

## PRARANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI *CRUDE PALM OIL* (CPO) PARIT DAN METANOL DENGAN PROSES ESTERIFIKASI-TRANSESTERIFIKASI KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Lidya Tri Ananda<sup>1</sup>, Zahwa Syafa Aulia Rauf<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat  
Jln. A. Yani KM 35, Kampus ULM Banjarbaru, Kalimantan Selatan

\*Corresponding Author: zahwasyaafaa@gmail.com

### Abstrak

BBM (Bahan Bakar Minyak) merupakan bahan bakar (*fuel*) yang berperan penting pada berbagai aspek bidang kehidupan seperti pada pembangkit listrik, transportasi, industri dan rumah tangga. Salah satu jenis BBM yang sering digunakan adalah minyak diesel atau *Automotive Diesel Oil* (ADO). Konsumsi ADO untuk kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat tiap tahunnya dan mengakibatkan pemerintah perlu meningkatkan impor. Oleh karena itu perlu adanya pengembangan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif yang dapat mengurangi penggunaan ADO.

CPO parit adalah sisa dari produksi CPO yang masih terdapat kandungan minyak didalamnya. CPO parit memiliki kadar FFA tinggi yang dapat mengganggu proses produksi biodiesel. Sehingga pada pembuatan biodiesel ini akan menggunakan metode dua tahap yaitu reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Proses esterifikasi mereaksikan FFA (*Free Fatty Acid*) – metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) dengan bantuan katalis *Sulfuric Acid* ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) pada suhu  $60^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm dengan konversi yang dihasilkan 99%. Proses transesterifikasi mereaksikan trigliserida – metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) menggunakan katalis *Sodium Hydroxide* ( $\text{NaOH}$ ) pada suhu  $50^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm dengan konversi 99%. Hasil yang didapatkan dari tahap transesterifikasi adalah metil ester sebagai produk utama dan gliserol sebagai produk samping. Biodiesel yang diperoleh memenuhi standar ASTM D6751 dan EN 14214 yang sudah ditetapkan.

Prarancangan pabrik biodiesel dengan bahan baku CPO Parit akan didirikan pada tahun 2027 dengan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun. Lokasi pabrik direncanakan berada di kawasan Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan dengan luas area  $25.390 \text{ m}^2$ . Tenaga kerja yang diperlukan sebanyak 112 pekerja dengan perusahaan berbentuk *Perseroan Terbatas* (PT) yang menerapkan sistem organisasi garis dan staf. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, diperoleh *Break Event Point* (BEP) sebesar 44,43% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 22,15% sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk dikaji lebih lanjut ke tahap perancangan.

**Kata kunci** : CPO parit, biodiesel, esterifikasi, transesterifikasi.

### 1. Pendahuluan

Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan bahan bakar yang diperoleh dari fosil tumbuhan dan hewan yang tertimpa tanah selama jutaan tahun lalu. Adapun salah satunya adalah minyak diesel. Minyak diesel atau *Automotive Diesel Oil* (ADO) adalah jenis bahan bakar yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi pada sektor industri, transportasi, dan kelistrikan di Indonesia. Dalam pengadaan bahan bakar ini, pemerintah melakukan upaya impor untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Kebutuhan BBM akan terus meningkat tiap tahunnya seiring pertambahan jumlah penduduk dan kemajuan teknologi. Hal ini berdampak pada ketersediaan ADO di dunia yang semakin menipis dan mengakibatkan peningkatan harga pasar yang signifikan. Sebab itu, alternative lain perlu

dikembangkan agar dapat mengurangi bahkan menggantikan penggunaan ADO sebagai bahan bakar.

