	Centrifuge
D	Kolom Distilasi
DC-01	Dekanter 1
DC-02	Dekanter 1
HE-01	Heataer 1
HE-02	Heataer 2
HE-03	Heataer 3
HE-04	Heataer 4
HE-05	Kondensor
HE-06	Reboiler
HE-07	Cooler
M	Mixer
P-01	Pompa Minyak Karet
P-02	Pompa Metanol
P-03	Pompa Asam Phosphat
P-04	Pompa Asam Sulfat
P-05	Pompa Penyimpanan Air
P-06	Pompa dari C-01 menuju R-01
P-07	Pompa dari T-07 menuju M
P-08	Pompa dari C-01 menuju WW
P-09	Pompa dari AC-01 menuju R-02
P-10	Pompa dari AC-02 menuju DC-01
P-11	Pompa dari DC-01 menuju HE-04
P-12	Pompa dari HE-05 menuju D
P-13	Pompa dari D menuju HE-06
P-14	Pompa dari pengepres menuju T-01
P	Pengukus

R-01	Reaktor Esterifikasi
R-02	Reaktor Transesterifikasi
BC	Belt Conveyor
T-01	Tangki Penyimpan Minyak Karet
T-02	Tangki Penyimpan Metanol
T-03	Tangki Penyimpan Asam Phosphat
T-04	Tangki Penyimpan Asam Sulfat
T-05	Tangki Deggumer
T-06	Tangki Netralisasi Asam Sulfat
T-07	Tangki Penyimpan NaOH
T-08	Tangki Netralisasi Biodiesel
T-09	Tangki Penyimpan Air
T-10	Tangki Penyimpan Biodiesel
T-11	Tangki Penyimpan Gliserol
T-12	Tangki Penyimpan Crude Metanol
T-13	Tangki Penyimpan Biji Karet
PM	Pressing Machine

## 2.2 Peneracaan

### 2.2.1 Neraca Massa

#### A. Neraca Massa Tangki Degummer (T-05)

Komponen	Masuk		Keluar
	2	3	4
Triglicerida (T)	6.190,745	-	6.190,745
FFA (F)	1.300,811	-	1.300,811
Gum Phospahat(GP)	-	-	64,55
Gum (Gu)	58,133	-	-
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (PA)	-	6,417	-
H <sub>2</sub> O (W)	-	1,132	1,132
<b>Sub Total</b>	<b>7,549</b>	<b>7,549</b>	<b>7.557,239</b>
<b>Total</b>	<b>7.557,239</b>		

**B. Neraca Massa di Centrifuge (CT)**

Komponen	Masuk		Keluar	
	4	5	6	
Trigliserida (T)	6.190,745	6.190,745	-	
FFA (F)	1.300,811	1.300,811	-	
Gum Phospahat(GP)	64,55		64,55	
Gum (Gu)	-	-	-	
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (PA)	-	-	-	
H <sub>2</sub> O (W)	1,132		1,132	
Sub Total	7.557,239	7.491,556	65,682	
Total		7.557,239		

**C. Neraca Massa di Reaktor Esterifikasi (R-01)**

Komponen	Masuk			Keluar
	1	5	7	8
Trigliserida (T)	-	6.190,745	-	6.190,745
Metanol (M)	901,239	-	-	767,795
Biodiesel (B)	-	-	-	1.213,974
H <sub>2</sub> O (W)	1,300	-	0,13	76,689
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (SA)	-	-	6,504	6,504
FFA (F)	-	1.300,811	-	145,171
Sub Total	902,591	7.491,556	6,634	8.400,781
Total	8.400,781			

**D. Neraca Massa di Tangki Netralisasi (T-06)**

Komponen	Masuk		Keluar
	8	9	10
Trigliserida (T)	6.190,745	-	6.190,745
Metanol (M)	767,795	-	767,795
Biodiesel (B)	1.213,974	-	1.213,974
H <sub>2</sub> O (W)	76,689	-	77,888
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (SA)	6,504	-	-

<b>CaO (OCa)</b>	-	3,767	-
<b>FFA (F)</b>	145,171	-	145,171
<b>CaSO<sub>4</sub> (SCa)</b>	-	-	9,072
<b>Sub Total</b>	8.400,781	3,767	8.404,548
<b>Total</b>	8.404,548		

