

TUGAS PERANCANGAN PABRIK KIMIA



PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL BAHAN BAKU CPO DENGAN MENGGUNAKAN KATALIS ENZIM LIPASE KAPASITAS 500.000 TON / TAHUN

Oleh:

1. Lucky Kurniawan L2C007062
2. M. Agung Dimas W. L2C007063

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2011

EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	Prarancangan Pabrik Biodiesel dari CPO dan Metanol	
	Dengan Katalis Enzim Lipase	
	KAPASITAS PRODUKSI	500.000 Ton/Tahun

I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar Belakang	<ul style="list-style-type: none">- Salah satu industri kimia yang dapat didirikan di Indonesia adalah pabrik Biodiesel, yaitu pabrik yang menghasilkan produk berupa biodiesel yang memiliki banyak kegunaan dalam bidang energy. Pabrik ini sangat potensial untuk didirikan di Indonesia, mengingat kebutuhan akan biodiesel terus meningkat dari tahun ke tahun.- Penggunaan biodiesel sebagai sumber energy semakin menuntut untuk direalisasikan. Sebab, selain merupakan solusi menghadapi kelangkaan energi fosil pada masa mendatang biodiesel juga bersifat dapat diperbaharui (renewable), dapat terurai (biodegradable), memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin karena termasuk kelompok minyak tidak mengering (non-drying oil), mampu mengurangi emisi karbon dioksida dan efek rumah kaca. Untuk itulah akan dibuat perancangan terhadap Pabrik biodiesel pada tahun 2015 mendatang.
----------------	--

Dasar Penetapan Kapasitas Produksi	<p>Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik Biodiesel, yaitu :</p> <p>a. Kebutuhan Biodiesel di Indonesia</p> <p>Tingkat konsumsi solar di Indonesia rata-rata mencapai 14 juta kiloliter dan meningkat setiap tahunnya. Dan dengan menggunakan tabel diperkirakan pada tahun 2025, kebutuhan biodiesel Indonesia mencapai 4,7 juta kiloliter.</p> <p>b. Ketersediaan bahan baku</p> <p>CPO sebagai bahan baku dapat diperoleh dari pabrik CPO di Riau dan Sumatera Utara yang dapat memproduksi hingga 40 juta ton pada tahun 2000. Dengan demikian, bahan baku cukup tersedia dan mudah memperolehnya</p>
Dasar Penetapan Lokasi Pabrik	<p>1. Sumber bahan baku</p> <p>Sumber bahan baku biodiesel yang digunakan dalam pembuatan biodiesel diperoleh dari PT. Alegria Indonesia, Riau yang memproduksi CPO sebesar 500.000 ton/tahun. Ditambah dari PE CPO sebesar 100.000/tahun</p> <p>2. Pemasaran</p> <p>Lokasi pabrik tidak terlalu jauh dari kota-kota besar seperti Gresik dan Jabodetabek sehingga pemasaran produk mudah dilakukan. sementara itu apabila didirikan di Gresik juga tidak</p>

akan mengalami kesulitan dalam memasarkan produk karena Gresik dekat dengan kota besar seperti Surabaya tetapi industri di Jabodetabek lebih menjanjikan sebagai daerah pemasaran

3. Transportasi

Di Kabupaten Sengau Riau Barat telah berdiri sekitar 46 industri sehingga sistem transportasi untuk mengangkut bahan baku dan produk telah tersedia dengan baik. sementara itu, di Gresik sistem transportasi yang ada juga sudah tersedia dengan baik, tetapi karena sudah padat dengan pemukiman maka penggunaan alat transportasi dalam skala besar dapat menimbulkan protes dari warga sekitar

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja sebagian besar akan diambil dari penduduk sekitar. Karena lokasinya cukup dekat dengan pemukiman penduduk, selain dapat memenuhi kebutuhan tenaga kerja juga dapat membantu meningkatkan taraf hidup penduduk sekitarnya. UMR untuk Kabupaten Riau Barat juga lebih murah dibandingkan dengan UMR di Kota Gresik.

5. Limbah Pabrik

Limbah meliputi padatan, cairan dan lumpur. Karena itu, hasil buangan pabrik sebelum di buang ke lingkungan, diolah terlebih dahulu dan juga disediakan tempat penimbunan bahan buangan padat. lahan di Riau Tengah masih