Ketergantungan terhadap BBM dapat dikurangi dengan memanfaatkan bahan bakar biodiesel. Indonesia telah melakukan riset mengenai biodiesel sejak tahun 1990-an. Penelitian dilakukan pada produksi biodiesel dengan berbagai bahan baku seperti kelapa sawit, minyak jelantah dan minyak nabati lainnya (Faridha dkk., 2021). Adapun Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) juga melakukan pengembangan biodiesel dengan bahan baku CPO parit. Pada tahun 2005, *pilot plant* biodiesel CPO parit dengan kapasitas 3 ton/hari dibangun di Kawasan Riau, memanfaatkan CPO parit yang diambil dari PTPN Riau. Sebagai salah satu negara terbesar penghasil *crude palm oil* di



dunia, Indonesia memiliki potensi yang besar dengan memanfaatkan minyak sawit sebagai bahan baku biodiesel, baik CPO maupun turunannya.

Biodiesel merupakan bahan bakar nabati berupa metil ester yang dibentuk melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Selain *renewable biodegradable*, bahan bakar ini dinilai lebih unggul dari segi lingkungan dibanding dengan minyak diesel (solar). Biodiesel dapat digunakan langsung pada mesin diesel atau dalam bentuk *blending* dengan solar. Indonesia menerapkan pencampuran biodiesel 20% dan solar 80% yang dikenal dengan istilah B-20 (Joelianingsih dkk., 2019). Sedangkan untuk standar mutu biodiesel di Indonesia ditetapkan pada peraturan BSN SNI 04-7182-2015 (Faridha dkk., 2021).

Penentuan kapasitas pabrik yang akan dirancang perlu ditinjau dari beberapa aspek seperti ketersediaan bahan baku, kapasitas pabrik yang sudah berdiri dan besarnya kebutuhan biodiesel di Indonesia. Tujuannya agar dapat mengetahui kapasitas optimal yang dapat dirancang untuk beberapa tahun kedepan. Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konversi Energi (EBTKE), adapun data produksi, konsumsi dan ekspor biodiesel pada tahun 2016 – 2020 sebagai berikut.

**Tabel 1.** Data Produksi Biodiesel di Indonesia

Tahun	Volume (Kiloliter)	Pertumbuhan (%)
2016	3656359	0,00
2017	3416417	-6,56
2018	6167837	80,54
2019	8399184	36,18
2020	8593792	2,32
<b>Rata-rata</b>		<b>22,50</b>

**Tabel 2.** Data Ekspor Biodiesel di Indonesia

Tahun	Volume (Kiloliter)	Pertumbuhan (%)
2016	476937	0,00
2017	187349	-60,72
2018	1802926	862,34
2019	1319428	-26,82
2020	35819	-97,29
<b>Rata-rata</b>		<b>135,50</b>

**Tabel 3.** Data Konsumsi Biodiesel di Indonesia

Tahun	Volume (Kiloliter)	Pertumbuhan (%)
2016	3008474	0,00
2017	2571569	-14,52
2018	3750066	45,83
2019	6396397	70,57
2020	8400491	31,33
<b>Rata-rata</b>		<b>26,64</b>

Data-data diatas digunakan untuk memperkirakan jumlah kebutuhan biodiesel pada tahun 2027 dengan menggunakan *discounted method*. Selain itu penentuan kapasitas pabrik ditinjau dari ketersediaan bahan bakunya dikarenakan CPO parit hanya mencapai 2% dari total produksi CPO (Sugiyono, 2007). Sehingga dapat disimpulkan bahwa peluang pabrik biodiesel untuk tahun 2027 adalah 20.000 ton/tahun. Kapasitas pabrik yang dipilih ini juga mempertimbangkan banyaknya pabrik biodiesel di Indonesia yang telah berdiri.

## 2. Deskripsi Proses

### 2.1 Jenis-jenis Proses

Bahan baku yaitu (*Crude Palm Oil*) CPO parit memiliki kandungan *Free Fatty Acid* (FFA) yang tinggi, sehingga biodiesel diproduksi dengan metode esterifikasi – transesterifikasi. Kondisi operasi dipilih berdasarkan pertimbangan penggunaan jenis katalis yaitu katalis asam dan katalis basa pada reaksi transesterifikasi.