**E. Neraca Massa di Clarifier (CL-01)**

<b>Komponen</b>	<b>Masuk</b>		<b>Keluar</b>	
	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>Trigliserida (T)</b>	6.190,745	-	6.190,745	
<b>Metanol (M)</b>	767,795	-	767,795	
<b>Biodiesel (B)</b>	1.213,974	-	1.213,974	
<b>H<sub>2</sub>O (W)</b>	77,888	-	77,888	
<b>FFA (F)</b>	145,171	-	145,171	
<b>CaSO<sub>4</sub> (Sca)</b>	9,072	8,912	0,159	
<b>Sub Total</b>	8.404,548	8,912	8.395,635	
<b>Total</b>	8.404,548			

**F. Neraca Massa di Mixer (M)**

<b>Komponen</b>	<b>Masuk</b>		<b>Keluar</b>
	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Metanol (M)</b>	-	907,411	907,411
<b>NaOH</b>	37,144	-	37,144
<b>H<sub>2</sub>O (W)</b>	1,486	1,361	2,847
<b>Sub Total</b>	38,63	908,772	947,402
<b>Total</b>	947,402		

**G. Neraca Massa di Reaktor Transesterifikasi (R-02)**

<b>Komponen</b>	<b>Masuk</b>		<b>Keluar</b>
	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
<b>Trigliserida (T)</b>	6.190,745	-	1.239,387
<b>Metanol (M)</b>	767,795	907,411	1.128,471
<b>Biodiesel (B)</b>	1.213,974	-	6.188,107

<b>H<sub>2</sub>O (W)</b>	77,888	2,847	80,735
<b>FFA (F)</b>	145,171	-	145,171
<b>Gliserol (G)</b>	-	-	523,216
<b>NaOH (N)</b>	-	37,144	37,144
<b>CaSO<sub>4</sub> (Sca)</b>	0,159	-	0,159
<b>Sub Total</b>	8.395,635	947,402	9.343,037
<b>Total</b>	9.343,037		

#### H. Neraca Massa di Dekanter (DC-01)

<b>Komponen</b>	<b>Masuk</b>		<b>Keluar</b>	
	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
<b>Biodiesel (B)</b>	6.188,107	6.188,107	-	-
<b>Gliserol (G)</b>	523,216	5,074	518,142	-
<b>Metanol (M)</b>	1.128,471	247,524	880,946	-
<b>Trigliserida (T)</b>	1.239,387	1.239,387	-	-
<b>H<sub>2</sub>O (W)</b>	80,735	3,094	3.899,296	-
<b>NaOH (N)</b>	37,144	-	37,144	-
<b>FFA (F)</b>	145,171	145,171	-	-
<b>CaSO<sub>4</sub> (SCa)</b>	0,159	0,006	0,153	-
<b>Sub Total</b>	9.343,037	7.828,363	1.514,674	-
<b>Total</b>	9.343,037			

#### I. Neraca Massa di Tangki Pencuci (T-08)

<b>Komponen</b>	<b>Masuk</b>		<b>Keluar</b>
	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>Biodiesel (B)</b>	6.188,107	-	6.188,107
<b>H<sub>2</sub>O (W)</b>	3,094	1.547,027	1.550,121
<b>Metanol (M)</b>	247,524	-	247,524
<b>Trigliserida (T)</b>	1.239,387	-	1.239,387
<b>Gliserol (G)</b>	5,074	-	5,074
<b>FFA (F)</b>	145,171	-	145,171
<b>CaSO<sub>4</sub> (SCa)</b>	0,006	-	0,006
<b>Sub Total</b>	7.828,363	1.547,027	9.375,39
<b>Total</b>	9.375,39		

**J. Neraca Massa di Dekanter (DC-02)**

Komponen	Masuk	Keluar	
	20	21	22
Biodiesel (B)	6.188,107	6.188,107	-
H <sub>2</sub> O (W)	1.550,121	3,094	1.547,027
Metanol (M)	247,524	-	247,524
Trigliserida (T)	1.239,387	1.239,387	-
Gliserol (G)	5,074	-	5,074
FFA (F)	145,171	145,169	0,0015
CaSO <sub>4</sub> (SCa)	0,006	-	0,006
Sub Total	9.375,39	7.575,757	1.799,633
Total		9.375,39	

