



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki kebutuhan energi yang sangat besar. Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (Kementerian ESDM) (2021), pada tahun 2010 hingga 2020 kebutuhan energi di Indonesia mengalami peningkatan. Tercatat pada tahun 2010 Konsumsi Energi Nasional (KEN) negara Indonesia sebanyak 777.362.000 *Barrels Oil Equivalent* (BOE), sedangkan pada tahun 2020 KEN negara Indonesia sebanyak 898.525.000 BOE. Konsumsi energi terbesar berupa Bahan Bakar Minyak (BBM) yang berasal dari fosil. BBM yang berasal dari bahan bakar fosil bersifat terbatas, kurang ramah lingkungan, dan tidak dapat diperbaharui. BBM menjadi salah satu faktor penting sebagai penggerak sarana dan prasarana penunjang kehidupan, khususnya untuk meningkatkan perekonomian negara. Hal ini menjadi sebuah tantangan bagi dunia dan pemerintah Indonesia untuk mencari solusi energi alternatif dalam mengatasi permasalahan kebutuhan BBM dalam negeri. Salah satu solusi energi alternatif yang dapat dikembangkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil adalah biodiesel. Biodiesel merupakan energi alternatif yang diproduksi dari minyak nabati yang memiliki kelebihan yaitu bersifat dapat diperbarui (*renewable*), ramah lingkungan (*biodegradable*), kadar sulfur rendah (*nontoxic*), dan pembakaran relatif lebih bersih dibandingkan bahan bakar minyak solar yang berasal dari fosil.

Kebutuhan biodiesel didalam negeri berdasarkan Kementerian ESDM (2022) menyatakan bahwa konsumsi biodiesel di Indonesia yang diperoleh sangat tinggi dan meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2017 total konsumsi biodiesel sebesar 2.571.569 kL, sedangkan pada tahun 2021 sebesar 9.287.115 kL. Hal ini berhubungan erat dengan penggunaan biodiesel pada sektor industri dan transportasi yang semakin meningkat di Indonesia. Aplikasi dari biodiesel selama ini dimanfaatkan untuk bahan bakar mesin (BBM) kendaraan besar dengan jenis B30 yang merupakan campuran dari 30% biodiesel dan 70% solar. Hal ini sesuai



dengan Peraturan Menteri ESDM Nomor 41 Tahun 2018 tentang penyediaan biodiesel dan pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (BBN) jenis biodiesel B30 (Kementerian ESDM, 2018).

Indonesia memiliki 22 badan usaha pemasok biodiesel yang secara keseluruhan memiliki total produksi sebesar 8.932.895,84 ton. Biodiesel yang diproduksi oleh 22 badan usaha ini menggunakan bahan baku berupa minyak sawit mentah, seperti PT Darmex Biofuels dengan kapasitas 160.004 kL/tahun, PT Bayas Biofuel dengan kapasitas 183.076 kL/tahun, dan PT Wilmar Bioenergi Indonesia dengan kapasitas 981.266 kL/tahun (Kementerian ESDM, 2021). Proses pembuatan biodiesel pada industri di Indonesia menggunakan reaksi transesterifikasi seperti pada PT Darmex Biofuels, Kota Bekasi yang memproduksi biodiesel dari bahan baku berupa minyak sawit mentah dengan proses transesterifikasi pada suhu 65 °C – 75 °C, serta PT Wilmar Bioenergi Indonesia, Kota Dumai, Riau memproduksi biodiesel dengan bahan baku dan proses yang sama (Kementerian ESDM, 2020). Pabrik biodiesel yang ada di Indonesia masih menggunakan bahan baku dari *Crude Palm Oil (CPO)* karena Indonesia merupakan produsen CPO terbesar pertama di dunia, yang mana CPO merupakan salah satu jenis minyak nabati yang sangat potensial dimanfaatkan sebagai biodiesel. Seiring berjalannya waktu, pengembangan biodiesel berbasis CPO akan menimbulkan dilema yang berkaitan dengan perekonomian dan pangan di Indonesia. Pada satu sisi, pengembangan biodiesel akan mengurangi kemiskinan di sentra perkebunan kelapa sawit; namun pada sisi lain, pengembangan biodiesel akan berimbas pada kenaikan harga minyak goreng dan mengganggu kestabilan pangan di masyarakat. Sehingga dibutuhkan bahan baku lain yang memiliki jumlah yang melimpah di alam serta merupakan limbah; untuk mengatasi permasalahan tersebut dipilihlah bahan baku yaitu *Crude Palm Oil Off-grade (CPO Off-grade)*.

