

**EXECUTIVE SUMMARY**  
**TUGAS PERANCANGAN PABRIK KIMIA**



**PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI BIJI JARAK DENGAN  
PROSES *MULTI STAGE ESTERIFICATION* DENGAN KAPASITAS  
250.000 TON/TAHUN**

Oleh:

Dessy Kurniawati                      L2C008026

Thamrin Manurung                    L2C008107

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2012**

## EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI BIJI JARAK DENGAN PROSES MULTI STAGE ESTERIFIKASI	
	KAPASITAS	250.000 TON/TAHUN

### I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar Belakang	Kebutuhan energi terus meningkat setiap tahunnya, sementara cadangan minyak bumi semakin menipis sehingga perlu pengembangan energi alternatif salah satunya dari minyak biji jarak
Dasar Penetapan kapasitas produksi	Diperkirakan produksi biodiesel di dalam negeri tahun 2015 mencapai 4.440.068,64 ton, sementara kebutuhan biodiesel dalam negeri dan permintaan ekspor mencapai 4.776.190 ton. Kekurangan biodiesel sebesar 336.122 ton. Dengan estimasi pabrik yang akan dirancang akan memenuhi kekurangan sebesar $\frac{3}{4}$ bagian maka kapasitas produksi sebesar 250.000 ton/tahun.
Dasar penetapan lokasi pabrik	Tanaman Jarak Pagar ( <i>Jatropha curcas</i> ) mampu tumbuh dengan cepat dan kuat dilahan yang beriklim panas, tandus dan berbatu seperti di Nusa Tenggara Timur. NTT memiliki lahan kosong yang luas sehingga sangat memungkinkan dapat dibuka lahan perkebunan jarak pagar sehingga NTT merupakan profinsi kepulauan yang dikelilingi oleh lautan sehingga persediaan air untuk utilitas terpenuhi dengan proses desalinasi.
Pemilihan proses	Dipilih proses <i>multistage esterification</i> karena pada esterifikasi konvensional, konversi yang dihasilkan hanya 88,67%, sedangkan jika beberapa kali dilakukan proses esterifikasi & transesterifikasi masing-masing akan menghasilkan yield 71,32 %. Selain masalah konversi, pada <i>single stage esterification</i> biaya operasionalnya yang tinggi, waktu reaksi lama dan terbatas untuk bahan baku dengan kadar FFA tertentu(<1%)

Bahan baku	
Jenis	Biji jarak pagar ( <i>Jatropha Curcas L.</i> )
Spesifikasi	Warna buah coklat kehitaman dan mengandung minyak sebanyak 30-50%
Kebutuhan	3,16 ton/hari
Asal	Ladang di seluruh propinsi Nusa Tenggara Timur
Produk	
Jenis	Biodiesel/biosolar (metil ester)
Spesifikasi	Cair berwarna jernih kekuningan, densitas 879 kg/m <sup>3</sup> pada 20 <sup>0</sup> C, Viskositas 4,20 pada 40 <sup>0</sup> C, Bilangan Cetane 57-62
Laju Produksi	1,32 Ton/hari
Daerah pemasaran	Jawa dan Bali

## II. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN

Tabel 2.1 Neraca Massa pada *Twin Screw Press* (SP-101)

No.	Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
		Arus 1	Arus 2	Arus 3
1	Minyak (JCO)	34.320,63	32.261,39	2.059,24
2	Ampas	41.609,96	41,61	41.568.35
<b>TOTAL</b>		<b>75.930,59</b>	<b>32.303,00</b>	<b>43.627,59</b>
			<b>75.930,59</b>	

Tabel 2.2 Neraca Massa pada *Vibrating Filter* (VP-101)

No.	Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
		Arus 2	Arus 4	Arus 5
1	Minyak (JCO)	32.261,39	0	32.261,39
2	Ampas	41,61	41,61	0
<b>TOTAL</b>		<b>32.303</b>	<b>41,61</b>	<b>32.261,39</b>
			<b>32.303</b>	

Tabel 2.3 Neraca Massa pada *Mixer I* (M-301)

