

EXECUTIVE SUMMARY
TUGAS PRAPERANCANGAN PABRIK KIMIA



PRAPERANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI BIJI MALAPARI
DENGAN KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN

Oleh :

Elisa Mutiah

NIM. L2C008036

Gregorius Rionugroho H.

NIM. L2C008050

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

2012

EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	PRAPERANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI BIJI MALAPARI	
	KAPASITAS PRODUKSI	70.000 Ton/Tahun

I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar Belakang	<ul style="list-style-type: none">- Sebagai salah satu negara penghasil minyak bumi, saat ini Indonesia masih mengimpor kebutuhan bahan baku minyak mentah dari luar negeri.- Saat ini jumlah pemakaian alat-alat dan kendaraan bermesin diesel dari tahun ke tahun semakin meningkat. Sejalan dengan peningkatan tersebut maka kebutuhan bahan bakar mesin diesel yaitu solar juga mengalami peningkatan.- 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.
Dasar Penetapan Kapasitas Produksi	<p>Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik Biodiesel dari biji malapari, yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none">a. Kebutuhan Biodiesel di Indonesia <p>Bila diinginkan pendirian pabrik biodiesel pada tahun 2015, maka diprediksikan kebutuhan biodiesel untuk sektor transportasi pada tahun 2015 mencapai 1.782.000 kiloliter per tahun atau 1.603.800 ton per tahun. Sedangkan untuk sektor industri pada tahun 2015 mencapai 2.080.000 kiloliter per tahun atau 1.872.000 ton per tahun. Jadi diprediksikan total kebutuhan biodiesel di Indonesia pada tahun 2015 sebesar 3.475.800 ton per tahun</p>

	<p>b. Ketersediaan bahan baku</p> <p>Meskipun telah berumur lebih dari 50 tahun masih menghasilkan biji. 1 Hektar (Ha) populasi malapari dapat menghasilkan 9 ton biji malapari kering. Lahan yang sudah ditumbuhi tanaman malapari di Taman Nasional Alas Purwo dari Pantai Pantur hingga Pantai Sumur sekitar 26.052 Ha dan menghasilkan biji malapari sekitar 234.468 ton/tahun biji kering (WARTA Vol. 14). Mudahnya pengembangbiakan malapari dapat mengakibatkan jumlah biji malapari kering yang dihasilkan masih dapat bertambah. Dimana rendemen minyak dari biji malapari adalah 31,4 %.</p>
<p>Dasar Penetapan Lokasi Pabrik</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sumber bahan baku Taman Nasional Alas Purwo di Banyuwangi merupakan daerah penghasil utama biji malapari dari tanaman malapari sebagai bahan baku utama pembuatan biodiesel. Selain itu masih belum ada pabrik biodiesel yang berdiri di provinsi Jawa Timur. 2. Pemasaran Propinsi Jawa Timur memiliki fasilitas pelabuhan untuk memasarkan produk biodiesel ke wilayah Indonesia bagian timur seperti Maluku dan Papua, Wilayah Indonesia bagian tengah seperti Sulawesi, Kalimantan, Bali dan sebagian Jawa. 3. Ketersediaan Air dan Listrik Air dan listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam industri. Kebutuhan air pabrik akan diperoleh dari air laut setempat sedangkan kebutuhan listrik diperoleh dari Pembangkit Jawa Bali dan juga menggunakan generator listrik.