**Tabel 4.** Seleksi Proses Pembuatan Biodiesel

Parameter	Esterifikasi–Transesterifikasi	
	Transesterifikasi dengan Katalis Asam	Transesterifikasi dengan Katalis Basa
Bahan baku	Minyak nabati dengan FFA > 2%	Minyak nabati dengan FFA > 2%
Pelarut	Metanol	Metanol
Katalis	Esterifikasi : H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (0,75% berat dari FFA)	Esterifikasi : H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (0,5% berat dari FFA)
	Transesterifikasi : H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (0,75% berat dari trigliserida)	Transesterifikasi : NaOH (1,4% berat dari trigliserida)
Suhu	100 – 150°C	60 – 90°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Waktu	1 – 8 jam	0,5 – 1 jam





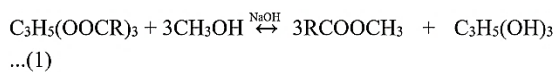
Konversi	98%	99%
Aspek Lingkungan	Menyebabkan korosi pada sistem pengelolaan air limbah dan permasalahan pada lingkungan sekitar	Tidak menghasilkan limbah, produk samping berupa air yang dihasilkan dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan proses.

Berdasarkan perbandingan diatas, maka digunakan proses esterifikasi – transesterifikasi dengan katalis *sulfuric acid* (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan *natrium hydroxide* (NaOH) dengan pertimbangan yaitu:

1. Konversi yang dihasilkan sebesar 99%.
2. Suhu yang digunakan lebih rendah dan waktu operasi lebih singkat dibandingkan katalis asam.
3. Kondisi operasi relatif lebih aman.

## 2.2 Uraian Proses

Produksi biodiesel menggunakan bahan baku yaitu CPO parit dan metanol dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) atau *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR). CPO parit yang digunakan memiliki kandungan FFA 25,63% dan trigliserida 74,37% (Hayyan. 2011). Sebelum masuk ke proses utama, CPO parit diberikan *pre-treatment* untuk mengurangi kadar FFA menjadi <2% dengan reaksi esterifikasi. Kemudian dilanjutkan reaksi transesterifikasi yaitu mereaksikan CPO parit dan metanol dengan katalis NaOH. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Hasil dari reaksi tersebut didapatkan metil ester (biodiesel) dengan produk samping yaitu gliserol. Katalis dimanfaatkan dalam reaksi ini untuk meningkatkan laju reaksi yang cenderung lambat. Adapun dari perhitungan diperoleh bahwa reaksi ini eksotermis dan bersifat *reversible*.

Proses pembuatan biodiesel dibagi menjadi tiga tahapan yaitu persiapan bahan baku, proses pembentukan produk dan pemurnian produk.

### 2.2.1 Persiapan Bahan Baku

CPO parit dari tangki penyimpanan dipanaskan di *Immersed Coil Heater* (E-112) hingga suhu 60°C guna menyesuaikan kondisi didalam

reaktor dan meringankan kerja *Centrifuge I* (H-113) untuk proses pemisahan kotoran padat dan air. Metanol dialirkan menuju *Mixer I* (M-150), begitu pula katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk dihomogenkan lalu dipompakan ke Reaktor Esterifikasi (R-210).

### 2.2.2 Proses Pembentukan Produk

CPO Parit direaksikan dengan campuran metanol dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> di Reaktor Esterifikasi (R-210). FFA bereaksi dengan metanol membentuk metil ester (biodiesel) dan air di dalam reaktor. Reaksi ini menggunakan perbandingan rasio molar antara FFA:metanol (98%) yaitu 1:9,5; katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (98%) sebanyak 0,5%wt dari FFA. Reaksi berlangsung pada suhu 60°C dengan tekanan 1 atm selama 1 jam menghasilkan konversi 99%.