No.	Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
		Arus 5	Arus 6	Arus 7
1	JCO	32.257,84	0	32.257,84
2	Phospholifid	3,55	0	0,25
3	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0	32,26	0
4	Gliserol	0	0	35,56
<b>TOTAL</b>		<b>32.261,39</b>	<b>32,26</b>	<b>32.293,65</b>
		<b>32.293,65</b>		

**Tabel 2.4 Neraca Massa pada *Centrifuge* (CF-101)**

No.	Komponen	Masuk (Kg)	Keluar (Kg)	
		Arus 7	Arus 8	Arus 9
1	Minyak (JCO)	32.257,84	32,26	32.225,58
2	Gliserol	35,55	35,55	0
3	Residu gum	0,25	0,00	0,25
<b>TOTAL</b>		<b>32.293,64</b>	<b>67,81</b>	<b>32.225,83</b>
			<b>32.293,64</b>	

**Tabel 2.5 Neraca Massa pada *Mixer II* (M-302)**

No.	Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
		Arus 10	Arus 11	Arus 12
1	Metanol	-	5.641,64	5.641,64
2	H <sub>2</sub> O	-	11,31	11,31
3	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	125,37	-	125,37
<b>TOTAL</b>		<b>125,37</b>	<b>5.652,95</b>	<b>5.778,32</b>
		<b>5.778,32</b>		

**Tabel 2.6 Neraca Massa pada *Reaktor Esterifikasi I* (R-401)**

No.	Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
		Arus 9	Arus 12	Arus 13
1	FFA	2.507,46	0	626,31
2	Metil ester	0	0	1.881,15
3	Trigliserida	29.689,24	0	29.689,24
4	Residu gum	0,25	0	0,25
5	Air	28,94	11,31	252,47
6	Metanol	0	5.641,64	5.429,42
<b>TOTAL</b>		<b>32.225,89</b>	<b>5.652,95</b>	<b>37.878,84</b>
		<b>37.878,84</b>		

**Tabel 2.7 Neraca Massa pada *Kolom Distilasi I* (D-501)**

No.	Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
		Arus 14	Arus 15	Arus 16
1	FFA	626,31	0	626,31
2	Metil ester	1.881,15	0	1.881,15
3	Trigliserida	29.689,24	0	29.689,24
4	Residu gum	0,25	0	0,25
5	Air	252,47	10,88	241,59
6	Metanol	5.429,42	5.428,88	0,54
<b>TOTAL</b>		<b>37.878,84</b>	<b>5.439,76</b>	<b>32.439,08</b>
			<b>37.878,84</b>	

**Tabel 2.8 Neraca Massa pada Mixer III (M-303)**

No.	Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
		Arus 17	Arus 18	Arus 19
1	Metanol	-	5.641,64	5.641,64
2	H <sub>2</sub> O	-	11,31	11,31
3	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	31,32	-	31,32
<b>TOTAL</b>		31,32	5.652,95	<b>5.684,27</b>
		<b>5.684,27</b>		

**Tabel 2.9 Neraca Massa pada Reaktor Esterifikasi II (R-402)**

No.	Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
		Arus 16	Arus 19	Arus 20
1	FFA	626,31	0	156,43
2	Metil ester	1.881,15	0	2.351,03
3	Trigliserida	29.689,24	0	29.689,24
4	Residu gum	0,25	0	0,25
5	Air	241,59	11,31	305,91
6	Metanol	0,54	5.641,64	5.589,17
<b>TOTAL</b>		32.439,08	5.652,95	<b>38.092,03</b>
		<b>38.092,03</b>		

**Tabel 2.10 Neraca Massa pada Kolom Distilasi II (D-502)**

No.	Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
		Arus 21	Arus 22	Arus 23
1	FFA	156,43	0	156,43
2	Metil ester	2.351,03	0	2.351,03
3	Trigliserida	29.689,24	0	29.689,24
4	Residu gum	0,25	0	0,25
5	Air	305,91	11,20	294,71
6	Metanol	5.589,17	5.588,61	0,56
<b>TOTAL</b>		<b>38.092,03</b>	5.599,81	33,492,22
			<b>38.092,03</b>	