**K. Neraca Massa di Kolom Distilasi (D)**

Komponen	Masuk	Keluar	
	18	23	24
Gliserol (G)	518,142	0,518	517,624
Metanol (M)	880,946	872,137	8,809
NaOH	37,144		37,144
H <sub>2</sub> O (W)	77,641	19,41	58,231
Sub Total	1.514,674	892,065	622,609
Total		1.514,674	

**2.2.2. Neraca Panas**

**A. Neraca Panas pada Pre-Heater I (HE-01)**

Komponen	Input	Output
	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>
FFA	3.486,3425	31.377,08
Trigliserida	16.215,1414	145.936,3
Gum	47,0877	423,7896
Sub Total	16.651,3083	177.737,1

Steam	157.988,5731	-
Total	177.737,1	177.737,1

Kebutuhan steam = 312,0885 kg

### B. Neraca Panas pada Pre-Heater II (HE-02)

Komponen	Input	Output
	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>
Metanol	2.704,1609	18.929,1
H <sub>2</sub> O	96,18	673,29
Sub Total	2.800,3409	19.602,39
Steam	16.802,1454	-
Total	19.602,39	19.602,39

Kebutuhan steam = 33,1905 kg

### C. Neraca Panas pada Reaktor Esterifikasi (R-01)

Komponen	Input			Output
	Q <sub>2</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>
FFA	7.418,73	-	-	3.501,7125
Trigliserida	169.774,5358	-	-	145.936,2726
Biodiesel	-	-	-	32.482,9118
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	11,0568	99,5112
Metanol	-	18.929,1	-	21.421,4805
H <sub>2</sub> O	-	673,29	5,66	3.451,005
Sub Total	177.193,2686	19.602,39	16,7168	206.892,8937
H <sub>R</sub>	-10.135,1994			-
Steam	20.215,7271			-
Total	206.892,8937			206.892,8937

Kebutuhan steam = 37,5025 kg

**D. Neraca Panas pada Tangki Netralisasi (T-06)**

Komponen	Input		Output
	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>8</sub>
FFA	3.501,7125	-	2.334,4749
Trigliserida	145.936,2726	-	97.290,8484
Biodiesel	32.482,9118	-	21.655,2746
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	99,5112	-	-
Metanol	21.421,4805	-	14.280,987
H <sub>2</sub> O	3.451,005	-	2.336,64
CaO	-	4,0872	-
CaSO <sub>4</sub>	-	-	70,4894
Sub Total	206.892,8937	4,0872	137.968,7144
H <sub>R</sub>	-3.239,3342		-
Cooling Water	-65.688,9323		-
Total	137.968,7144		137.968,7144

Kebutuhan air pendingin = 6.568,8932 kg/jam

**E. Neraca Panas pada Pre-Heater III (HE-03)**

Komponen	Input	Output
	Q <sub>9</sub>	Q <sub>10</sub>
Metanol	2.812,411	16.877,8446
NaOH	142,633	855,7978
H <sub>2</sub> O	14,235	85,41
Sub Total	2.969,8421	17.819,0524
Steam	14.849,2103	-
Total	17.819,0524	17.819,0524

Kebutuhan steam = 29,3329 kg

**F. Neraca Panas pada Reaktor Transesterifikasi (R-02)**

Komponen	Input		Output
	Q <sub>8</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>11</sub>
FFA	2.334,4749	-	2.334,4749
Trigliserida	97.290,8484	-	19.617,4749
Biodiesel	21.655,2746	-	4.181,4321
Metanol	14.280,987	16.877,8446	20.989,5606
H <sub>2</sub> O	2.336,64	85,41	2.422,05
NaOH	-	855,7978	855,7978
Gliserol	-	-	9.041,1723
CaSO <sub>4</sub>	70,4894		70,4894
Sub Total	137.960,9444	17.819,0524	59. 512,8573
H <sub>R</sub>	-354.365,1236		-
Cooling Water	-450.632,2631		-
Total	59. 512,8573		59. 512,8573