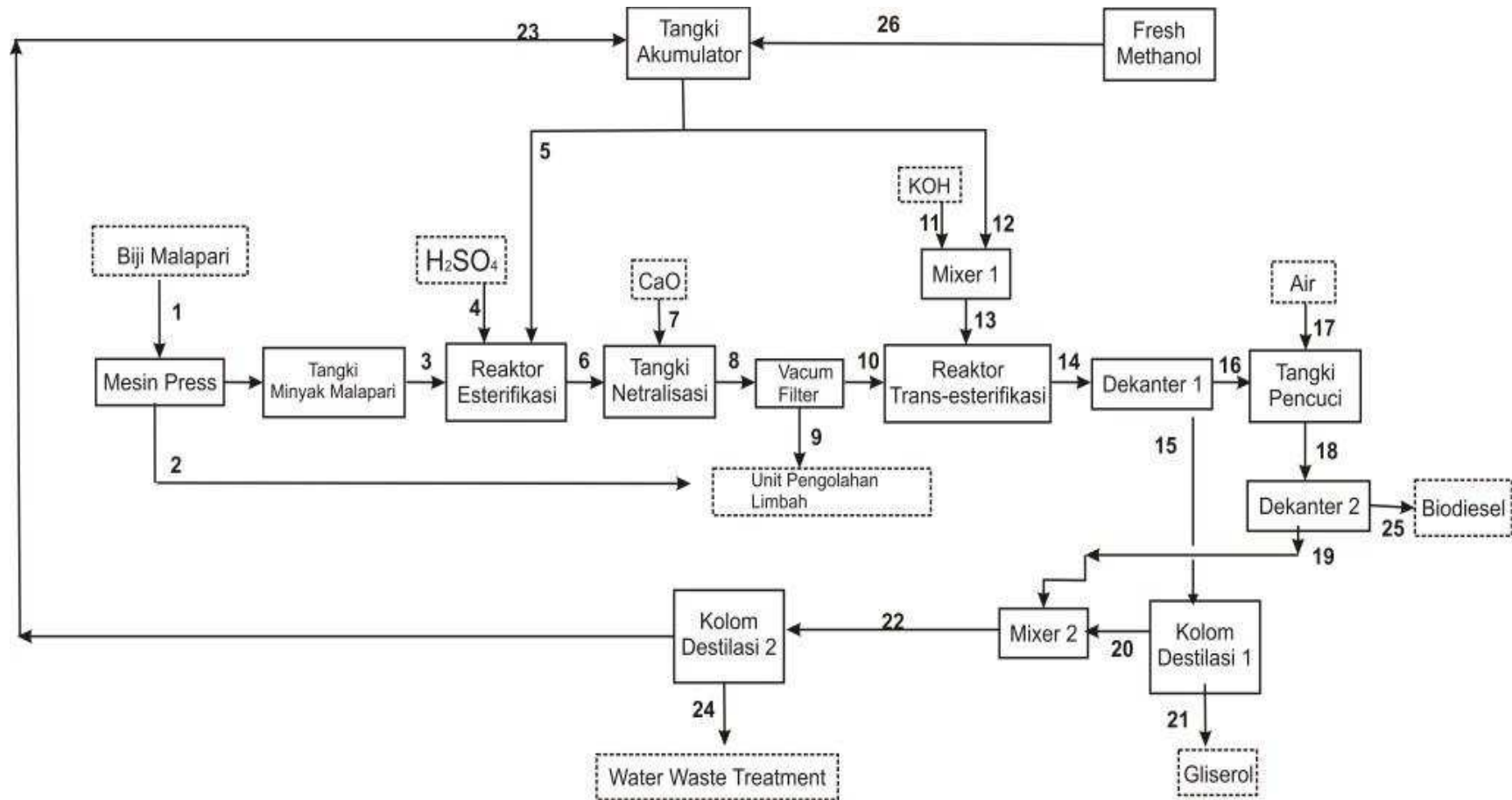
	<p>4. Transportasi</p> <p>Pengiriman bahan baku dan distribusi produk dilakukan melalui jalur darat, serta menggunakan kapal ferry untuk pemasaran daerah Bali, NTB dan jalur laut untuk pemasaran daerah Sulawesi, Papua, Kalimantan dan Jawa. Daerah dekat Taman Nasional memiliki fasilitas transportasi darat 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 Banyuwangi dapat membuka lapangan pekerjaan bagi penduduk setempat, Lokasi pabrik berdekatan dengan pemukiman penduduk setempat sehingga mempermudah perekrutan tenaga kerja.</p> <p>6. Pembuangan Limbah</p> <p>Kota Banyuwangi sangat dekat dengan laut, memungkinkan limbah yang sudah diolah dan lolos dari analisa mengenai dampak terhadap lingkungan (Amdal) sehingga tidak membahayakan lingkungan dapat dibuang ke laut.</p>
<p>Pemilihan Proses</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Seleksi proses pembuatan biodiesel dari minyak malapari berdasarkan kandungan bahan baku yang terdapat dalam minyak. Kandungan dari minyak malapari (% berat) adalah trigliserida yaitu 96,8%, sedangkan sisanya asam lemak bebas sebanyak 3,2 %. Adanya sedikit kandungan asam lemak bebas 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. • Proses yang digunakan dalam pra rancangan pabrik biodiesel