**Tabel 2.11 Neraca Massa pada Mixer IV (M-304)**

No.	Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
		Arus 24	Arus 25	Arus 26
1	Metanol	6.688,19	-	6.688,19
2	H <sub>2</sub> O	13,40	-	13,40
3	KOH	-	296,89	296,89
<b>TOTAL</b>		6.701,59	296,89	<b>6.998,48</b>
		<b>6.998,48</b>		

Tabel 2.12 Neraca Massa pada Reaktor Transesterifikasi I (R-403)

No.	Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
		Arus 23	Arus 26	Arus 27
1	Metil ester	2.351,03	0	31.583,03
2	Trigliserida	29.689,24	0	593,79
3	Gliserol	0	0	3.140,88
4	FFA	156,43	0	0
5	Metanol	0,56	6.688,19	3.411,31
6	KOH	0	32,49	0
7	Air	294,71	13,40	318,56
8	Residu gum	0,25	0	0,25
9	Sabun	0	0	178,48
<b>TOTAL</b>		32.492,22	6.734,08	<b>39.226,30</b>

Tabel 2.13 Neraca Massa pada Kolom Distilasi III (D-503)

No.	Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
		Arus 28	Arus 29	Arus 30
1	Metil ester	31.583,03	0	31.583,03
2	Trigliserida	593,79	0	593,79
3	Gliserol	3.140,88	0	3.140,88
4	Metanol	3.411,31	3.410,97	0,34
5	Air	318,56	6,84	311,72
6	Residu gum	0,25	0	0,25
7	Sabun	178,48	0	178,48
<b>TOTAL</b>		<b>39.226,30</b>	3.417,81	<b>35.808,49</b>

Tabel 2.14 Neraca Massa pada Mixer V (M-305)

No.	Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
		Arus 31	Arus 32	Arus 33
1	Metanol	-	6133,77	6133,77
2	H <sub>2</sub> O	-	12,29	12,29
3	KOH	5,94	-	5,94
<b>TOTAL</b>		5,94	6.146,06	<b>6.152,00</b>

Tabel 2.15 Neraca Massa pada Reaktor Transesterifikasi II (R-404)

No.	Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
		Arus 30	Arus 33	Arus 34
1	Metil ester	31.583,03	0	32.167,56
2	Trigliserida	593,79	0	11,93
3	Gliserol	3.140,88	0	3.203,69
4	Metanol	0,34	6133,77	6.068,63
5	Air	311,72	12,29	324,01
6	Residu gum	0,25	0	0,25
7	Sabun	178,48	0	178,48
<b>TOTAL</b>		35.808,49	6146,06	<b>41.954,55</b>

**Tabel 2.16 Neraca Massa pada Kolom Distilasi IV (D-504)**

No.	Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
		Arus 35	Arus 36	Arus 37
1	Metil ester	32.167,56	0	32.167,56
2	Trigliserida	11,93	0	11,93
3	Gliserol	3.203,69	0	3.203,69
4	Metanol	6.068,63	6.068,02	0,61
5	Air	324,01	12,16	311,85
6	Residu gum	0,25	0	0,25
7	Sabun	178,48	0	178,48
<b>TOTAL</b>		<b>41.954,55</b>	<b>6.080,18</b>	<b>35.874,37</b>
			<b>41.954,55</b>	

**Tabel 2.17 Neraca Massa pada Decanter I (ST-601)**

No.	Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
		Arus 37	Arus 38	Arus 39
1	Metil ester	32.167,56	605,06	31.562,50
2	Trigliserida	11,93	11,71	0,22
3	Gliserol	3.203,69	3.143,43	60,26
4	Metanol	0,61	0,66	0,01
5	Air	324,01	318,8	5,21
6	Residu gum	0,25	0,25	0,00
7	Sabun	178,48	175,12	3,36
<b>TOTAL</b>		<b>35.874,37</b>	<b>4.242,81</b>	<b>31.631,56</b>
			<b>35.874,37</b>	