Kebutuhan air pendingin = 45.063,2263 kg/jam

**G. Neraca Panas pada Tangki Pencuci Biodiesel (T-08)**

Komponen	Input		Output
	Q <sub>12</sub>	Q <sub>13</sub>	Q <sub>14</sub>
FFA	2.334,4749	-	612,4106
Trigliserida	19.617,4749	-	5.146,424
Biodiesel	4.181,4321	-	23.277,72
Metanol	8.415,5684	-	1.207,769
H <sub>2</sub> O	92,82	7.735,135	12.199,45
Gliserol	87,6787	-	23,001
CaSO <sub>4</sub>	0,0466	-	0,0122
Sub Total	34.729,9008	7.735,135	42.466,79
Total	42.466,79		42.466,79

Suhu keluar Tangki Pencuci Biodiesel = 32,87 °C

#### H. Neraca Panas pada Pre-Heater IV (HE-04)

Komponen	Input		Output	
	Q <sub>15</sub>	Q <sub>21</sub>	Q <sub>16</sub>	Q <sub>22</sub>
Metanol	16.385,5956	551,6196	25.124,5799	338,618
NaOH	855,7978	2.881,1858	1.312,2232	1.768,6487
H <sub>2</sub> O	2.329,23	5.881,331	3.571,486	3.610,322
Gliserol	8.953,4938	30.1113,2938	13.728,6904	18.485,3883
Sub Total	28.524,1171	39.427,4302	43.736,9796	24.202,9970
Total	67.951,5473		67.951,5473	

#### I. Neraca Panas pada Kolom Distilasi (D)

Komponen	Input	Output	
	Q <sub>16</sub>	Q <sub>19</sub>	Q <sub>21</sub>
Metanol	25.124,5799	41.365,4579	551,619
NaOH	1.312,2232	-	2.881,1858
H <sub>2</sub> O	3.571,486	1.484,865	5.881,331
Gliserol	13.728,6904	22,825	30.113,293
Sub Total	43.736,9796	560,4333	39.427,4302
Q <sub>c</sub>	-	1.666.209,9086	
Steam	1.696.407,524	-	
Total	1.740.144,504	1.740.144,504	

Kebutuhan steam = 4.024,9781 kg

#### J. Neraca Panas pada Cooler (HE-07)

Komponen	Input	Output
	Q <sub>22</sub>	Q <sub>23</sub>
Metanol	338,618	136,5395
NaOH	1.768,6487	713,1648
H <sub>2</sub> O	3.610,322	1.455,775
Gliserol	18.485,3883	7.453,7856

Sub Total	24.202,977	9.759,2649
Cooling Water	-14.443,7121	-
Total	9.759,2649	9.759,2649

Kebutuhan air pendingin = 962,9141 kg/jam

### 3. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

#### 3.1 Peralatan Proses

##### A. Tangki minyak biji karet

- Kode : T – 01
- Fungsi : Menyimpan bahan baku minyak biji karet selama 7 hari
- Tipe : Cylindrical-Conical Roof-Flat Bottom
- Bahan : Carbon Steel SA-283 Grade C.
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 12.909 bbl
- Tinggi Tanki : 42 ft.
- Diameter Tanki : 60 ft.
- Tinggi head : 7,58 ft
- Tebal head : 0,17 in
- Suhu : 30°C
- Tekanan : 1 atm

##### B. Heat Exchanger

- Kode : HE– 01
- Fungsi : Memanaskan awal umpan minyak biji karet dari  $T_1=30^{\circ}\text{C}$  menjadi  $T_2 = 70^{\circ}\text{C}$  masuk Tangki Degummer (T-05)
- Bahan konstruksi : Carbon Steel SA-283 Grade C
- Jenis : Shell and tube

##### Dimensi Shell

- Baffle Space : 16 in
- ID : 33 in
- Pass : 1

### **Dimensi Tube**

- Jumlah Tube : 460
- Panjang : 16 ft
- OD : 1 inch 16 BWG
- Pitch : 1 ¼ inch square pitch
- Pass : 2
- $U_c$  : 52,004 (Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F)
- $U_d$  : 37,461 (Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F)
- $R_D$  Perhitungan : 0,0075
- Luas Perpindahan Panas : 299,956 ft<sup>2</sup>
- Beban panas : 626.538,53 Btu/jam