	<p>ada dua yaitu : esterifikasi asam lemak bebas dengan katalis asam kuat H_2SO_4 dan transesterifikasi trigliserida dengan katalis basa kuat KOH.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konversi produk mencapai 97%
Bahan Baku	
Jenis	Minyak malapari Metanol
Spesifikasi	<p style="text-align: center;">- Minyak Malapari</p> <p>Wujud : Cair</p> <p>Viskositas kinematis, 40⁰C : 24,91 mm²/s</p> <p>Densitas : 0,927 kg/l</p> <p>Warna : Coklat Tua</p> <p>Komposisi Asam Lemak:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asam palmitat : 10,8% • Asam stearat : 8,7% • Asam oleat : 46% • Asam linoleat : 27,1% • Asam laurat : 0,1% • Asam kaprat : 0,1% • Asam arachidat : 0,8% • Asam linolenat : 6,3% • Unidentified : 0,1% <p style="text-align: center;">- Metanol</p> <p>Wujud : Cair (30°C, 1 atm)</p> <p>Viskositas kinematis, 20⁰C : 0,58 – 0,59 cp (20°C)</p>

	Specific Gravity (25/25°C) : 0,7883-0,7893 (25°C) Warna : Bening Kemurnian (% berat) : min. 99% Impurities (% berat) : Air : max. 0,01%
Kebutuhan	- Biji malapari = 8786, 337 kg/jam Metanol = 1915,33 kg/jam
Asal	- biji malapari dari Taman Nasional Alas Purwo, Banyuwangi - methanol dari Kaltim Methanol Industry
Produk	
Jenis	Biodiesel
Spesifikasi	Biodiesel – Wujud : cairan – Warna : putih agak kekuningan – Titik Leleh (°C) : 4-35 – Bilangan Ester (mgKOH/gr) : 133,98-191,0 – Viskositas (cP) : 5,99-1956 – Densitas : 0,8509-0,8785 – Flash Point (°C) : 110 – Moisture (ppm) : 300 – Bilangan asam (mgKOH/g) : 0,5 – Total gliserol (%) : 0,25 – Gliserol Bebas (%) : 0,02 – Kandungan Fosfor (%) : 10 – Kandungan methanol (%) : 0,3
Laju Produksi	8838,38 kg/jam
Daerah Pemasaran	Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri

II. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN

2.1 Diagram Alir



Keterangan Arus

- 1 : Aliran dari Tangki Penyimpanan Biji Malapari ke Mesin Press
- 2 : Aliran dari Mesin Press ke Unit Pengolahan Limbah
- 3 : Aliran dari Tangki Penyimpanan Minyak Malapari ke Reaktor Esterifikasi
- 4 : Aliran dari Tangki Penyimpan H₂SO₄ ke Reaktor Esterifikasi
- 5 : Aliran dari Tangki Akumulator Methanol ke Reaktor Esterifikasi
- 6 : Aliran dari Reaktor Esterifikasi ke Tangki Netralisasi
- 7 : Aliran dari Tangki Cao ke Tangki Netralisasi
- 8 : Aliran dari Tangki Netralisasi ke Vacum Filter
- 9 : Aliran output CaSO₄ ke Unit Pengolahan Limbah
- 10 : Aliran dari Vacum Filter ke Reaktor Trans-Esterifikasi
- 11 : Aliran dari Tangki Penyimpan KOH ke Reaktor Trans-Esterifikasi
- 12 : Aliran dari Tangki Akumulator Methanol ke Reaktor Trans-Esterifikasi
- 13 : Aliran dari Mixer 1 ke Reaktor Trans-Esterifikasi
- 14 : Aliran dari Reaktor Trans-Esterifikasi ke Dekanter
- 15 : Aliran dari Dekanter 1 ke Kolom Destilasi 1
- 16 : Aliran dari Dekanter 1 ke Washing Tank
- 17 : Aliran dari Tangki Penyimpan Air ke Washing Tank
- 18 : Aliran dari Tangki Netralisasi ke Dekanter 2
- 19 : Aliran dari Dekanter 2 ke Mixer 2
- 20 : Aliran dari Kolom Destilasi 1 ke Mixer 2
- 21 : Aliran produk gliserol
- 22 : Aliran dari Mixer 2 ke Kolom Destilasi 2
- 23 : Aliran dari Kolom Destilasi 2 ke Tangki Akumulator Methanol
- 24 : Aliran Waste Water Treatment
- 25 : Aliran produk Biodiesel
- 26 : Aliran dari Tangki Fresh Metanol ke Tangki Akumulator Metanol