**Tabel 2.18 Neraca Massa pada Mixer VI (M-306)**

No.	Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
		Arus 39	Arus 40	Arus 41
1	Metil ester	31.562,50	0	31.562,50
2	Trigliserida	0,22	0	0,22
3	Gliserol	60,26	0	60,26
4	Metanol	0,01	0	0,01
5	Air	5,21	7.870,62	7.875,83
6	Sabun	3,36	0	3,36
<b>TOTAL</b>		<b>31.631,56</b>	<b>7.870,62</b>	<b>39.502,18</b>
		<b>39.502,18</b>		

**Tabel 2.19 Neraca Massa pada Decanter II (ST-602)**

No.	Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
		Arus 41	Arus 42	Arus 43
1	Metil ester	31.562,50	-	31.562,50
2	Trigliserida	0,22	0,22	-
3	Gliserol	60,26	60,26	-
4	Metanol	0,01	0,01	-
5	Air	7.875,83	7.557,02	318,81
6	Sabun	3,36	3,36	-
<b>TOTAL</b>		<b>39.502,18</b>	<b>7.6220,87</b>	<b>31.881,31</b>
			<b>39.502,18</b>	

**Tabel 2.20 Neraca Massa pada Kolom Distilasi V (D-505)**

No.	Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
		Arus 39	Arus 40	Arus 41
1	Metil ester	31.562,50	0	31.562,50
2	Air	318,81	315,66	3,15
<b>TOTAL</b>		<b>31.881,31</b>	<b>315,66</b>	<b>31.565,65</b>
			<b>31.881,31</b>	

**2.4.1 Neraca Panas**

**Tabel 2.21 Neraca Panas pada Reaktor Esterifikasi I (R-401)**

No.	Komponen	Masuk (kJ)		Keluar (kJ)
		Arus 9	Arus 12	Arus 13
1	FFA <sub>(l)</sub>	12.139,66	0	3032,31
2	Metil ester <sub>(l)</sub>	0	0	4212,33
3	Trigliserida <sub>(l)</sub>	118.423,03	0	118.423,03
4	Residu gum <sub>(l)</sub>	0,4508	0	0,45
5	Air <sub>(l)</sub>	3.366,63	0	28.055,65
6	Metanol <sub>(l)</sub>	0	277.194	266.766,83
7	H <sub>2</sub> SO <sub>4(l)</sub>	0	1219,6	0
<b>TOTAL</b>		<b>133.929,77</b>	<b>278.413,67</b>	<b>420.490,60</b>
		<b>412.343,44</b>		

Dibutuhkan massa steam sebanyak : 566,31 kg.

**Tabel 2.22 Neraca Panas pada Heater I (E-701)**

No.	Komponen	Masuk (kJ)	Keluar (kJ)
		Arus 13	Arus 14
1	FFA <sub>(l)</sub>	3032,31	3.817,46
2	Trigliserida <sub>(l)</sub>	118.423,03	147.982,93
3	Metil ester <sub>(l)</sub>	4212,33	6.604,93
4	Residu gum <sub>(l)</sub>	0,45	0,45
5	H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	28.055,65	35.894,71
6	Metanol <sub>(l)</sub>	266.766,83	277.557,36
<b>TOTAL</b>		<b>420.490,60</b>	<b>471.857,85</b>

**Tabel 2.23 Neraca Panas pada Kolom Distilasi I (D-501)**

Komponen	Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
	Q <sub>14</sub>	Q	Q <sub>15</sub>	Q <sub>17</sub>
FFA	183.103,56	67.912,34	-	30.762,18
Trigliserida	67.472,81	68.301,89	-	114.649,63
Metil ester	100.430,64	5.249,14	-	90.376,82
Metanol	80.371,96	3.713,81	79.332,73	9,802
H <sub>2</sub> O	30.675,57	20.265,98	10,88	230,28
Residu gum	9.794,64	21.474,41	-	0,63
Subtotal	<b>471.489,18</b>	<b>154.742,16</b>	<b>79.343,61</b>	<b>236.029,34</b>