Hasil reaksi dari proses esterifikasi berupa produk utama yaitu metil ester dan komponen lain seperti trigliserida, sisa FFA, metanol, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan air. Katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> akan mengganggu proses transesterifikasi karena membentuk sabun sehingga harus dipisahkan dari campuran. Metanol dan air juga harus dipisahkan agar kadar air yang masuk menuju reaktor transesterifikasi berkurang. Metanol, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan air dipisahkan dari campuran menggunakan *Centrifuge II* (H-211) dengan efisiensi 95% (Perry, 1997). Sedangkan metil ester, trigliserida dan FFA sisa diumpakan ke Reaktor Transesterifikasi I (R-220).

Dalam proses transesterifikasi, trigliserida dan metanol bereaksi dengan dibantu katalis NaOH untuk menghasilkan metil ester. Katalis NaOH dan metanol dicampurkan terlebih dahulu di *Mixer II* (M-160), lalu dipompakan menuju Reaktor Transesterifikasi I (R-220) untuk direaksikan dengan hasil reaksi esterifikasi. Reaksi transesterifikasi menghasilkan dua lapisan fase, yaitu fase metil ester dan fase gliserol. Perbandingan rasio molar trigliserida:metanol adalah 1:10 dengan menggunakan 1,4% wt NaOH dari trigliserida. Reaksi transesterifikasi beroperasi pada suhu 50°C, tekanan 1 atm dalam 1 jam dengan konversi sebesar 99%. Kadar trigliserida yang didapatkan belum memenuhi standar maksimum trigliserida pada biodiesel yaitu 0,2% sehingga memerlukan reaksi transesterifikasi lebih lanjut. Sisa trigliserida akan direaksikan menjadi metil ester pada Reaktor Transesterifikasi II (R-230). Sebelum diumpakan ke Reaktor Transesterifikasi II (R-230), fluida proses dialirkan ke *Centrifuge III* (H-221) untuk memisahkan lapisan atas berupa metil ester, sisa



FFA dan trigliserida dengan lapisan bawah yaitu gliserol, air,  $H_2SO_4$ , sisa metanol, NaOH dan kotoran sisa.

### 2.2.3 Pemurnian Produk

Lapisan atas dari pemisahan *Centrifuge* III (H-221) diproses lebih lanjut ke pencucian biodiesel. Hal ini bertujuan untuk memisahkan sisa-sisa reaksi yang masih terbawa seperti gliserol dan metanol dengan cara melarutkannya dengan bantuan air. Hasil pencucian dipompakan ke dalam *Centrifuge* V (H-311) untuk dilakukan pemisahan antara metil ester (biodiesel) dengan zat-zat pengotornya. Keluaran atas *Centrifuge* V (H-311) berupa produk biodiesel dipompakan ke dalam Evaporator I (V-320) untuk dilakukan proses pemurnian lebih lanjut dengan menguapkan sisa metanol dan air yang masih ada didalam biodiesel. Setelah itu, biodiesel disimpan ke dalam Tangki Penyimpanan Biodiesel (F-330).

Keluaran bawah *Centrifuge* III (H-221), *Centrifuge* IV (H-231) dan *Centrifuge* V (H-311) diumpakan ke Evaporator II (V-330) untuk memisahkan metanol dan air yang tercampur dalam gliserol. Fluida pekat (gliserol) dari Evaporator II (V-330) disimpan ke Tangki Penyimpanan Gliserol (F-350). Sedangkan metanol dan air keluaran atas Evaporator II dan keluaran bawah dari *Centrifuge* II (H-211) diumpakan menuju Menara Distilasi (D-350) untuk *recovery* metanol berlebih yang nantinya akan dialirkan kembali menuju Tangki Penyimpanan Metanol (F-120).

### 3. Utilitas

Sumber air yang digunakan pada pabrik biodiesel diperoleh dari Sungai Swarangan. Kebutuhan air yang diperlukan sebanyak 51.100,150 kg/jam. Berikut ini adalah **Tabel 5**, yang menunjukkan keperluan keseluruhan utilitas untuk proses produksi pada pabrik biodiesel.