	luas sehingga dapat dibangun instalasi pengolahan limbah yang memadai, sedangkan bila dibangun di Gresik maka pengolahan limbah harus dilakukan dengan teliti dan dengan lahan yang terbatas karena rentan dengan protes dari warga sekitar
Pemilihan Proses	<ul style="list-style-type: none"> - Proses yang dipilih dalam produksi biodiesel ini adalah proses proses transesterifikasi minyak sawit dengan metanol - Proses ini menggunakan reaktor <i>batch</i> dengan menggunakan koil pemanas - Merupakan reaksi Eksotermis pada suhu 50-55⁰ C dan tekanan 1 atmosfer. - Konversi reaksi sebesar 99%
Bahan Baku	
Jenis	<p>CPO (Minyak sawit) (C₅₇H₁₀₄O₆)</p> <p>Air (H₂O)</p> <p>Methanol (CH₃OH)</p> <p>Enzim Lipase</p>
Spesifikasi	<p>CPO (Minyak sawit) (C₅₇H₁₀₄O₆)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nama : Triglyceride - Rumus molekul : C₅₇H₁₀₄O₆ - Berat molekul : 847,2 g/grmol - Wujud, (30 °C, 1 atm) : cair - Kenampakan : berwarna kemerahan - Densitas : 847,28 kg/m³

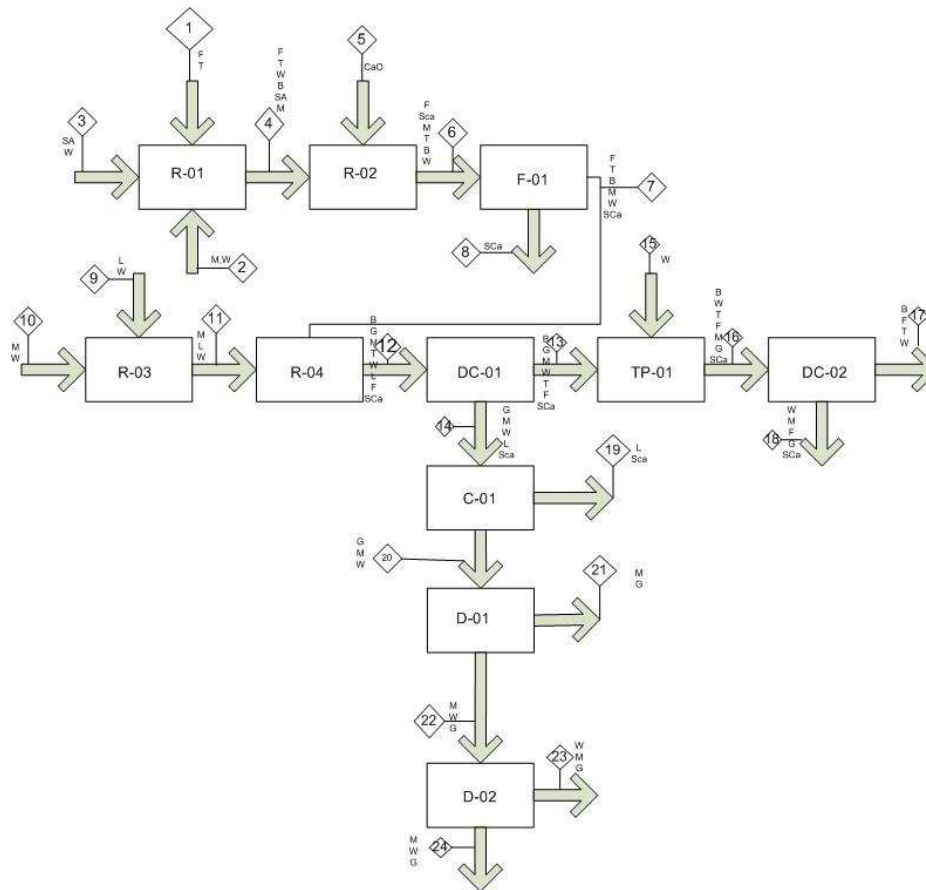
	<ul style="list-style-type: none"> - Viskositas : 26,4cp - Boiling point: 300 °C - Kemurnian: 98%
	<p>Air (H₂O)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wujud : Cair - BM : 18 - Warna : Jernih - Density (25°C), gr/cc : 0,998
	<p>Methanol (CH₃OH)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rumus molekul : CH₃OH - Berat molekul, : 32,04 ggmol - Wujud, (30 0C, 1 atm) : cair - Kenampakan : tak berwarna - Densitas, :792 kg/m³ - Viskositas, : 0.5410 cp - Boiling point : 64,5 0C - Melting point : -97 0C - Critical temperature : 239 0C; 463 % - Kemurnian : 96%
	<p>Enzim Lipase</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wujud : cair - pH optimum : 7