CPO Off-grade adalah minyak nabati yang belum termanfaatkan dan berasal dari sisa sortasi pabrik serta memiliki kadar *Free Fatty Acid (FFA)* yang tinggi. Kadar FFA tinggi pada CPO Off-grade menyebabkan minyak nabati ini tidak termasuk kedalam jenis minyak yang dapat dikonsumsi. Apabila dikonsumsi dapat menyebabkan dampak negatif bagi kesehatan manusia, salah satunya menyebabkan



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Biodiesel dari *Crude Palm Oil Off-grade (CPO Off-grade)*
dan Metanol dengan Proses Esterifikasi – Transesterifikasi dengan
Kapasitas 125.000 Ton/Tahun

rasa gatal ditenggorokan dan penyakit kolesterol tinggi. Dampak pembuangan CPO Off-grade secara terus – menerus terhadap lingkungan dapat menyebabkan pencemaran air yaitu minyak yang mengapung dipermukaan air akan menghalangi sinar matahari, menyebabkan tumbuhan air tidak bisa berfotosintesis, kandungan oksigen terlarut diperairan jadi menurun serta kelangsungan hidup biota air bisa terancam. Kedua dapat menyebabkan pencemaran tanah yaitu minyak yang dibuang ke parit atau tanah akan menggumpalkan dan menutup pori-pori tanah, tanah akan menjadi keras dan tidak dapat ditanami tumbuhan, serta dapat menyebabkan banjir. CPO Off-grade memiliki potensi sebagai bahan baku pembuatan biodiesel karena komposisi asam lemak yang terkandung berada pada fraksi diesel yaitu C12 – C18. Sehingga penggunaan CPO Off-grade sebagai bahan baku pembuatan biodiesel sangat sesuai dan dapat memberikan nilai tambah dari CPO Off-grade.

CPO Off-grade merupakan minyak sawit yang tidak memenuhi standar untuk dikonsumsi karena kandungan FFA yang tinggi yaitu lebih dari 5% yang menyebabkan CPO Off-grade tidak dapat dimanfaatkan dalam sektor pangan. Menurut data BPS (2021) pada tahun 2020 produksi perkebunan rakyat untuk minyak kelapa sawit di Indonesia sebesar 16.310.000 ton per tahun. Berdasarkan data PTPN (2021) menyatakan bahwa CPO Off-grade merupakan salah satu sumber minyak nabati yang belum termanfaatkan dan berasal dari sisa sortasi pabrik CPO serta ketersediaan CPO Off-grade sebagai bahan baku cukup banyak, yaitu sekitar $7 \pm 10\%$ dari seunit pabrik CPO dengan kapasitas olah sebesar 30 ton per jam atau 259.200 ton per tahun. Dari data tersebut dapat dikonversikan untuk 1 pabrik CPO dengan kapasitas 259.200 ton per tahun didapatkan CPO Off-grade sebanyak 25.920 ton per tahun, maka untuk hasil produksi minyak kelapa sawit sebesar 16.310.000 ton per tahun dengan adanya 63 pabrik CPO menghasilkan CPO Off-grade sebanyak 1.631.000 ton per tahun; sehingga CPO Off-grade ini sangat besar potensinya untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel karena jumlahnya sangat melimpah.

Berdasarkan pra perancangan pabrik Azwaruddin (2020) yaitu pabrik biodiesel dari *Palm Oil Mill Effluent (POME)* dan metanol dengan proses



esterifikasi – transesterifikasi serta alat utama yaitu reaktor alir tangki berpengaduk didapatkan hasil konversi yaitu 92%, sedangkan berdasarkan pra perancangan pabrik Smaradhana (2019) yaitu pabrik biodiesel dari CPO dan metanol dengan proses transesterifikasi serta alat utama yaitu reaktor dengan tipe *counter current spray coloumn* didapatkan hasil konversi yaitu 94%. Kelebihannya yaitu hasil konversi yang cukup tinggi, tetapi memiliki kelemahan yaitu kebutuhan energi yang masih sangat besar dan masih terjadi adanya reaksi reversibel. Berdasarkan pra perancangan pabrik Putri (2021) yaitu pabrik biodiesel dari CPO dan metanol dengan proses transesterifikasi menggunakan *oscillatory reactor*. Didapatkan hasil konversi sebesar 97%. Kelebihannya yaitu hasil konversi yang tinggi dan kebutuhan energi yang rendah. Kelemahannya yaitu tidak terdapat proses esterifikasi untuk menurunkan kadar FFA dan pemilihan bahan baku berupa CPO, yang memungkinkan terjadinya persaingan dalam kebutuhan CPO untuk minyak goreng.