2.2 Peneracaan

2.2.1 Neraca Massa (dalam kg/jam)

A. Unit Mesin Press

Komponen	Masuk	Keluar	
	1	2	3
Biji Malapari kering	27981.966	-	-
Trigliserida	-	-	8505.17
FFA	-	-	281.16
Cake Residual	-	19195.626	-
Sub Total	27981.966	19195.626	8786.34
Total	27981.966	27981.966	

B. Unit Reaktor Esterifikasi

Komponen	Masuk			Keluar
	1	2	3	4
Trigliserida	8505.17	-	-	8505,17
FFA	281.16	-	-	24.18
Methanol	-	-	191.09	161.98
Asam Sulfat	-	43.93	-	43.93
H ₂ O	-	0.71	3.9	20.99
Biodiesel	-	-	-	269.72
Sub Total	8786.34	44.63	194.99	9025.97
Total	9025.97			

C. Unit Tangki Netralisasi

Komponen	Masuk		Keluar
	4	5	6
Trigliserida	8505,17	-	8505,17
FFA	24.18	-	24.18
Methanol	161.98	-	161.98
Asam Sulfat	43.93	-	-
H ₂ O	20.99	-	20.99
Biodiesel	269.72	-	269.72
CaO	-	25.46	-
CaSO ₄	-	-	61.33
Sub Total	9025.97	25.46	9051.44
Total	9051.44		

D. Unit Vacum Filter

Komponen	Masuk	Keluar	
	6	7	8
Trigliserida	8505,17	0.65	8504.53
FFA	24.18	0.65	23.53
Methanol	161.98	0.65	161.33
H ₂ O	20.99	0.65	28.41
Biodiesel	269.72	0.65	269.07
CaSO ₄	61.33	61.33	-
Sub Total	9051.44	64.55	8986,88
Total		9051.44	

E. Neraca Massa di Mixer 1

Komponen	Masuk		Keluar
	9	10	11
H ₂ O	3.54	34.34	37.88
KOH	85.05	-	85.05
Methanol	-	1682.46	1682.46
Sub Total	88.59	1716.8	1805.39
Total	1805.39		

F. Unit Reaktor Transesterifikasi

Komponen	Masuk		Keluar
	8	11	12
Trigliserida	8504.53	-	255.14
FFA	23.53	-	23.53
Methanol	161.33	1682.46	949.56
KOH	-	85.05	85.05
H ₂ O	28.41	37.88	66.29
Biodiesel	269.07	-	8554.79
Gliserol	-	-	857.91
Sub Total	8986.88	1805.39	10792.27
Total	10792.27		

G. Unit Decanter 1

Komponen	Masuk	Keluar	
	12	13	14
Trigliserida	255.14	-	255.14
FFA	23.53	-	23.53
Methanol	949.56	607.37	342.19
KOH	85.05	85.05	-
H ₂ O	66.29	62.01	4.28
Biodiesel	8554.79	-	8554.79
Gliserol	857.91	850.9	7.01
Sub Total	10792.27	1605.32	9186.95
Total		10792.27	

H. Unit Washing Tank

Komponen	Masuk		Keluar
	14	15	16
Trigliserida	255.14	-	255.14
FFA	23.53	-	23.53
Methanol	342.19	-	342.19
Gliserol	7.01	-	7.01
H ₂ O	4.28	2138.7	2142.98
Biodiesel	8554.79	-	8554.79
Sub Total	9186.95	2138.7	11325.65
Total	11325.65		

I. Neraca Massa di Decanter 2

Komponen	Masuk	Keluar	
	16	17	23
Triglicerida	255.14	-	255.14
FFA	23.53	-	23.53
Methanol	342.19	342.19	-
Gliserol	7.01	7.01	-
H ₂ O	2142.98	2138.7	4.28
Biodiesel	8554.79	-	8554.79
Sub Total	11325.65	2487.91	8837.74
Total		11325.65	