Cooling water		311.218,39
<b>Total</b>	<b>626.591,34</b>	<b>626.591,34</b>

Tabel 2.24  
Neraca Panas

pada *Condensor I (CD-801)*

No.	Komponen	Masuk (kJ)	Keluar (kJ)
		Arus 15	Arus 16
1	Metanol <sub>(g)</sub>	2.244.323,95	1.928.933,09
2	H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	1.546,78	599,09
<b>TOTAL</b>		<b>2.245.870,73</b>	<b>1.929.532,18</b>

Dibutuhkan air pendingin sebanyak 2.157,94 kg

Tabel 2.25 Neraca Panas pada *Reaktor Transesterifikasi I (R-403)*

No.	Komponen	Masuk (kJ)		Keluar (kJ)
		Arus 25	Arus 28	Arus 29
1	FFA <sub>(l)</sub>	757,36	0	0
2	Trigliserida <sub>(l)</sub>	118423,03	0	2368,49
3	Metil ester <sub>(l)</sub>	5264,54	0	72728,26
4	Residu gum <sub>(l)</sub>	0,45	0	0,45
5	H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	31654,06	1559,28	34428,10
6	Metanol <sub>(l)</sub>	27,46	328614,55	167620,72
7	KOH <sub>(l)</sub>	0	106,31	34.428,1036
8	Gliserol <sub>(l)</sub>	0	0	1780163,41
9	Sabun <sub>(s)</sub>	0	0	9821,21
<b>TOTAL</b>		<b>156.126,90</b>	<b>330.280,14</b>	<b>2.067.130,65</b>

Dibutuhkan massa steam sebanyak : 1.270,75 kg.

Tabel 2.26 Neraca Panas pada *Mixer VI (M-306)*

No.	Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
		Alur 43	Alur 44	Alur 45
1	Metil ester <sub>(l)</sub>	70678,17	0	70678,17
2	Gliserol <sub>(l)</sub>	34154,46	0	34154,46
3	Metanol <sub>(g)</sub>	5,17	0	5,17
4	H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	605,97	0	916247,01
5	Sabun <sub>(s)</sub>	184,74	915.641,04	184,74
6	Trigliserida <sub>(l)</sub>	0,89	0	3,27
<b>TOTAL</b>		<b>105.629,41</b>	<b>915.641,04</b>	<b>1.021.272,82</b>

Karena  $dQ/dT = 0$  maka proses berlangsung secara adiabatik, dimana tidak diperlukan air pendingin atau pun steam.

Tabel 2.27 Neraca Panas pada *Cooler I (C-901)*

No.	Komponen	Masuk (kJ)	Keluar (kJ)
		Arus 45a	Arus 45b
1	Metil ester <sub>(l)</sub>	88033,25	70.877,71
2	H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	40636,05	15.650,17

<b>TOTAL</b>	<b>128.669,30</b>	<b>86.257,88</b>
--------------	-------------------	------------------

Dibutuhkan massa air pendingin sebanyak : 287,49 kg.

### III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

1. Spesifikasi Alat Utama (sesuai dengan yang dihitung dalam tugas)

#### 3.1 Tangki Penyimpanan Metanol (T-205)

Fungsi : Untuk menyimpan larutan metanol

Bentuk : Tangki silinder vertikal dengan alas datar dan tutup *ellipsoidal*

Bahan : *Carbon steel*, SA – 285 Grade C

Jumlah : 1 unit

Lama penyimpanan : 30 hari

Kondisi operasi :

- Temperatur (T) : 30<sup>0</sup>C

- Tekanan (P) : 1 atm (14,699 psi)

Volume Tangki = 7202,37 m<sup>3</sup>

Diameter Tangki = 17,66 m = 695,17 in

Tinggi Tangki = 30,90 m = 1216,54 in

Tebal dinding silinder tangki = 2,69 in (dipilih tebal tutup standar = 3 in)

Tebal tutup tangki = 2,69 in (dipilih tebal tutup standar = 3 in)

#### 3.2 Screw Press (SP-101)

Fungsi : Mengeluarkan minyak yang terkandung dalam biji jarak pagar.