Pembaruan dalam pabrik biodiesel yang akan dibangun yaitu menggunakan bahan baku berupa CPO Off-grade, terdapat proses *pre-treatment* berupa degumming asam bertujuan untuk menghilangkan gum yang dapat mengganggu dalam proses transesterifikasi, proses esterifikasi bertujuan untuk menurunkan kadar FFA dari CPO Off-grade agar memaksimalkan proses transesterifikasi, dan proses transesterifikasi didapatkan hasil konversi sebesar 99%. Pada pabrik ini digunakan alat utama yaitu *oscillatory reactor* pada proses transesterifikasi dan reaktor alir tangki berpengaduk pada proses esterifikasi. Terdapat beberapa kelebihan dari pemilihan alat utama *oscillatory reactor* yaitu hasil konversi yang tinggi, kebutuhan energi yang rendah, dan tidak terjadi adanya reaksi reversibel pada proses transesterifikasi.

Pendirian pabrik biodiesel dari CPO Off-grade dan metanol ini diharapkan dapat mensukseskan program *Net-Zero Emissions* yaitu mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, dan mendukung program pemerintah yaitu mandatori pemanfaatan biodiesel jenis B20, B30, dan B100 dimana produk yang dihasilkan pada perancangan pabrik ini adalah biodiesel yang nantinya akan diterapkan menjadi BBN jenis B30, selain itu juga diharapkan dapat mengatasi kebutuhan



BBM khususnya biodiesel dalam negeri guna menunjang sektor transportasi dan industri. Diharapkan juga dapat meningkatkan devisa negara dengan melakukan ekspor ke berbagai negara di Asia Tenggara. Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa perlunya pendirian pabrik biodiesel di Indonesia mengingat :

1. Sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan biodiesel didalam negeri yang masih tinggi sehingga dapat mengurangi import dari luar negeri.
2. Sebagai upaya untuk meningkatkan devisa negara yang mana produk biodiesel dapat dipakai sebagai produk komoditi ekspor.
3. Sebagai upaya untuk menumbuhkan dan memperkuat perekonomian di Indonesia melalui sektor transportasi dan industri berbasis biodiesel.
4. Sebagai upaya untuk meningkatkan lapangan pekerjaan dalam negeri untuk mengurangi jumlah pengangguran.

I.2 Kegunaan Produk

Biodiesel digunakan sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar minyak untuk jenis diesel atau solar yang berasal dari fosil yang tak terbarukan. Berikut merupakan kegunaan dan keunggulan dari biodiesel:

1. Biodiesel dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk kendaraan bermesin diesel dan keperluan industri.
2. Biodiesel diproduksi dari bahan baku yang berasal dari minyak nabati.
3. Biodiesel bersifat dapat diperbarui (*renewable*), ramah lingkungan (*biodegradable*), kadar sulfur rendah (*nontoxic*), dan pembakaran relatif lebih bersih.
4. Biodiesel memiliki angka cetana yang tinggi
5. Biodiesel sangat aman pada saat penyimpanan karena tidak mengandung racun.
6. Biodiesel mampu mereduksi efek rumah kaca.
7. Biodiesel dapat meningkatkan kualitas udara lokal dengan mereduksi emisi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), ozon (O₃), nitrogen oksida (NO_x), sulfur dioksida (SO₂), dan hidrokarbon reaktif lainnya. Kadar emisi gas buang



seperti CO, CO₂, NO_x, dan hidrokarbon reaktif lain dari biodiesel lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar solar murni.