	<ul style="list-style-type: none"> - Suhu optimum : 30-70°C - Sumber: <i>Pseudomonas fluorescens</i>
Kebutuhan	<ul style="list-style-type: none"> - CPO (Minyak sawit) (C₅₇H₁₀₄O₆) = 62720,62 kg/jam - Air (H₂O) = 17574 kg/jam - Enzim Lipase = 120,40 kg/jam
Asal	- CPO dari PT. Algeria Indonesia
Produk	
Jenis	Biodiesel
Spesifikasi	<p>Biodiesel (R-COOCH₃)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rumus Molekul : R-COOCH₃ - Berat Molekul : 283,77 g/gmol - Wujud: cair - Warna : Jemih kekuningan - Densitas : 810 kg/m³ - Viskositas : 7.3 cp - Specific gravity : 0,87 - 0,89 - Cetane number : 46 -70 - Cloud point : (-11 sd 16°C) - Boiling point : (182 - 338) °C - Kemurnian : 98%
Laju	62668,88258kg/jam

Produksi	
Daerah Pemasaran	Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri

II. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN

2.1 Diagram Alir



Keterangan:

- Arus 1 : aliran umpan CPO dari tangki penyimpanan (T-01).
- Arus 2 : aliran umpan methanol dari tangki penyimpanan (T-02).
- Arus 3 : aliran katalis H₂SO₄ yang ditambahkan dari tangki penyimpanan (T-03).
- Arus 4 : aliran produk hasil reaksi keluar reaktor esterifikasi (R-01)
- Arus 5 : aliran CaO yang ditambahkan dari gudang penyimpanan (G-01)
- Arus 6 : aliran produk hasil reaksi keluar tangki netralisasi (R-02) menuju filter (F-01)
- Arus 7 : aliran umpan reaktor transesterifikasi (R-04).
- Arus 8 : aliran CaSO₄ sebagai produk keluar dari tangki netralisasi (R-02).
- Arus 9 : aliran Enzim Lipase dari gudang penyimpanan (G-02)
- Arus 10 : aliran umpan methanol dari tangki penyimpanan (T-02)

- Arus 11 : aliran produk hasil reaksi reaktor(R-03)
- Arus 12 : aliran campuran produk reaktor (R-04) dan air masuk dekanter (DC-01)
- Arus 13 : aliran hasil pemisahan didekanter (DC-01) masuk tangki pencuci (TP-01)
- Arus 14 : aliran umpan masuk Centrifuge (C-01).
- Arus 15 : aliran air dari utilitas masuk ke tangki pencuci (TP-01).
- Arus 16 : aliran biodiesel yang merupakan hasil pemisahan Tangki Pencuci (TP-01) menuju dekanter (DC -02).
- Arus 17 : aliran biodiesel menuju tangki penyimpanan produk (T-04)
- Arus 18 : aliran air hasil pemisahan dari decanter (DC-02) ke WTU
- Arus 19 : aliran pemisahan Enzim Lipase dari centrifuge (C-01) ke WTU.
- Arus 20 : aliran hasil pemisahan Enzim Lipase dari centrifuge menuju kolom distilasi (D- 01).
- Arus 21 : aliran hasil produk bawah kolom distilasi (D-01) menuju tangki penyimpanan (T-05).

Arus 22 : aliran hasil atas kolom distilasi (D-01) menuju kolom distilasi (D-02).

Arus 23 : aliran produk hasil atas kolom distilasi (D-02) menuju tangki penyimpanan (T-06).

Arus 24 : aliran hasil bawah kolom distilasi (D-02) menuju WTU.

2.2 Peneracaan

2.2.1 Neraca Massa

A. Neraca Massa pada Reaktor Esterifikasi (R-01)

Komponen	Input			Output
	1	2	3	4
FFA	2508,824857	0	0	24,084719
trigliserida	60211,79656	0	0	60211,797
metanol	0	5778,560925	0	5485,67363
H2O	0	173,3568277	0,353342	334,20574
H2SO4	0	0	17,6671	17,6671
Biodiesel	0	0	0	2510,019
Subtotal	62721,62142	5953,917753	21,02046	68587,447
Total		68696,55963		68696,447

B. Neraca Massa pada Tangki Pengendapan (R-02)

Komponen	Input	Output	
	6	7	8
FFA	24,08471862	24,08472	0
trigliserida	60211,79656	60211,8	0
metanol	285,682109	285,6821	0
H2O	337,4651406	337,4651	0
H2SO4	0	0	0
Biodiesel	2510,019038	2510,019	0
CaO	0	0	0
CaSO4	24,6618593	0,688429	23,97343
Subtotal	63399,70942	63369,74	23,97343
Total	63399,70942	63393,70942	

C. Neraca Massa pada Rotary Vacuum Filter (F-01)

Komponen	Input	Output	
	6	7	8
FFA	24,08471862	24,08472	0
trigliserida	60211,79656	60211,8	0
metanol	285,682109	285,6821	0
H2O	337,4651406	337,4651	0

H2SO4	0	0	0
Biodiesel	2510,019038	2510,019	0
CaO	0	0	0
CaSO4	24,6618593	0,688429	23,97343
Subtotal	63399,70942	63369,74	23,97343
Total	63399,70942	63393,70942	