Jenis : *Twin Screw*

Bahan : *Stainless Steel* TP-24

Jumlah : 1 unit

Kondisi operasi :

- Temperatur (T) : 30<sup>0</sup>C

- Tekanan (P) : 1 atm (14,699 psi)

Kapasitas = 91116,69 kg/jam = 91,12 ton/jam

*Twin Screw* yang dipilih : TP-24, *Stord International AS*

#### 3.3 Tangki Minyak Jarak Pagar (T-202)

Fungsi : Menyimpan minyak jarak pagar setelah dipress dan disaring

Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 Grade C*

Bentuk : Silinder tegak dengan alas dan tutup datar

Lama penyimpanan : 30 hari

Jumlah : 2 buah

Kondisi operasi :

- Temperatur (T) : 30<sup>0</sup>C
- Tekanan (P) : 1 atm (14,699 psi)

Volume Tangki = 31.375,43 m<sup>3</sup> (2 buah)

Diameter Tangki = 23,71 m = 933,32 in

Tinggi Tangki = 41,49 m = 1633,32 in

Tebal dinding silinder tangki = 3,82 in (dipilih tebal tutup standar = 4 in)

Tebal tutup tangki = 3,82 in (dipilih tebal tutup standar = 4 in)

### **3.4 Tangki Air Pencuci (T-207)**

Fungsi : Menampung air dari utilitas yang akan dialirkan ke mixer VI.

Bentuk : silinder tegak dengan alas dan tutup datar.

Bahan : *carbon steel, SA-283 Grade C*

Lama penyimpanan : 10 hari

Kondisi operasi :

- Temperatur (T) : 30<sup>0</sup>C
- Tekanan (P) : 1 atm (14,699 psi)

Volume Tangki = 6831,59 m<sup>3</sup>

Diameter Tangki = 17,97 m = 707,44 in

Tinggi Tangki = 31,45 m = 1238,02 in

Tebal dinding silinder tangki = 2,98 in (dipilih tebal tutup standar = 3 in)

Tebal tutup tangki = 2,98 in (dipilih tebal tutup standar = 3 in)

### **3.5 Tangki Produk Metil Ester (T-208)**

Fungsi : menampung produk metil ester

Bahan konstruksi : *carbon steel, SA-283 Grade C*

Bentuk : silinder tegak dengan alas dan tutup datar

Lama penyimpanan : 20 hari

Kondisi operasi :

- Temperatur (T) : 30<sup>0</sup>C
- Tekanan (P) : 1 atm (14,699 psi)

Volume Tangki = 31.492,39 m<sup>3</sup>

Diameter Tangki = 29,91 m = 1177,37 in

Tinggi Tangki = 52,33 m = 2060,41 in

Tebal dinding silinder tangki = 5,06 in (dipilih tebal tutup standar = 5 ¼ in)

Tebal tutup tangki = 5,06 in (dipilih tebal tutup standar = 5 ¼ in)

### **3.6 Tangki Gliserol Kotor (T-204)**

Fungsi : Menampung produk gliserol kotor

Bahan konstruksi : *carbon steel*, SA-283 Grade C

Lama penyimpanan : 20 hari

Jumlah : 2 buah

Kondisi operasi :

- Temperatur (T) : 30<sup>0</sup>C
- Tekanan (P) : 1 atm (14,699 psi)

Volume Tangki = 10.642,96 m<sup>3</sup>

Diameter Tangki = 20,83 m = 820,1 in

Tinggi Tangki = 36,45 m = 1435,18 in

Tebal dinding silinder tangki = 3,48 in (dipilih tebal tutup standar = 3 ½ in)

Tebal tutup tangki = 3,48 in (dipilih tebal tutup standar = 3 ½ in)

### **3.7 Reaktor Esterifikasi**

Fungsi : tempat berlangsungnya reaksi esterifikasi dengan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pertama kalinya.