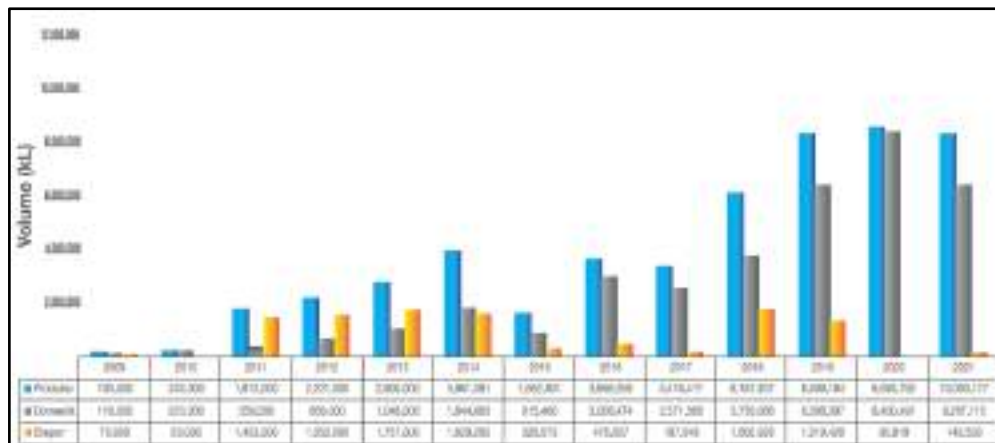
(Kementerian ESDM, 2021)

I.3 Aspek Ekonomi

Produk biodiesel yang dihasilkan selanjutnya akan didistribusikan kepada Badan Usaha Bahan Bakar Nabati (BU BBN) untuk dilakukan pencampuran bahan bakar nabati dengan solar sehingga menjadi bahan bakar jenis B30. B30 merupakan campuran dari 30% biodiesel dan 70% solar. Kebutuhan biodiesel di Indonesia mengalami peningkatan, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya:

1. Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat menyebabkan kebutuhan BBM yang meningkat pula, sehingga kebutuhan akan biodiesel pada sektor transportasi juga meningkat.
2. Semakin banyaknya sektor industri di Indonesia, menyebabkan penggunaan biodiesel sebagai penggerak dalam dapur industri juga menjadi meningkat.
3. Perkembangan di sektor pertambangan yang membutuhkan biodiesel untuk menggerakkan mesin - mesin pertambangan berbahan bakar diesel.

Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) pada sektor transportasi terutama biodiesel mulai berkembang cepat. Berdasarkan data Kementerian ESDM (2022) menyatakan bahwa pemanfaatan biodiesel tahun 2021 mencapai 9,3 juta kilo liter yang berhasil menghemat devisa sebesar Rp. 66,54 Triliun serta berkontribusi dalam penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) di sektor energi.



Gambar I.1 Perkembangan Produksi dan Pemanfaatan Biodiesel



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Biodiesel dari *Crude Palm Oil Off-grade (CPO Off-grade)*
dan Metanol dengan Proses Esterifikasi – Transesterifikasi dengan
Kapasitas 125.000 Ton/Tahun

Tabel I.1 Badan Usaha Pemasok Biodiesel di Indonesia

No	Nama Perusahaan	Alokasi Pengadaan Biodiesel (kL/tahun)
1	PT Batara Elok Semesta Terpadu	352.642
2	PT Bayas Biofuel	183.076
3	PT Ciliandra Perkasa	241.856
4	PT Darmex Biofuels	160.004
5	PT Energi Unggul Persada	797.894
6	PT Intibenua Perkasatama	251.914
7	PT Jhonlin Agro Raya	302.998
8	PT Kutai Refinery Nusantara	962.226
9	PT LDC Indonesia	342.521
10	PT Multimas Nabati Asahan	251.435
11	PT Multi Nabati Sulawesi	313.032
12	PT Musim Mas	752.562
13	PT Pelita Agung Agrindustri	532.580
14	PT Permata Hijau Palm Oleo	287.408
15	PT Sari Dumai Oleo	348.273
16	PT Sari Dumai Sejati	588.090
17	PT Sinarmas Bio Energy	388.336
18	PT Sukajadi Sawit Mekar	223.208
19	PT Tunas Baru Lampung	338.590
20	PT Wilmar Bioenergi Indonesia	981.266
21	PT Wilmar Nabati Indonesia	1.165.706
22	PT SMART Tbk	385.401
Total (kL)		10.151.018
Total (ton)		8.932.895,84
*1 kilo liter (kL) Biodiesel = 0.88 Ton		

Sumber: Kementerian ESDM, 2021



Pemerintah melalui Direktorat Jenderal Energi Baru Tarbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) Kementerian ESDM telah menetapkan volume alokasi Bahan Bakar Nabati (BBN) jenis biodiesel di tahun 2022 sebesar 10,15 juta kilo liter. Besaran tersebut akan digunakan untuk pencampuran biodiesel ke dalam Bahan Bakar Minyak (BBM) jenis solar B30 (Kementrian ESDM, 2021).