D. Neraca Massa di Mixer Lipase dan Methanol (M)

Komponen	Input		Output
	9	10	11
enzim lipase	120,4235931	0	120,4236
metanol	0	13654,7	13654,7
air	4,816943725	409,6409	414,4578
subtotal	134,2405368	14074,34	14200,58
Total	14208,57732		14208,577

E. Neraca Massa Reaktor Transesterifikasi (R-04)

komponen	input		output
	7	11	12
FFA	24,08471862	0	24,08471862
trigliserida	60211,79656	0	301,0589828
metanol	285,682109	13654,6959	6840,859328
H2O	337,4651406	414,4578208	802,1730938
gliserol	0	0	6489,53452
biodiesel	2510,019038	0	62668,88258
enzim lipase	0	120,4235931	120,4235931
CaSO4	0,688428887	0	0,688428887
subtotal	63369,73599	14189,57732	77247,70525
total	77559,31331		77558,70525

F. Neraca Massa Decanter 1 (DC-01)

Komponen	input		Output	
	12		13	14
FFA	24,08471862		24,08472	0
Trigliserida	301,0589828		301,059	0
Metanol	6840,859328		2506,755	4334,104
H2O	802,1730938		31,33444	770,8387
Gliserol	6489,53452		51,38848	6438,146
Biodiesel	62668,88258		62668,88	0

enzim lipase	120,4235931	0	120,4236
CaSO4	0,688428887	0,044006	0,688429
Subtotal	77247,70525	65583,55	11664,2
Total	77247,70525	77247,74925	

G. Neraca Massa di Tangki Pencuci (TP-01)

Komponen	input		output
	13	15	16
FFA	24,08471862	0	24,08472
Trigliserida	301,0589828	0	301,059
Metanol	2506,755303	0	2506,755
H2O	31,33444129	15667,22	15698,56
Gliserol	51,38848372	0	51,38848
Biodiesel	62668,88258	0	62668,88
CaSO4	0,04400593	0	0,044006
Subtotal	65583,54852	15667,22	81250,77
Total	81250,76916		81250,77

H. Neraca Massa di Decanter 2 (DC-02)

Komponen	Input	Output	
	16	17	18
FFA	24,08471862	24,06905	0,015667
Trigliserida	301,0589828	301,059	0
Metanol	2506,755303	0	2506,755
H2O	15698,55509	31,33444	15667,22
Gliserol	51,38848372	0	51,38848
Biodiesel	62668,88258	62668,88	0
CaSO4	0,04400593	0	0,044006
Subtotal	81250,76916	63025,35	18225,42
Total	81250,76916	81250,76916	

I. Neraca Massa Decanter 2 (DC-02)

Komponen	Input	Output	
	16	17	18
FFA	24,08471862	24,06905	0,015667
Trigliserida	301,0589828	301,059	0
Metanol	2506,755303	0	2506,755
H2O	15698,55509	31,33444	15667,22
Gliserol	51,38848372	0	51,38848
Biodiesel	62668,88258	62668,88	0
CaSO4	0,04400593	0	0,044006

Subtotal	81250,76916	63025,35	18225,42
Total	81250,76916	81250,76916	

J. Neraca Massa di Centrifuge (C)

Komponen	Input	Output	
	14	19	20
FFA	0	0	0
Trigliserida	0	0	0
Metanol	4334,14	0	4334,14
H2O	770,8387	0	770,8387
Gliserol	6438,146	0	6438,146
Biodiesel	0	0	0
CaSO4	0,6884	0,6884	0
Enzim Lipase	120,436	120,436	0
Subtotal	11664,2	121,112	11543,09
Total	11664,2	11664,02	

K. Neraca Massa di Destilasi 1 (D-01)

komponen	Input	Output	
	20	21	22
Metanol	4334,14	4,33104	4329,77
H2O	770,8387	0	770,8387
Gliserol	6438,146	6431,7	6,438
Subtotal	11543,09	6436,04	5107,04
Total	11543,09	11543,09	

L. Neraca Massa di Destilasi 2 (D-02)

komponen	Input	Output	
	22	23	24
Metanol	4329,77	4286,472	43,29
H2O	770,8387	192,70	578,129
Gliserol	6,438	6,37	0,064
Subtotal	5107,04	4485,55	621,94
Total	5107,04	5107,04	

2.2.2. Neraca Panas

A. Neraca Panas Heater-01

Komponen	Input	Output
	Q ₁	Q ₂
Trigliserida	158010,18	790050,9
FFA	6383,24072	31916,2036
Subtotal	164393,421	821967,103
Steam	657573,683	0
Total	821967,103	821967,103