**Tabel 5.** Kebutuhan Utilitas Pabrik Biodiesel

Kebutuhan	Jumlah
Steam	3.652,992 kg/jam
Air Pendingin	44.267,951 kg/jam
Listrik	1.262,626 kg/jam
Bahan Bakar	1.916,580 kg/jam

### 4. Analisa Ekonomi

Pada prarancangan pabrik biodiesel ini dilakukan analisa ekonomi untuk mengetahui pabrik

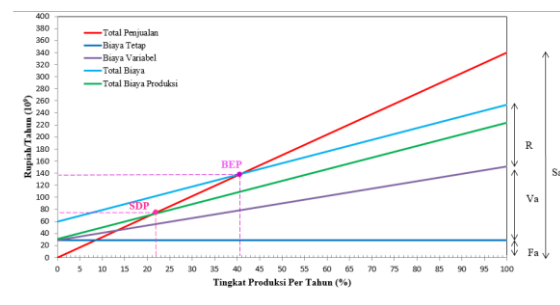
yang akan dirancang layak atau tidak untuk didirikan. Kelayakan pendirian pabrik ini ditinjau dari apakah pabrik dapat menguntungkan atau tidak. Analisa ekonomi pabrik biodiesel dapat dilihat pada **Tabel 6**, sebagai berikut:

**Tabel 6.** Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Keterangan
ROI	15%	min. 11%	Layak
POT	4,31 tahun	max. 5 tahun	Layak
BEP	40,63%	40-60%	Layak
SDP	20,88%	20-40%	Layak

(Aries dan Newton, 1955)

*Return on Investment* (ROI) merupakan besarnya laba yang diperoleh dari tingkat investasi yang dikeluarkan. *Pay Out Time* (POT) adalah lamanya pengembalian modal yang diinvestasikan ditinjau dari banyaknya laba yang diperoleh. *Break Even Point* (BEP) adalah suatu keadaan dimana jumlah produksi dan penghasilan jumlahnya sama sehingga tidak mengalami untung maupun rugi. *Shut Down Point* (SDP) ialah keadaan dimana suatu pabrik dalam kegiatan produksinya tidak menghasilkan keuntungan. Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik biodiesel ditunjukkan pada **Gambar 2**.