I.4 Kapasitas Produksi

Penggunaan biodiesel di Indonesia didapatkan setiap tahunnya masih sangat besar terutama dimanfaatkan sebagai BBM pada kendaraan besar seperti bus, truk, alat berat serta lokomotif. Pada dunia industri biodiesel digunakan untuk pembakaran langsung dalam dapur – dapur industri. Konsumsi akan biodiesel di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya; oleh karena itu, penentuan kapasitas produksi didasarkan pada konsumsi biodiesel yang terus meningkat. Penentuan kapasitas ini harus diatas atau paling tidak sama dengan kapasitas minimum pabrik yang sudah beroperasi dengan baik dan menguntungkan.

Penentuan kapasitas produksi dapat dilihat berdasarkan data kebutuhan biodiesel di Indonesia. Menurut data Kementrian ESDM (2022), kebutuhan biodiesel di Indonesia rata-rata terus meningkat setiap tahunnya. Hal ini dapat dilihat dari tabel dibawah ini:

Tabel I.2 Data Kebutuhan Biodiesel di Indonesia

Tahun	Produksi (kL)	Ekspor (kL)	Konsumsi (kL)
2017	3.416.417	187.349	2.571.569
2018	6.167.837	1.802.926	3.750.066
2019	8.399.184	1.319.428	6.396.397
2020	8.593.792	35.819	8.400.491
2021	10.093.177	143.529	9.287.115
*1 kilo liter (kL) Biodiesel = 0.88 Ton			

Sumber: Kementrian ESDM, 2022

Berdasarkan data pada tabel I.2 kebutuhan biodiesel di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Tercatat konsumsi biodiesel Indonesia

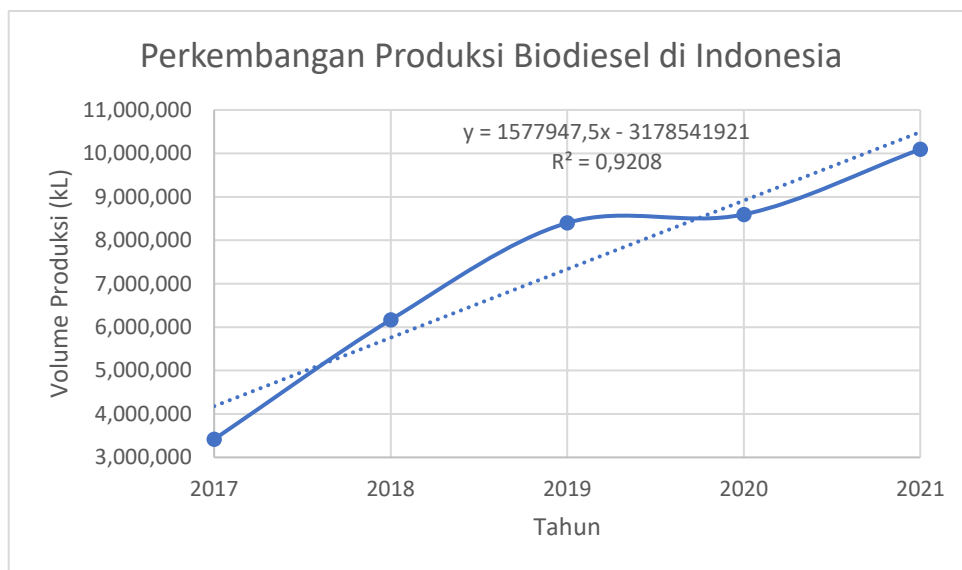


Pra Rencana Pabrik
Pabrik Biodiesel dari *Crude Palm Oil Off-grade (CPO Off-grade)*
dan Metanol dengan Proses Esterifikasi – Transesterifikasi dengan
Kapasitas 125.000 Ton/Tahun

pada tahun 2017 hingga 2021 secara berturut – turut sebesar 2.571.569 kL;
3.750.066 kL; 6.396.397 kL; 8.400.491 kL; dan 9.287.115 kL.