B. Neraca Panas Heater-02

Komponen	Input	Output
	Q ₁	Q ₂
Methanol	17913,53887	89567,6943
H ₂ O	866,7841387	4333,92069
Subtotal	18780,32301	93901,615
Steam	75121,29202	0
Total	93901,61503	93901,615

C. Neraca Panas Reaktor Esterifikasi

Panas masuk:

Komponen	Massa	Cp mean (kkal/kg.0C)	Q (kkal)
H ₂ SO ₄	17,66712143	0,34	30,03410643
H ₂ O	0,353342429	1,00	1,766712143

Komponen	% Massa	Massa	Cp mesin (kkal/kg.0C)	H (kkal)
FFA		2508,824857		
Asam Palmitat	48%	1204,235931	0,5146	-15492,4953
Asam Oleat	34%	853,0004512	0,549	-11707,4312
Asam Linoleat	9%	225,7942371	0,5259	-2968,62973
Asam Stearat	3%	75,2647457	0,585	-1100,74691
Asam Miristat	2%	50,17649713	0,5157	-646,900489
Methanol		5778,560925	0,62	-89567,6943
H ₂ O		173,3568277	1	-4333,92069

Komponen	Mol	BM	Massa	ΔHf	Massa . ΔHf
----------	-----	----	-------	-----	-------------

Asam Palmitat	4,649378254	256,428	1192,230767	-686,26	-818180,286
Methanol	4,649378254	32,04	148,9660793	-1502,49	-223820,044
Metil Palmitat	4,649378254	270,457	1257,456894	-628,24	-789984,719
H2O	4,649378254	18	83,68880857	-3197,88	-267626,767
H298					-15611,156
Asam Oleat	2,902588996	282,465	819,8798007	-568,16	-465822,908
Methanol	2,902588996	32,04	92,99895143	-1502,49	-139729,995
Metil Oleat	2,902588996	296,459	860,4986311	-628,24	-540599,66
H2O	2,902588996	18	52,24660193	-3197,88	-167078,363
H298					-102125,121
Asam Linoleat	0,797062916	280,45	223,5362947	-459,81	-102784,224
Methanol	0,797062916	32,04	25,53789582	-1502,49	-38370,4331
Metil Linoleat	0,797062916	294,479	234,7182904	-628,24	-147459,419
H2O	0,797062916	18	14,34713248	-3197,88	-45880,408
H298					-52185,17
Asam Stearat	0,261923855	284,48	74,51209824	-655,75	-48861,3084
Methanol	0,261923855	32,04	8,392040311	-1502,49	-12608,9566
Metil Stearat	0,261923855	298,511	78,18715185	-628,24	-49120,2963
H2O	0,261923855	18	4,714629388	-3197,88	-15076,819
H298					-2726,85024
Asam Miristat	0,217509117	228,38	49,67473216	-713,92	-35463,7848
Methanol	0,217509117	32,03	6,96681702	-1502,49	-10467,5729
Metil miristat	0,217509117	242,41	52,72638507	-628,24	-33124,8242
H2O	0,217509117	18	3,915164108	-3197,88	-12520,225
H298					286,3085341

Komponen	Massa	Cp mean (kkal/kg.0C)	Q (kkal)
Biodiesel			
Metil Palmitat	1257,656818	0,5677	17849,29438
Metil Oleat	886,6969596	0,5999	13298,23765
Metil Linoleat	234,7350287	0,5974	3505,767653
Metil Stearat	1257,656818	0,6024	18940,31167
Metil Miristat	886,6969596	0,533	11815,23699
H2O	160,4955668	1	4012,389171

Panas Keluar:

Komponen	% Massa	Massa	Cp mesin	Q
----------	---------	-------	----------	---

			(kkal/kg.0C)	
Trigliserida				
Tripalmitat	39	24461,04235	0,519	317382,0245
Trioleat	41	25715,45478	0,5292	340215,4667
Trilinoleat	10,5	6585,665249	0,5284	86996,63793
Tristearat	4,5	2822,427964	0,53	37397,17052
Trimiristat	1	627,2062142	0,514	8059,599852
FFA				
Asam Palmitat	39	12,04235931	0,5146	154,9249525
Asam Oleat	41	8,530004512	0,549	117,0743119
Asam Linoleat	1	2,257942371	0,5259	29,68629732
Asam Stearat	4,5	0,752647457	0,585	11,00746906
Asam Miristat	10,5	0,501764971	0,5157	6,469004893
Biodiesel				
Metil Palmitat		1257,656818	0,5677	17849,29438
Metil Oleat		886,6969596	0,5999	13298,23765
Metil Linoleat		234,7350287	0,5974	3505,767653
Metil Stearat		78,18427069	0,6024	1177,455117
Metil Miristat		52,74596089	0,533	702,8399289
Methanol		5778,560925	0,62	89567,69434
H2SO4		17,66712143	0,34	150,1705322
H2O		173,3568277	1	4333,920694
Q6				920955,4419