J. Neraca Massa di Kolom distilasi 1

Komponen	Masuk	Keluar	
	13	18	19
Gliserol	850.9	-	850.9
H ₂ O	62.01	15.5	46.51
Methanol	607.37	601.29	26.51
KOH	85.05	-	85.05
Sub Total	1605.32	616.8	988.53
Total		1605.32	

K. Neraca Massa di Mixer 2

Komponen	Masuk		Keluar
	17	18	20
H ₂ O	2138.7	15.5	2154.2
Gliserol	7.01	-	7.01
Methanol	342.19	601.29	934.48
Sub Total	2487.91	616.8	3104.7
Total	3104.7		

L. Neraca Massa di Kolom distilasi 2

Komponen	Masuk	Keluar	
	20	21	22
Gliserol	7.01	-	7.01
H ₂ O	2154.2	21.54	2132.66
Methanol	934.48	934.05	9.43
Sub Total	3104.7	955.59	2149.11
Total		3104.7	

M. Tangki Akumulator Methanol

Komponen	Masuk		Keluar	
	21	24	3	10
H ₂ O	21.54	20.24	3.9	37.88
Methanol	934.05	939.51	191.09	1682.46
Sub Total	955.59	959.74	194.99	1720.34
Total	1915.33		1915.33	

3.2.2. Neraca Panas

Q dalam kilokalori

A. Unit Heater I (HE-01).

Komponen	Input	Output
	Q ₁	Q ₂
FFA	771.79	5402.54
Trigliserida	22487.68	157413.77
Sub Total	23259.47	162816.31
Steam	139556.84	-
Total	162816.31	162816.31

B. Unit Heater II (HE-02)

Komponen	Input	Output
	Q ₃	Q ₄
Metanol	592.38	4146.68
H ₂ O	19.5	136.49
Sub Total	611.88	4283.17
Steam	3671.29	-
Total	4283.17	4283.17

C. Unit Reaktor Esterifikasi (R-01)

Komponen	Input			Output
	Q ₂	Q ₄	Q ₅	Q ₆
FFA	5402.54	-	-	464.62
Trigliserida	157413.77	-	-	15413.77
Biodiesel	-	-	-	5654.64
H ₂ SO ₄	-	-	74.68	522.79
Metanol	-	4146.68	-	3515
H ₂ O	-	136.49	3,57	734.59
Sub Total	162816.31	4283.17	78.26	168305.41
H _R	-808.41			-
Cooling W	1936.08			-
Total	168305.41			168305.41

D. Unit Tangki netralisasi

Komponen	Input		Output
	Q ₆	Q ₇	Q ₈
FFA	464.62	-	464.62
Trigliserida	157413.77	-	157413.77
Biodiesel	5654.64	-	5654.64
H ₂ SO ₄	522.79	-	-
Metanol	3515	-	3515
H ₂ O	734.59	-	1017.01
CaO	-	27.63	-
CaSO ₄	-	-	555.91
Sub Total	168305.41	27.63	168620.95
H _R	-21854.61		-
Cooling Water	22142.52		-
Total	168620.95		168620.95

E. Unit Heater 3

Komponen	Input	Output
	Q ₉	Q ₁₀
Metanol	22106.77	36509.47
KOH	1750.44	2890.86
H ₂ O	802.77	1325.78
Sub Total	24659.98	40726.12
Steam	16066.14	-
Total	40726.12	40726.12

F. Unit Reaktor Transesterifikasi

Komponen	Input		Output
	Q ₈	Q ₁₀	Q ₁₁
FFA	452.21	-	452.21
Trigliserida	157401.82	-	4722.05
Biodiesel	5641.11	-	179351.27
Metanol	3500.99	36509.47	20605.39
H ₂ O	994.41	1325.78	2320.2
KOH	-	2890.86	2890.86
Gliserol	-	-	17295.56
Sub Total	167990.56	40726.12	227637.54
H _R	-99458.35		-
Cooling Water	118469.22		-
Total	227637.54		227637.54