- Produksi Biodiesel di Indonesia

Perkembangan produksi biodiesel di Indonesia menurut data Kementerian
ESDM (2022) pada tahun 2017 – 2021 dapat dilihat pada grafik berikut ini :



Gambar I.2 Grafik Perkembangan Produksi Biodiesel di Indonesia

Berdasarkan gambar I.2 perkembangan produksi biodiesel selama 5 tahun
terus mengalami kenaikan dari tahun 2017 sebesar 3.416.417 kL hingga tahun 2021
sebesar 10.093.177 kL dengan persentase kenaikan sebesar 1,95%. Dari grafik
dengan metode regresi linear, maka didapat persamaan :

$$y = 1577947,5 x - 3178541921$$

Keterangan :

x : Tahun

y : Kebutuhan Produksi Biodiesel

Pabrik biodiesel ini direncanakan beroperasi pada tahun 2025, sehingga untuk
mencari kebutuhan volume produksi biodiesel pada tahun 2025, maka $x = 2025$

$$y = 1577947,5 x - 3178541921$$

$$y = 1577947,5 (2025) - 3178541921$$

$$y = 16.801.766,4 \text{ kL}$$

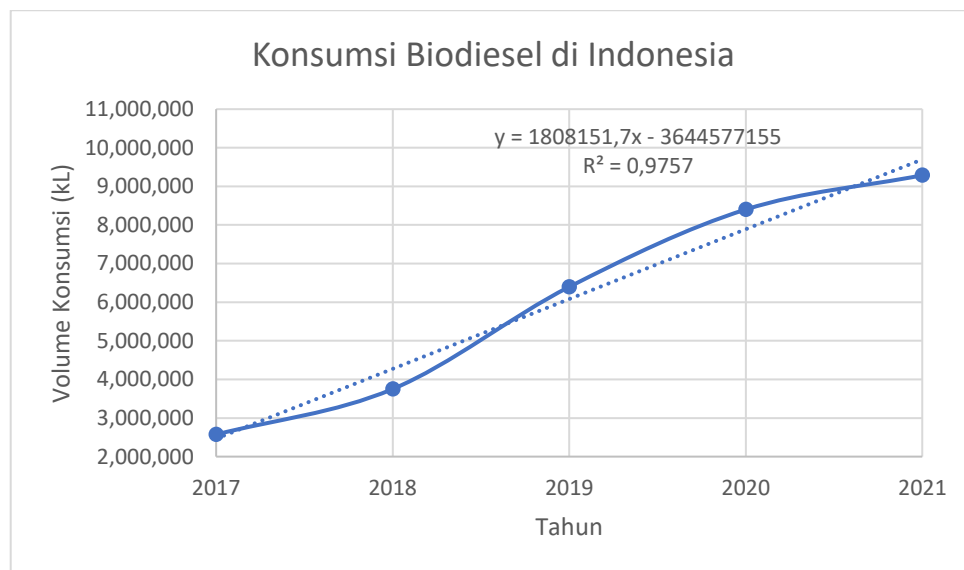


$$y = 14.785.554,43 \text{ Ton}$$

Sehingga diperkirakan produksi biodiesel di Indonesia pada tahun 2025 sebesar 14.785.554,43 Ton.

- Konsumsi Biodiesel di Indonesia

Konsumsi biodiesel di Indonesia menurut data kementerian ESDM (2022) pada tahun 2017 – 2021 dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar I.3 Grafik Konsumsi Biodiesel di Indonesia

Berdasarkan gambar I.3 konsumsi biodiesel selama 5 tahun terus mengalami kenaikan dari tahun 2017 sebesar 2.571.569 kL hingga tahun 2021 sebesar 9.287.115 kL. Konsumsi biodiesel di Indonesia selama 5 tahun mengalami kenaikan sebesar 2,61%. Dari grafik dengan metode regresi linear, maka didapat persamaan :

$$y = 1808151,7 x - 3644577155$$

Keterangan :

x : Tahun

y : Kebutuhan Konsumsi Biodiesel

Pabrik biodiesel ini direncanakan beroperasi pada tahun 2025, sehingga untuk mencari kebutuhan volume konsumsi biodiesel pada tahun 2025, maka $x = 2025$

$$y = 1808151,7 x - 3644577155$$



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Biodiesel dari *Crude Palm Oil Off-grade (CPO Off-grade)*
dan Metanol dengan Proses Esterifikasi – Transesterifikasi dengan
Kapasitas 125.000 Ton/Tahun

$$y = 1808151,7 (2025) - 3644577155$$

$$y = 16.930.037,8 \text{ kL}$$

$$y = 14.898.433,26 \text{ Ton}$$

Sehingga diperkirakan konsumsi biodiesel di Indonesia pada tahun 2025 sebesar 14.898.433,26 Ton.