Komponen	Input			Output
	Q ₂	Q ₄	Q ₅	Q ₆
Trigliserida	790050,8996	0	0	790050,8996
FFA	31916,20358	0	0	319,1620358
Biodiesel	0	0	0	36533,59474
Methanol	0	89567,69434	0	89567,69434

H ₂ O	0	4333,920694	1,766712143	4333,920694
H ₂ SO ₄	0	0	30,03410643	150,1705322
Subtotal	821967,1031	93901,61503	31,80081858	920955,4419
Q _R	228758,5701			0
Cooling Water	0			223703,6471
Total	1144659,089			1144659,089

D. Neraca Panas Tangki Netralisasi

Komponen	Input		Output
	Q ₆	Q ₇	Q ₈
Trigliserida	790050,9	0	781199,2317
FFA	319,162036	0	319,1620358
Biodiesel	36533,5947	0	36533,59474
Methanol	89567,6943	0	89567,69434
H ₂ O	4333,92069	0	8355,143425
H ₂ SO ₄	150,170532	0	0
CaO	0	11,1100955	0
CaSO ₄	0	0	159,685539
Subtotal	920955,442	11,1100955	916134,5118
Q _R	3088,52038		0
Cooling	0		7920,560608

Water		
	924055,0724	924055,0724
Total		

E. Neraca Panas Transesterifikasi

Panas Masuk:

Komponen	Massa	Cp _{mean} (kkal/kg. ⁰ C)	Q
Methanol	13654,696	0,62	42329,5573
lipase	120,42359	0,768	462,426598
H ₂ O	414,45782	1	2072,2891

Komponen	% Massa	Massa	Cp mesin (kkal/kg.0C)	H
Trigliserida				
Tripalmitat	39	24461,04235	0,519	-380858,429
Trioleat	41	25715,45478	0,5292	-408258,56
Trilinoleat	10,5	6585,665249	0,5284	-104395,966
Tristearat	4,5	2822,427964	0,53	-44876,6046
Trimiristat	1	627,2062142	0,514	-9671,51982
Methanol		5778,560925	0,6200	-107481,233
		13654,6959	0,6200	-253977,344
H_{REAKTAN}				-1309519,66

Komponen	Mol	BM	Massa	ΔHf	Massa . ΔHf
Tri Palmitat	30,149065	807,284	24338,8577	-607,17	-14777824
Methanol	90,447195	32,04	2897,92812	-1502,49	-4354108
Metil Palmitat	90,447195	270,457	24462,077	-628,24	-15368055
Gliserol	30,149065	92	2773,71397	-1517,88	-4210165
H ₂₉₈					-38710152
Tri Oleat	28,898991	885,395	25587,022	-499,48	-12780206
Methanol	86,696973	32,04	2777,771	-1502,49	-4173573,2
Metil Oleat	86,696973	296,459	25702,0978	-504,28	-12961054
Gliserol	28,898991	92	2658,70716	-1517,88	-4035598,4
H ₂₉₈					-33950431
Tri Linoleat	7,4004596	885,395	6552,3299	-400,25	-2622570
Methanol	22,201379	32,04	711,332173	-1502,49	-1068769,5

Metil Linoleat	22,201379	294,479	6537,8398	-420,355	-2748213,6
Gliserol	7,4004596	92	680,84228	-1517,88	-1033436,9
H ₂₉₈					-7472990
Tri Stearat	3,1503139	891,44	2808,31582	-583,19	-1637781,7
Methanol	9,4509417	32,04	302,808172	-1502,49	-454966,25
Metil Stearat	9,4509417	298,511	2821,21006	-602,36	-1699384,1
Gliserol	3,1503139	92	289,828879	-1517,88	-439925,46
H ₂₉₈					-4232057,5
Tri Miristat	0,8630005	723,140	624,070183	-636,72	-397357,97
Methanol	2,5890015	32,04	82,9516083	-1502,49	-124633,96
Metil miristat	2,5890015	240,410	622,421852	-660,1	-410860,66
Gliserol	0,8630005	92	79,3960462	-1517,88	-120513,67
H ₂₉₈					-1053366,3

Komponen	Massa	Cp mean (kkal/kg. ⁰ C)	H
Biodiesel			
Metil Palmitat	24465,966	0,5677	416679,87
Metil oleat	25705,652	0,5999	462624,626
Metil Linoleat	6538,306	0,5974	117179,521
Matil Stearat	2821,1061	0,6024	50983,0294
Metil Miristat	627,83287	0,533	10039,0475
H ₂ O	802,17309	1	24065,1928
H_{PRODUK}			1081571,29

Panas Keluar:

Komponen	Massa	Cp mesin (kkal/kg. ⁰ C)	Q
Trigliserida			
Tripalmitat	122,3052118	0,5190	1904,29215
Trioleat	128,5772739	0,5292	2041,2928
Trilinoleat	32,92832624	0,5284	521,979828
Tristearat	14,11213982	0,5300	224,383023
Trimiristat	3,136031071	0,514	48,3575991
			4740,3054
FFA			
Asam Palmitat	12,04235931	0,5146	185,909943
Asam Oleat	8,530004512	0,5490	140,489174

Asam Linoleat	2,257942371	0,5259	35,6235568
Asam Stearat	0,752647457	0,5850	13,2089629
Asam Miristat	0,501764971	0,5157	7,76280587
			382,994443
Metil Palmitat	24465,96619	0,5677	416679,87
Metil Oleat	25705,65236	0,5999	462624,626
Metil Linoleat	6538,306026	0,5974	117179,521
Metil Stearat	2821,106098	0,6024	50983,0294
Metil Miristat	627,8328653	0,5330	10039,0475
Gliserol	6489,53452	0,5760	112139,157
Methanol	6840,859328	0,6200	127239,983
lipase	120,4235931	0,7680	2774,55959
H ₂ O	802,1730938	1,0000	24065,1928
CaSO ₄	0,688428887	0,2590	5,34909245
Q10			1323730,33

Komponen	Input		Output
	Q ₉	Q ₈	Q ₁₀
Trigliserida	0	781199,2317	4740,3054
FFA	0	319,1620358	382,994443
Biodiesel	0	36533,59474	1057506,09
Methanol	42329,557	89567,69434	127239,983
H ₂ O	2072,2891	8355,143425	24065,1928
lipase	462,4266	0	2774,55959
CaSO ₄	0	159,685539	5,34909245
Gliserol	0	0	112139,157

Subtotal	44864,273	916134,5118	1328853,63
Q _R		1281314,634	0
Steam		0	913459,785
Total		2242313,419	2242313,42

F. Neraca Panas Tangki Pencuci

Komponen	Input		Output
	Q ₁₁	Q ₁₂	Q ₁₃
Trigliserida	4740,305397	-	3597,687902
FFA	382,9944429	-	290,6763084
Biodiesel	1101346,407	-	835874,5507
Methanol	46625,64864	-	35386,86181
H ₂ O	940,0332387	78336,10323	357435,8421
CaSO ₄	0,34192608	-	0,259507187
Gliserol	887,9929986	-	673,9484907

Subtotal	1154923,724	78336,10323	1233259,827
Total	1233259,827		1233259,827

G. Neraca Panas di Vaporizer-01

Komponen	Input		Output	
	Q ₁₄	Q ₁₅	Q	
Gliserol	111251,1635	842356,7264	436844,755	
Methanol	80614,33485	610384,8721	33957,2451	
H ₂ O	23125,15958	175095,9999	46725,7499	
Subtotal	214990,6579	1627837,598	517527,75	
Steam	1930374,69			
Total	2145365,348		2145365,348	

H. Neraca Panas di Distilasi 01

Komponen	Input		Output	
	Q ₁₅	Q	Q ₁₈	Q ₁₉
Gliserol	842356,726	436844,755	322,072118	699255,2818
Methanol	610384,872	33957,2451	231044,714	5071,985235
H ₂ O	175096	46725,7499	66947,337	0
Subtotal	1627837,6	517527,75	298314,123	704327,2671
Steam				1142723,958
Total	2145365,348		2145365,348	

I. Neraca Panas di Distilasi 02

Komponen	Input		Output	
	Q ₁₈	Q ₂₂	Q ₂₃	

Gliserol	322,072118	0	266,446537
Methanol	231044,714	115486,444	1911,40619
H ₂ O	66947,337	8450,31873	41538,5679
Subtotal	298314,123	123936,762	43716,4206
Cooling water	0		130660,941
Total	298314,123	298314,1235	

III. PERALATAN PROSES

3.1 Peralatan Proses

A. Tangki CPO (T-02)

Fungsi	Menampung CPO untuk persediaan selama 30 hari.
Kondisi	- Suhu : 30 ^o C - Tekanan: 1 atm - Wujud : cair
Tipe	Silinder vertical dengan <i>flat bottom</i> dengan head <i>conical roof</i>
Bahan konstruksi	Carbon Steel SA – 283 C Jumlah : 5 buah Diameter : 100 ft Tinggi : 48 ft Jumlah Course: 6
Course 1	Lebar <i>Plate</i> = 31,4 ft Lebar <i>Shell</i> = 1,24 ft
Course 2	Lebar <i>Plate</i> = 31,4 ft Lebar <i>Shell</i> = 1,10 ft
Course 3	Lebar <i>Plate</i> = 31,4 ft Lebar <i>Shell</i> = 0,96 ft
Course 4	Lebar <i>Plate</i> = 31,4 ft Lebar <i>Shell</i> = 0,80 ft
Course 5	Lebar <i>Plate</i> = 31,4 ft Lebar <i>Shell</i> = 0,67 ft
Course 6	Lebar <i>Plate</i> = 31 ft Lebar <i>shell</i> = 0,19 ft
Tinggi head	8,26 ft
Tebal head	1,06 in
Volume tangki	66.425,7 bbl