Jenis : Reaktor berpengaduk *turbine vertical blade (6 blade)* dengan jaket

Bentuk : silinder tegak dengan alas dan tutup *ellipsoidal*

Bahan : *carbon steel*, SA-283 Grade C.

Waktu tinggal : 1,5 jam

Kondisi operasi :

- Temperatur (T) = 60<sup>0</sup>C
- Tekanan (P) = 1 atm (14,699 psi)

Volume Tangki = 37.925,89 m<sup>3</sup>

Diameter Tangki = 30,72 m = 1209,42 in = 100,78 ft

Tinggi Tangki = 53,76 m = 2116,48 in

Tebal dinding silinder tangki = 5,4 in (dipilih tebal tutup standar = 5 ½ in)

Tebal tutup tangki = 5,4 in (dipilih tebal tutup standar = 5 ½ in)

Diameter blade pengaduk = 33,59 ft

Lebar blade pengaduk = 6,72 ft

Tinggi pengaduk dari dasar = 33,59 ft

Daya motor pengaduk = 49.684,68 lbf.ft /sec = 90,34 HP

Diameter dalam jaket = 1220,42 in = 31 m

Diameter luar jaket = 1221,42 in = 31,02 m

Luas jaket yang dilalui steam = 1916,84 in<sup>2</sup> = 48,69 m<sup>2</sup>

Tebal dinding jaket = 1,29 in (dipilih tebal tutup standar = 1 ⅜ in)

### 3.8 Kolom Distilasi

RESUME KOLOM DISTILASI	
Fungsi	Memisahkan metanol dari campuran hasil keluaran reaktor
Jenis	<i>Sieve tray</i>
Bahan konstruksi	<i>Low Alloy Steels SA – 283</i>
Dimensi	Tinggi Menara = 463,2549 in (11,77 m) Tebal <i>shell</i> = 3/8 in (0,375 in) Tebal <i>head</i> puncak = 3/8 in (0,375 in) Tebal <i>head</i> dasar = 3/8 in (0,375 in) Diameter kolom = 6 m
Jumlah <i>plate</i>	20 buah

### 3.9 Reaktor Transesterifikasi

Fungsi : tempat berlangsungnya reaksi transesterifikasi dengan katalis KOH pertama kalinya.

Jenis : Reaktor berpengaduk *turbine vertical blade (6 blade)* dengan jaket

Bentuk : silinder tegak dengan alas dan tutup *ellipsoidal*

Bahan : *carbon steel*, SA-283 Grade C.

Waktu tinggal : 1,5 jam

Kondisi operasi :

- Temperatur (T) = 60<sup>0</sup>C, Tekanan (P) = 1 atm (14,699 psi)

Volume Tangki = 38.780,93 m<sup>3</sup>

Diameter Tangki = 30,95 m = 1218,44 in = 101,54 ft

Tinggi Tangki = 54,16 m = 2132,27 in

Tebal dinding silinder tangki = 5,33 in (dipilih tebal tutup standar = 5  $\frac{3}{8}$  in)

Tebal tutup tangki = 5,33 in (dipilih tebal tutup standar = 5  $\frac{3}{8}$  in)

Diameter blade pengaduk = 33,85 ft

Lebar blade pengaduk = 6,77 ft

Tinggi pengaduk dari dasar = 33,85 ft

Daya motor pengaduk = 48.639,48 lbf. ft /sec = 88,44 HP

Diameter dalam jaket = 1229,19 in = 31,22 m

Diameter luar jaket = 1230,19 in = 31,25 m

Luas jaket yang dilalui steam = 1930,61 in<sup>2</sup> = 49,04 m<sup>2</sup>

Tebal dinding jaket = 1,29 in (dipilih tebal tutup standar = 1  $\frac{3}{8}$  in)

### **3.10 Decanter**

Fungsi : memisahkan metil ester dari campurannya berdasarkan perbedaan densitas komponennya.