Penentuan kapasitas dapat ditentukan dengan pertimbangan data perkiraan konsumsi biodiesel di Indonesia pada tahun 2025 sebesar 14.898.433,26 Ton dan perkiraan produksi biodiesel di Indonesia pada tahun 2025 sebesar 14.785.554,43 Ton. Selisih antara konsumsi dan produksi biodiesel pada tahun 2025 sebesar 112.878,83 Ton. Sehingga kapasitas pabrik dapat direncanakan memiliki kapasitas produksi sebesar 125.000 Ton/Tahun. Penentuan kapasitas juga mempertimbangkan berbagai hal berikut :

- a. Mempertimbangkan ketersediaan bahan baku CPO Off-Grade dan Metanol. CPO Off-Grade diperoleh dari PT. SMART Tbk, Kota Surabaya dengan kapasitas 288.000 Ton/tahun. Metanol diperoleh dari PT. Mulya Adhi Paramita, Kota Surabaya dengan kapasitas produksi 600.000 Ton/tahun.
- b. Dapat memenuhi kebutuhan volume konsumsi biodiesel yang meningkat setiap tahunnya.
- c. Mempelajari kapasitas pabrik biodiesel yang sudah beroperasi seperti perusahaan PT Darmex Biofuels dengan kapasitas 160.000 kL/tahun atau 140.803,52 Ton/tahun dan PT Bayas Biofuel dengan kapasitas 183.076 kL/tahun atau 161.106,88 Ton/tahun.
- d. Mendukung mandatori pemerintah terkait pemakaian biodiesel diberbagai sektor meliputi usaha mikro, usaha perikanan, usaha pertanian, transportasi dan pelayanan umum, industri, pertambangan, serta pembangkit listrik dengan penggunaan biodiesel yaitu B30. Mendukung kebijakan pemerintah terkait energi terbarukan serta kebijakan strategi untuk mewujudkan kemandirian ekonomi nasional terutama kemandirian energi dan perekonomian; mitigasi perubahan lingkungan global melalui pengurangan emisi gas rumah kaca dari konsumsi solar fosil yang dapat menyebabkan pemanasan global.



I.5 Sifat - Sifat Bahan

Pembuatan biodiesel membutuhkan beberapa bahan baku yaitu bahan baku utama dan bahan baku tambahan. Bahan baku utama dalam pembuatan biodiesel adalah CPO Off-grade diperoleh dari PT. SMART Tbk, Surabaya dan Metanol diperoleh dari PT. Mulya Adhi Paramita, Surabaya. Bahan baku tambahan dalam pembuatan biodiesel adalah Asam Sulfat (H_2SO_4) dari PT. Petrokimia Gresik dan Natrium Hidroksida (NaOH) dari PT. Perdana Chemindo Perkasa, Surabaya.

I.5.1 Sifat Produk Utama

❖ Biodiesel (Metil Ester)

- Fase : Cair
- Warna : Jernih kekuningan
- Bau : Berbau khas
- Rumus molekul : $RCOOCH_3$
- Berat molekul : 270,45 g/mol
- Sg : 0,85 – 0,89
- Densitas : 850 – 890 kg/m^3
- Titik leleh : 17,5 °C
- Titik didih : $> 200\text{ °C} = 200 - 370\text{ °C}$
- Viskositas kinematik 40 °C : 2,3 – 6,0 mm^2/s (cSt)
- Kelarutan : Tidak larut dalam air

(BSN, 2015)

I.5.2 Sifat Produk Samping

❖ Gliserin

- Fase : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- Bau : Tidak berbau
- Rumus molekul : $C_3H_5(OH)_3$
- Berat molekul : 92,09 gr/mol
- Sg : 1,26
- Densitas : 1,26 gr/ml



- Titik leleh : 17,9 °C
- Titik didih : 290 °C
- Viscositas : 1499 cp (20 °C)
- Kelarutan : Larut dalam air

(BSN, 1995)

I.5.3 Sifat Bahan Baku

❖ *Crude Palm Oil Off-grade (CPO Off-grade)*

- Fase : Semi Cair
- Warna : Kuning – Jingga Kemerahan
- Bau : Khas
- Titik leleh : 33 – 39 °C
- Titik beku : 24 – 28 °C
- Titik didih : 124 °C (18 mmHg)
261,5 °C (760 mmHg)
- Densitas : 0,8771 – 0,8889 g/ml
- Viskositas Kinematik 40°C : 39,49 – 45,83 mm²/s (cSt)
- Kelarutan : Tidak larut dalam air