### **C. Reaktor**

- Kode : R-01
- Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara FFA dan Metanol Membentuk Biodiesel dan Air.
- Bahan konstruksi : *stainless steel* SA 285 Grade C
- Tekanan desain : 1,5 atm
- Kapasitas reaktor : 787,7114 ft<sup>3</sup>
- ID : 2,665 m
- Tinggi reaktor : 3,553 m
- Tebal shell : 0,296 in
- Tebal head : 0,193 in

#### **Pengaduk**

- Kecepatan putar : 120 rpm
- Power pengaduk : 87,553 Hp
- Diameter impeler : 1,117 m
- Lebar baffle : 0,9165 m

#### **Media pemanas**

- Jenis : Jacket
- Diameter : 105,514 in
- Tebal jacket : 1,353 in
- Tinggi jacket : 52,4661 in

#### **D. Kolom Distilasi**

- Kode : D-1
- Fungsi : Memisahkan metanol dari produk samping gliserol.
- Jenis menara : Tray tower (sieve tray)
- Bahan konstruksi : Carbon steel SA 283 grade A.
- Tekanan : 1 atm
- Jumlah tray aktual : 10 buah.
- Lokasi umpan masuk : Tray ke-4 dari puncak kolom.
- Rmin : 0,4484
- R : 0,5828

##### **Kondisi operasi menara :**

Kondisi umpan :

- Suhu : 344,15 °K.
- Tekanan : 1 atm.

Kondisi atas kolom :

- Suhu : 374,65 °K.
- Tekanan : 1 atm.

Kondisi bawah kolom :

- Suhu : 399,15 °K.
- Tekanan : 1 atm.

##### **Dimensi kolom :**

###### **Seksi atas menara.**

- Diameter : 1,3592 m (4,4592 ft).
- Tebal shell :  $\frac{3}{16}$  in.
- Tebal head :  $\frac{1}{4}$  in.
- Tinggi head : 11,2715 in (0,2863 m).
- Tray spacing : 24 in.

###### **Seksi bawah menara.**

- Diameter : 1,1691 m (3,8356 ft).
- Tebal shell :  $\frac{3}{16}$  in.
- Tebal head :  $\frac{1}{4}$  in.
- Tinggi head : 9,8223 in (0,2495 m).
- Tray spacing : 18 in.

- Tinggi menara : 225,0938 in (5,7174 m).

### **E. Pompa**

- Kode : P-06
- Fungsi : mengalirkan bahan baku Minyak Karet dari tangki degummer ke Reaktor Esterifikasi
- Tipe : pompa sentrifugal
- Kapasitas pompa : 14.983,112 lb/h
- Total head : 52,2106 ft.lbf / lbm
- Daya pompa : 1 HP
- Ukuran pipa :
  - D nominal : 3 in
  - ID : 3,068 in
  - OD : 3,5 in
  - Schedule : 40
  - Bahan : Commercial steel

### 3.2. Utilitas

Air	
Air untuk steam	129,9181 m <sup>3</sup> /hari
Air untuk pendingin	4.994,531 m <sup>3</sup> /hari
Air untuk sanitasi	22,74 m <sup>3</sup> /hari
Air umpan ketel (boiler feed water)	155,9017 m <sup>3</sup> /hari
Total kebutuhan air	5.303,091 m <sup>3</sup> /hari
Didapat dari sumber	air laut dan artesis
Steam	
Kebutuhan steam	4.437,0925 kg/jam
Jenis boiler	Fire tube
Listrik	
Kebutuhan listrik	406,1184 kW
Dipenuhi dari	PLN dan Generator
Bahan Bakar	
Jenis	Generator : biodiesel
Kebutuhan	Generator : 126,5046 lb/jam
Sumber dari	Pertamina

### 4. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant Cost	\$ 24,474,570.18
Fixed Capital	\$ 38,425,075.18
Working Capital	\$ 20,302,031.88
Total Capital Investment	\$ 61,370,360.64
Analisis Kelayakan	
Return on Investment (ROI)	Sebelum pajak : 29,02 %
	Setelah pajak : 21,76 %
Pay Out Time (POT)	Sebelum pajak : 2,56 tahun
	Setelah pajak : 3,15 tahun
Break Even Point (BEP)	41,79 %
Shut Down Point (SDP)	17,73 %