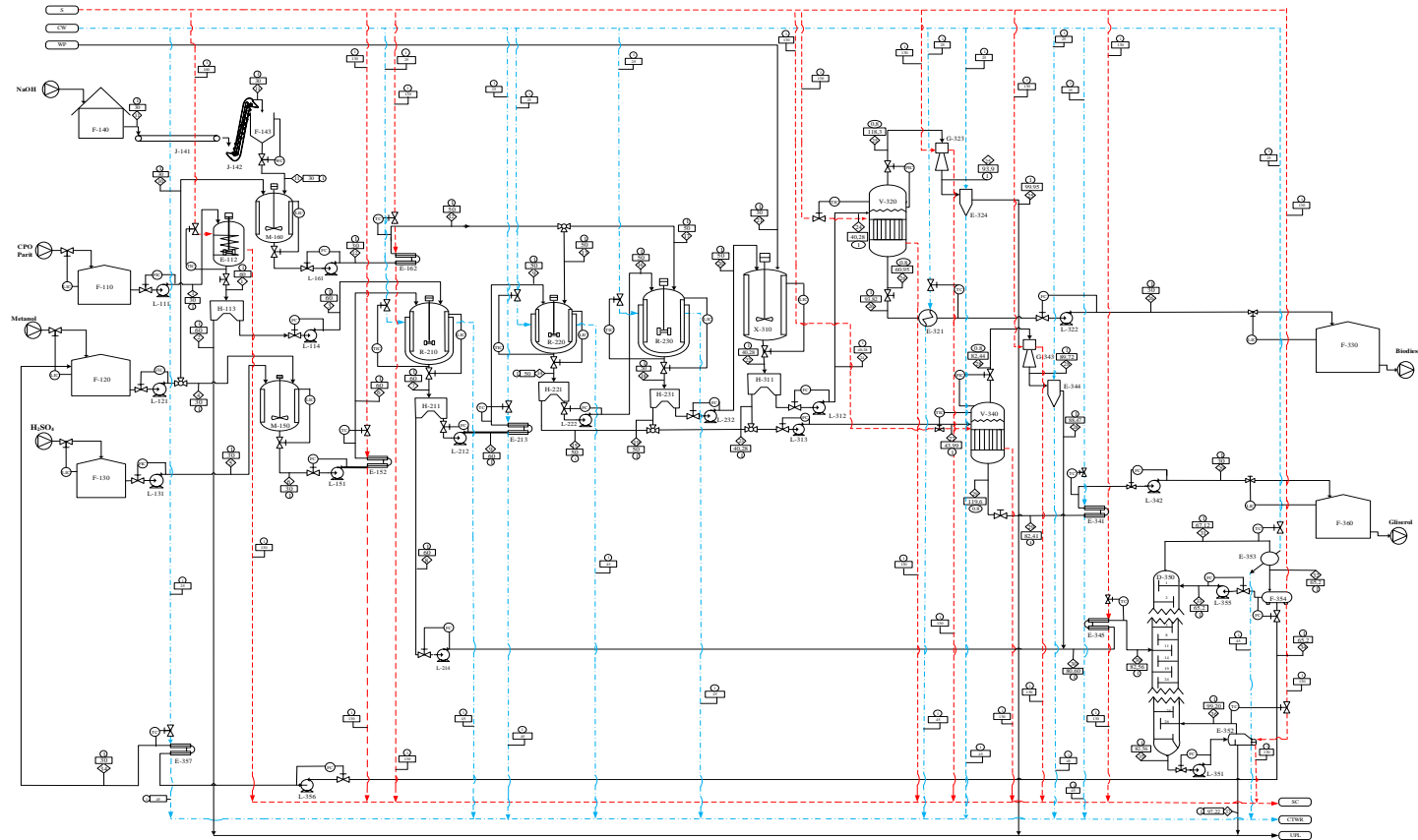


**Gambar 2.** Grafik BEP dan SDP





**FLOW DIAGRAM PROCESS**  
**PRARANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI CRUDE PALM OIL (CPO) PARIT DAN METANOL**  
**DENGAN PROSES ESTERIFIKASI-TRANSESTERIFIKASI**  
**KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**



No.	Komponen	NERACA MASSA (kg/jam)																																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
1	Tripteraerda	1852,511	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	PFA	658,426	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Brometol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Metanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Air	30,253	28,721	1,512	14,128	0,064	14,391	58,207	55,353	2,513	14,082	14,082	13,943	16,836	16,013	0,843	0,119	0,942	0,933	0,089	126,626	126,626	119,954	61,134	62,502	0,631	121,313	120,152	121,713	120,511	42,042	41,810	20,730	21,020	1281,300	41,446	1279,854	
6	Glycerol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	NaOH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	H2SO4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Ketanan	1,362	1,294	0,068	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	TOTAL	2522,530	3010,9	2492,519	738,799	3,192	719,571	321,090	684,418	287,672	704,108	26,138	7,803	721,072	1280,744	711,537	2869,147	7,231	2576,414	42,360	234,022	1262,620	1796,071	1201,013	2703,080	62,577	2532,488	1992,907	1785,440	257,747	2393,838	2322,089	2065,480	1039,440	1081,022	1420,317	2080,792	1379,525

LEGENDA	
Aliran Proses	Aliran Panas
Flowing Water	Steam Aliran
Water Process	Temperature (°C)
Water	Thermal Load
Flowing Water Return	Return Side
Water Condenser	Product
	Gas
	Weight Control
	Pressure Control
	Flow Control