G. Unit Heater IV

Komponen	Input	Output
	Q ₁₅	Q ₁₆
Gliserol	17154.14	26123.3
Metanol	13179.83	20071
H ₂ O	2170.49	3305.35
KOH	2890.86	4402.37
Sub Total	35395.31	53902.01
Steam	18506.69	-
Total	53902.01	53902.01

H. Unit Kolom distilasi I

Komponen	Input	Output	
	Q ₁₆	Q ₁₇	Q ₁₈
Metanol	20071.00	163133.24	464.68
KOH	3210.15	-	10192.34
H ₂ O	4532.91	9016.22	5739.40
Gliserol	26123.3	-	60480.58
Sub Total	53937.36	172149.45	76877.01
Qc	-	172325.79	
Steam	367414.89	-	
Total	421352.25	421352.25	

I. Unit Heater V

Komponen	Input	Output
	Q ₁₉	Q ₂₀
Metanol	16665.68	37437.43
Gliserol	115.12	258.6
H ₂ O	61373.85	137868.94
Sub Total	97410.32	175564.96
Steam	192.42	-
Total	175564.96	175564.96

J. Unit Kolom distilasi II

Komponen	Input	Output	
	Q ₂₀	Q ₂₁	Q ₂₂
Metanol	37437.43	246841.81	435.77
Gliserol	258.6	-	301
H ₂ O	137868.94	12166.5	158872.51
Sub Total	175564.96	259008.31	159609.29
Q _c	-	259109.94	
Steam	502162.58	-	
Total	677727.54	677727.54	

K. Unit Cooler I

Komponen	Input	Output
	Q ₂₃	Q ₂₄
H ₂ O	113.75	21.39
FFA	343.59	64.6
Trigliserida	3587.74	674.58
Biodiesel	136268.18	25621.61
Sub Total	140313.25	26382.18
Cooling Water	-113931.08	-
Total	26382.18	26382.18

L. Unit Cooler II

Komponen	Input	Output
	Q ₂₅	Q ₂₆
Metanol	464.68	18.83
H ₂ O	5739.4	232.55
Gliserol	60480.58	2450.59
KOH	10192.34	412.98
Sub Total	76877.01	3114.95
Cooling Water	-73762.05	-
Total	3114.95	3114.95

III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

3.1 Peralatan Proses

A. Tangki Minyak Malapari

Kode : T-104

Fungsi : Menyimpan minyak malapari pada tekanan 1 atm dan temperature 30 °C.

Tipe Tangki : Cylindrical-Conical Roof-Flat Bottom

Jumlah Tangki : 1 buah

Kapasitas Tangki : 14.690bbbl

Tinggi Tangki : 42 ft

Diameter Tangki : 50 ft

Tebal Shell Course Tangki:

- Course ke-1 : 10/16 in

- Course ke-2 : 9/16 in

- Course ke-3 : 8/16 in

- Course ke-4 : 7/16 in

- Course ke-5 : 6/16 in

- Course ke-6 : 4/16 in
- Course ke-7 : 3/16 in
- Tinggi Head Tangki : 8,15 ft
- Tebal Head Tangki : 0,6 in
- Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA-283 Grade C
- Diameter pipa pemasukan / Sch No. : 4 in / Sch No. 40
- Diameter pipa pengeluaran / Sch No: 3 in / Sch No. 40

B. Pre Heater I

- Kode : HE-101
- Fungsi : Menaikkan suhu umpan minyak malapari dari 30°C sampai 60°C
- Bahan : Carbon Steel SA-283 Grade C
- Jenis : Shell and Tube
- Dimensi Shell :
- ID : 10 in
 - Baffle space : 5 in
 - Pass : 1
- Dimensi Tube :
- Jumlah tube : 36
 - Panjang : 5 ft
 - OD : 0,75 in , 10 BWG
 - Pitch : $\frac{3}{4}$ in square pitch
 - Pass : 6
- Koefisien perpindahan panas :
- U_c : 167.409 (Btu/jam.ft².°F)
 - U_D : 6.000 (Btu/jam.ft².°F)
- Luas perpindahan panas : 35.33 ft²
- Beban panas : 33493.642 Btu/jam
- Faktor kekotoran :
- R_D diijinkan : 0.002 (Jam.ft².°F/Btu)

- R_D Perhitungan : 0.08 (Jam.ft².°F/Btu)