Bentuk : horisontal silinder

Bahan : *carbon steel*, SA-283 Grade C

Jumlah : 1 unit

Kondisi operasi :

- Temperatur : 70,69<sup>0</sup>C

- Tekanan : 1 atm = 14,696 psia

Volume Tangki = 185,42 m<sup>3</sup>

Diameter Tangki = 3,54 m = 139,29 in

Tinggi Tangki = 17,69 m

Tebal dinding silinder tangki = 1,38 in (dipilih tebal tutup standar = 1  $\frac{1}{2}$  in)

Tinggi tutup = 0,88 m

Tebal tutup tangki = 1  $\frac{1}{2}$  in

Tinggi zat cair berat = 0,39 m

Tinggi zat cair berat = 2,66 m

### 3.11 Mixer

Fungsi : mencampurkan metanol dengan katalis  $H_2SO_4$

Jenis : Tangki pencampur berpengaduk *turbine vertical blade*

Bentuk : silinder tegak dengan alas datar dan tutup elipsoidal

Bahan : *carbon steel*, SA-283 Grade C

Waktu tinggal : 1 jam

Kondisi operasi : kondisi ruang

Volume Tangki =  $6461,54 \text{ m}^3$

Diameter Tangki =  $17,03 \text{ m} = 670,46 \text{ in} = 55,87 \text{ ft}$

Tinggi Tangki =  $29,80 \text{ m} = 1173,31 \text{ in}$

Tebal dinding silinder tangki =  $2,57 \text{ in}$  (dipilih tebal tutup standar =  $3 \text{ in}$ )

Tebal tutup tangki =  $2,57 \text{ in}$  (dipilih tebal tutup standar =  $3 \text{ in}$ )

Diameter blade pengaduk =  $18,62 \text{ ft}$

Lebar blade pengaduk =  $3,72 \text{ ft}$

Tinggi pengaduk dari dasar =  $18,62 \text{ ft}$

Daya motor pengaduk =  $2602,16 \text{ lbf. ft /sec} = 4,73 \text{ HP}$

Jumlah lilitan koil sebanyak 34 buah

## 2. Utilitas

AIR	
Air untuk keperluan umum ( <i>service water</i> )	$29,18 \text{ m}^3/\text{hari}$
Air pendingin ( <i>cooling water</i> )	$207,86 \text{ m}^3/\text{hari}$
Air untuk proses ( <i>process water</i> )	$207,78 \text{ m}^3/\text{hari}$
Air umpan ketel (Boiler Feed Water)	$85,03 \text{ m}^3/\text{hari}$
Total kebutuhan air	$529,85 \text{ m}^3/\text{hari}$
	$401,40 \text{ m}^3/\text{ton produk}$
Didapat dari sumber	Perairan di sekitar pabrik (sungai, laut, danau)
STEAM	
Kebutuhan steam	$0,16 \text{ ton/hari}$
Jenis boiler	Tipe : Fired Tube Boiler $P = 754,45 \text{ kPa} = 109,39 \text{ psi}$

	Bahan bakar : minyak residu ( <i>fuel oil grade 2</i> )
<b>LISTRIK</b>	
Kebutuhan listrik	6,37 Megawatt
Dipenuhi dari	Pembangkit sendiri : AC Generator      8,5 Megawatt
	PLN : 5 Megawatt
<b>BAHAN BAKAR</b>	
Jenis	Solar
Kebutuhan	0,03 ton/hari
Sumber dari	Pertamina atau distributornya

#### **IV. PERHITUNGAN EKONOMI**

Physical Plant Cost	US\$ 41.481.872,35
Fixed Capital	US\$ 74.667.370,23
Working Capital	US\$ 30.000.890,21
Total Capital Investment	US\$ 113.747.558,21
<b>ANALISIS KELAYAKAN</b>	
Return on Investement (ROI)	Before tax: 34,95 %      After tax: 28,93 %
Pay Out Time (POT)	Before tax: 2,22 tahun      After tax: 2,57 tahun
Break Even Point (BEP)	46,91 %
Shut Down Point (SDP)	27,87 %
Discounted Cash Flow (DCF)	75,39%