No.	Unit	Spesifikasi	Material
01	P-100	TANKA PRARANCANGAN CPO	1
02	P-100	TANKA PRARANCANGAN BIODIESEL	1
03	R-100	REAKTOR ESTERIFIKASI	1
04	R-200	REAKTOR TRANSESTERIFIKASI	1
05	D-100	DISTILASI	1
06	D-200	DISTILASI	1
07	D-300	DISTILASI	1
08	E-100	HEAT EXCHANGER	1
09	E-200	HEAT EXCHANGER	1
10	E-300	HEAT EXCHANGER	1
11	E-350	HEAT EXCHANGER	1
12	E-350	HEAT EXCHANGER	1
13	E-350	HEAT EXCHANGER	1
14	E-350	HEAT EXCHANGER	1
15	E-350	HEAT EXCHANGER	1
16	E-350	HEAT EXCHANGER	1
17	E-350	HEAT EXCHANGER	1
18	E-350	HEAT EXCHANGER	1
19	E-350	HEAT EXCHANGER	1
20	E-350	HEAT EXCHANGER	1
21	E-350	HEAT EXCHANGER	1
22	E-350	HEAT EXCHANGER	1
23	E-350	HEAT EXCHANGER	1
24	E-350	HEAT EXCHANGER	1
25	E-350	HEAT EXCHANGER	1
26	E-350	HEAT EXCHANGER	1
27	E-350	HEAT EXCHANGER	1
28	E-350	HEAT EXCHANGER	1
29	E-350	HEAT EXCHANGER	1
30	E-350	HEAT EXCHANGER	1
31	E-350	HEAT EXCHANGER	1
32	E-350	HEAT EXCHANGER	1
33	E-350	HEAT EXCHANGER	1
34	E-350	HEAT EXCHANGER	1
35	E-350	HEAT EXCHANGER	1
36	E-350	HEAT EXCHANGER	1
37	E-350	HEAT EXCHANGER	1
38	E-350	HEAT EXCHANGER	1
39	E-350	HEAT EXCHANGER	1
40	E-350	HEAT EXCHANGER	1
41	E-350	HEAT EXCHANGER	1
42	E-350	HEAT EXCHANGER	1
43	E-350	HEAT EXCHANGER	1
44	E-350	HEAT EXCHANGER	1
45	E-350	HEAT EXCHANGER	1
46	E-350	HEAT EXCHANGER	1
47	E-350	HEAT EXCHANGER	1
48	E-350	HEAT EXCHANGER	1
49	E-350	HEAT EXCHANGER	1
50	E-350	HEAT EXCHANGER	1

**Gambar 1.** Diagram Alir Proses Prarancangan Pabrik Biodiesel dari *Crude Palm Oil* (CPO) Parit dan Metanol dengan Proses Esterifikasi – Transesterifikasi Kapasitas 20.000 Ton/Tahun

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa teknis dan ekonomi pada Prarancangan Pabrik Biodiesel dari CPO parit dan Metanol dengan Proses Esterifikasi – Transesterifikasi Kapasitas 20.000 ton/tahun, maka dapat disimpulkan pabrik akan didirikan di Kecamatan Jorong, Provinsi Kalimantan Selatan pada tahun 2027. Bentuk perusahaan adalah PT atau Perseroan Terbatas dengan tenaga kerja yang diperlukan seluruhnya sebanyak 112 orang. Hasil perhitungan evaluasi ekonomi menunjukkan nilai ROI sebesar 15% dan POT sebesar 4,31 tahun. Adapun nilai BEP sebesar 40,63% dan nilai SDP sebesar 20,88%. Sehingga berdasarkan analisa yang dilakukan disimpulkan bahwa pabrik biodiesel ini layak untuk didirikan di Indonesia.