Pressure Drop

- Shell : ΔP yang diijinkan = 10 psi
 ΔP perancangan = 0.07 psi

- Tube : ΔP yang diijinkan = 10 psi
 ΔP perancangan = 8.74 psi

C. Pompa

Kode : P-105

Fungsi : mengalirkan bahan baku Minyak Malapari dari tangki penyimpanan ke Reaktor Esterifikasi

Tipe : pompa sentrifugal

Kapasitas pompa : 19370.535 lb/h

Total head : 69.86 ft.lbf / lbm

Daya pompa : 1 HP

Ukuran pipa :

- D nominal : 2.5 in
- ID : 2.469 in
- OD : 2.88 in
- Schedule : 40
- Bahan : Commercial steel

D. Reaktor

Kode : R-101

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara FFA dan Metanol

Tipe : Reaktor Batch Berpengaduk

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm
Suhu reaksi = 60°C

Jumlah : 3 buah

Bahan konstruksi : SA 285 Grade C

Dimensi Reaktor :

- diameter = 11,92 ft = 3,63 m
- tinggi = 28,56 ft = 8,70 m
- tebal shell = 7/16 in = 0,4375 in = 0,113 m
- tebal head = 6/16 in = 0,375 in = 0,114 m

Dimensi pengaduk :

- jenis = Marine propeller
- jumlah blade = 3
- diameter impeller = 3,97 ft = 1,21 m
- panjang blade = 0,933 ft = 0,28 m
- jumlah baffle = 4 buah
- lebar baffle = 0,397 ft = 0,12 m
- kecepatan = 88,605 rpm

Media pendingin :

- jenis = jaket
- diameter = 13,05 ft = 3,98 m
- tinggi jaket = 28,56 ft = 8,70 m

E. Distilasi I

Kode : D-201

Fungsi : Untuk memurnikan metanol sisa reaksi dan memperoleh gliserol yang lebih murni

Jenis Kolom : Sieve Tray

Bahan Konstruksi : Carbon steel A-283 Grade A

Jumlah plate actual : 34 buah

Lokasi umpan masuk : 7 tray dari puncak kolom

R min : 0.0008

R : 0.001

Kondisi operasi kolom :

- Kondisi feed : T = 351.4 K
P = 1 atm

- Kondisi puncak : $T = 385.27 \text{ K}$
 $P = 1 \text{ atm}$
- Kondisi dasar : $T = 421.55 \text{ K}$
 $P = 1 \text{ atm}$

Dimensi kolom:

- Seksi atas kolom :
 - o Diameter : 1.14 m
 - o Tebal shell : 0.44 in
 - o Tebal head : 0.25 in
 - o Tinggi head : 12.25 in
 - o Tray spacing : 36 in
- Seksi bawah kolom :
 - o Diameter : 0.94 m
 - o Tebal shell : 0.19 in
 - o Tebal head : 0.19 in
 - o Tinggi head : 8.47 in
 - o Tray spacing : 24 in

3.2 Utilitas

AIR	
Air untuk pendingin	1462,39 m ³ /hari
Air untuk sanitasi	22,74 m ³ /hari
Air umpan ketel (<i>boiler feed water</i>)	7,754 m ³ /hari
Air pencuci biodiesel	51,332 m ³ /hari
Didapat dari sumber	air laut dan artesis
STEAM	
Kebutuhan <i>steam</i>	2261,39 kg/jam
Jenis boiler	Fire tube
LISTRIK	
Kebutuhan listrik	424,16 kW
Dipenuhi dari	PLN dan Generator
BAHAN BAKAR	
Jenis	Generator : biodiesel
Kebutuhan	Boiler : 1352,41 liter/hari
	Generator : 1437,96 liter/hari
Sumber dari	Pabrik sendiri

IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant Cost	\$ 23.166.738,81
Fixed Capital	\$ 36.696.114,27
Working Capital	\$ 5.237.694,21
Total Capital Investment	\$ 45.236.458,77
ANALISIS KELAYAKAN	
Return on Investment (ROI)	- Sebelum pajak : 24,28 % - Setelah pajak : 17,00 %
Pay Out Time (POT)	- Sebelum pajak : 2,92 tahun - Setelah pajak : 3,7 tahun
Break Even Point (BEP)	49,97 %
Shut Down Point (SDP)	25,24 %