B. Pompa CPO

Fungsi	Memindahkan cairan bahan baku CPO dari tangki penyimpanan CPO (T-01) ke reaktor (R-01).
Tipe	<i>Centrifugal</i>
Kapasitas	0,728 ft ³ /s
Tenaga Pompa (BHP Pompa)	3,07 HP
Power Motor	4 HP
Pipa	D _{nominal} = 6 in Schedule = 40 Outside D = 6,625 in = 0,552 ft Inside D = 6,065 in = 0,505 ft
Bahan Konstruksi	Low Alloy Steel SA 353

C. Reaktor

Kode	R-04
Fungsi	Tempat bereaksinya minyak goreng bekas dengan methanol membentuk biodiesel
Tipe	Reaktor Alir Pengaduk
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
<i>Dimensi Reaktor</i>	
Tinggi vessel	18,86621 ft
Diameter	17,15217 ft
Tebal shell	7/8 ft
Tebal head	1/2 in
<i>Dimensi Pengaduk</i>	
Tipe	<i>3 Blade Propeller Impeller</i>
Diameter pengaduk	5,660216 ft
Tenaga pengaduk	4,5 HP
<i>Baffle</i>	
Lebar Baffle	0,566002 ft
<i>Dimensi Jacket Pendingin</i>	
Diameter	19,096 ft
Tebal Jacket	30 cm

D. Screw Conveyor

Kode	SC-01
Fungsi	Mentranspor CaO menuju reaktor netralisasi
Tipe	Conveyor dengan <i>long pitch helix</i>
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel Type 401</i>
<i>Dimensi Conveyor</i>	
Panjang	3 m
Diameter	5 in
Kemiringan	20 ⁰
Power	2 HP

E. Filter

Fungsi	Memisahkan biodiesel dari CaSO ₄
Tipe	Rotary Vacuum Filter
Bahan	<i>Low Alloy Steels SA-353</i>
<i>Dimensi</i>	
Luas	14,57 ft ²
Panjang	4,569669554 ft
Tenaga Pompa	0,5 HP blower

F. Menara Destilasi

Fungsi	Memsiahkan methanol dari air dan gliserol
Jenis	<i>Sieve Tray</i>
Bahan Konstruksi	<i>Low Alloy Steels SA-353</i>
Dimensi	Tinggi menara = 222,821 in (= 5,66 in) Tinggi shell = 3/16 in (0,1875 in) Tebal head puncak = 3/16 in (0,1875 in) Tebal head dasar = 3/16 in (0,1875 in) Diameter kolom = 1 meter
Jumlah <i>plate</i>	8 buah

G. Kondensor

Fungsi	mengembunkan dan mendinginkan hasil atas dari kolom destilasi (methanol dan air)
Tipe	Double Pipe Exchanger
Bahan konstruksi	Stainless Steel Austenitic 20 Cr, 29 Ni, 2.5 Mo, 3.5 Cu Type (ACI Type)
L	100 ft
A	43,5 ft ²
Annulus : ID OD Tebal	2,067 in 2,380 in 0,313 in
Inner pipe : ID OD Tebal	1,380 in 1,660 in 0,28 in
U _C	374,3716762 Btu/jam.ft ² .°F
U _D	207,867745 Btu/jam.ft ² .°F
R _d (<i>Dirt Factor</i>)	Perhitungan = 0,0021 Btu/jam.ft ² .°F Minimal = 0,0015 Btu/jam.ft ² .°F
Pressure Drop (ΔP)	Annulus, Methanol – Air : Perhitungan = 2,15 psi Maksimal = 10 psi <i>Pipe, cooling water</i> Perhitungan = 0,37 Maksimal = 10 psi

IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant Cost	Rp. 326.363.945.256
Fixed Capital	Rp 473.880.448.511
Working Capital	Rp 4.228.640.638
Total Capital Investment	Rp 2.027.357.504.234
Analisis Kelayakan	
Return on Investment (ROI)	- Sebelum pajak : 47,61% - Setelah pajak : 33,33 %

Pay Out Time (POT)	- Sebelum pajak : 2 tahun - Setelah pajak : 2 tahun
Break Even Point (BEP)	56 %
Shut Down Point (SDP)	44,9 %