## Daftar Pustaka

- Aries, R.S dan Newton, R.D. 1995. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc Graw-Hill. New York.
- Brownell, L.E. dan Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design*. John Willey & Sons, Inc. New York.
- Darnoko, D. dan Cheryan, M. 2000. *Continuous Production of Palm Methyl Esters*. JAOCS. 77(12):1269-1272.
- Ditjen EBTKE. 2021. *Laporan Kinerja 2020 Ditjen EBTKE*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- Effendi, R., Nur Faiz, H.A., dan Firdaus, R. *Biodiesel Production From Waste Cooking Oil by Esterification-Transesterification Methods Based on amount of Used Cooking Oil. (Industrial Workshop)*. Subang.
- Faridha, Khoiria O., Zulkarnain, Dedi S., Ayuta F. L., Hani T. S., Tri A., I Gusti N. 2021. *Biodiesel Jejak Panjang Sebuah Perjuangan*. Badan Litbang ESBM. Jakarta.
- Geankoplis, C.J. 1993. *Transport Processes and Unit Operations 3<sup>rd</sup> Edition*. Prentice-Hall Interantional (UK) Limited. London.
- Hayyan, A., Md. Zahangir Alam, Mohamed E.S. Mirghani, Nassereldeen A. Kabbashi, Noor Irma Nazashida Mohd Hakimi, Yosri Mohd Siran dan Shawaluddin Tahiruddin. 2011. *Sludge Palm Oil As A Renewable Raw Material For Biodiesel Production By Two-Step Processes*. Bioresource Technology 101. 7804 – 7811.
- Jansri S., Ratanawilai S.B., Allen M.L., Prateephacaikul G. 2011. *Kinetics of methyl ester production from mixed crude palm oil by using acid-alkali catalyst*. Fuel Processing Technology 92. 1543–1548.
- Joelianingsih, Alghafari, M.I dan Antika, F.M. 2019. *Biodiesel: Proses, Karakteristik dan Implementasi*. Institut Teknologi Indonesia. Semarang.
- Knothe, G., Gerpen, J.V., Krahl, J. 2005. *The Biodiesel Handbook*. AOCS press. Illinois.
- Perry, Robert H and Don W Green. 1997. *Perry's Chemical Engineering Handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Perry, R. H. dan Don. W Green. 2008. *Perry Chemical Engineers Handbook 8<sup>th</sup> Edition*. McGraw-Hill Companies, Inc. New York.
- Portnoff, Marc A., Purta, D.A. Nasta, M.A., Zhang., J dan Pourarian F. 2005. *Method For Producing Biodiesel*. Carnegie Mellon University. Pittsburgh.
- Prof. Dr. Mahfud. 2018. *Biodiesel: Perkembangan Bahan Baku dan Teknologi*. CV. Putra Media Nusantara (PMN). Surabaya.
- Solikhah, M.D, Makmuri N., Syamsu R. dan Soni S.W. 2005. *Biodiesel Pilot Plant Kapasitas 1,5 Ton/Hari Sebuah Langkah Kecil dalam Road Map Biodiesel Indonesia*. BPPT ISSN : 1411-4216.
- Sugiyono, A. 2007. *Peluang Pemanfaatan Biodiesel dari Kelapa Sawit sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Solar di Indonesia*. Jurnal.
- Widarti, S., Tina M. G. dan Maridjo S. 2011. *Biodiesel Hasil Esterifikasi Sekaligus Transesterifikasi CPO Kualitas Empat Dengan Metanol Menggunakan Asam Sulfat Sebagai Katalis*. Jurnal Penelitian dan Gagasan Sains dan Matematika Terapan. 3 (2):26-37.
- Yaws, Carl L. 1999. *Chemical Properties Handbook: Physical, Thermodynamic, Environmental, Transport, Safety and Health Related Properties For Organic dan Inorganic Chemicals*. McGraw-Hill. New York.
- Zhang ,Y., Dube, M.A., McLean, D.D., dan Kates, M. 2003. *Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: 2. Economic Assessment and Sensitivity Analysis*. Bioresources Technology 90: 229-240.