(PT. SMART Tbk, 2022)

Tabel I.3 Komposisi CPO Off-grade (PT. SMART Tbk)

No.	Komposisi	Satuan	Nilai
1.	Trigliserida :		
	Tripalmitin	%	38,54
	Trimiristin	%	1,16
	Tristearin	%	4,19
	Triolein	%	36,95
	Trilinolein	%	9,66
2.	Free Fatty Acid (FFA)	%	9,0
3.	Gum (Fosfolipid)	%	0,1
4.	H ₂ O	%	0,4



❖ Metanol

- Fase : Cair
- Warna : Tak berwarna
- Bau : Bau khas alhokol
- Rumus molekul : CH_3OH
- Berat molekul : 32,04 gr/mol
- Sg : 0,792
- Densitas : 0,792 gr/cm³
- Titik leleh : - 97 °C
- Titik didih : 64,7 °C
- Viskositas : 0.59 cP (20 °C)
- Kelarutan : Larut dalam air

(PT. Mulya Adhi Paramita, 2022)

Tabel I.4 Komposisi Metanol (PT. Mulya Adhi Paramita)

No.	Komposisi	Satuan	Nilai
1	Metanol	%	98
2	H ₂ O	%	2

I.5.4 Sifat Bahan Pembantu

❖ Asam Sulfat

- Fase : Cair
- Warna : Tak berwarna
- Bau : Tak berbau
- Rumus molekul : H_2SO_4
- Berat molekul : 98,08 gr/mol
- Sg : 1,834
- Densitas : 1,834 gr/ml
- Titik leleh : 10,49 °C
- Titik didih : 340 °C
- Viskositas : 26,7 cP (20°C)



Pra Rencana Pabrik

Pabrik Biodiesel dari *Crude Palm Oil Off-grade (CPO Off-grade)* dan Metanol dengan Proses Esterifikasi – Transesterifikasi dengan Kapasitas 125.000 Ton/Tahun

- Kelarutan : Larut dalam air

(PT. Petrokimia Gresik, 2022)

Tabel I.5 Komposisi Asam Sulfat (PT. Petrokimia Gresik)

No.	Komposisi	Satuan	Nilai
1.	H ₂ SO ₄	%	98
2.	H ₂ O	%	2

❖ Natrium Hidroksida

- Fase : Cair
- Konsentrasi : 40%
- Warna : Tak berwarna
- Bau : Tak berbau
- Rumus molekul : NaOH
- Berat molekul : 40 gr/mol
- Sg : 2,13
- Densitas : 2,13 gr/ml
- Titik leleh : 318,4 °C
- Titik didih : 1390 °C
- Viskositas : 78 cP (20 °C)
- Kelarutan : Larut dalam air

(PT. Perdana Chemindo Perkasa, 2022)

Tabel I.6 Komposisi Natrium Hidroksida 40% (PT. Perdana Chemindo Perkasa)

No.	Komposisi	Satuan	Nilai
1.	NaOH	%	40
2.	H ₂ O	%	60

❖ Air

- . Fase : Cair
- a. Warna : Tidak berwarna



Pra Rencana Pabrik

Pabrik Biodiesel dari *Crude Palm Oil Off-grade (CPO Off-grade)* dan Metanol dengan Proses Esterifikasi – Transesterifikasi dengan Kapasitas 125.000 Ton/Tahun

- b. Bau : Tidak berbau
- c. Rumus molekul : H_2O
- d. Berat molekul : 18,02 gr/mol
- e. Specific gravity (Sg): 1
- f. Densitas : 1 gr/ml
- g. Titik beku : 0 °C
- h. Titik lebur : 0 °C
- i. Titik didih : 100 °C
- j. Viskositas : 1,002 mPa·s (20 °C)

❖ Dowtherm Q (Diphenil Ethane)

- Fase : Cair
- Warna : Tidak berwarna menjadi kuning
- Tekanan vapor : 48,08 psig
- Kapasitas panas : 0,35-0,62 Btu/lb °F
- Viskositas : 0,19 centipoise
- Temperature range : -35°C (-30°F) - 330°C (625°F)

(PT. Samiraschem Indonesia, 2022)