



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pertumbuhan kebutuhan energi global terus meningkat seiring dengan bertambahnya populasi dan pesatnya perkembangan aktivitas industri, terutama pada sektor transportasi udara yang menjadi salah satu penyumbang emisi karbon terbesar (Ibarra, 2017). Intensitas penggunaan bahan bakar fosil pada sektor ini mempercepat peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Upaya untuk menurunkan mitigasi emisi karbon masih menghadapi berbagai tantangan, terutama akibat keterbatasan teknologi rendah karbon yang telah matang dan dapat diterapkan secara luas (Cozzi, 2021). Indonesia telah berkomitmen untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) melalui skema *Nationally Determined Contribution* (NDC) yang disahkan melalui Undang- Undang Nomor 16 tahun 2016. NDC Indonesia menggambarkan transisi dan komitmen peningkatan aksi menuju pembangunan rendah emisi dan berketahanan iklim

Sebagai bahan bakar utama pesawat terbang, produksi avtur bergantung pada minyak bumi hasil fosil yang tidak terbarukan dan memiliki dampak lingkungan signifikan (Chiaramonti, 2019). Ketergantungan tersebut mendorong perlunya pengembangan bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penggunaan biojet fuel dipandang sebagai solusi karena mampu menurunkan emisi karbon dioksida (CO_2) sebesar 41–89% dibandingkan bahan bakar penerbangan konvensional. Selain itu, pemanfaatan *Sustainable Aviation Fuel* (SAF) terbukti dapat mengurangi emisi sulfur dioksida (SO_2) serta *Particulate Matter* (PM) yang berpengaruh langsung terhadap kualitas udara dan kesehatan lingkungan (Song, 2024). Pemanfaatan bioavtur telah diatur berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2015 untuk menurunkan emisi karbon pada sektor penerbangan dengan mencampurkan biomaterial pada bahan bakar avtur (Millatie, 2023).

Biojet fuel merupakan bahan bakar hayati untuk mesin jet yang diproduksi dari sumber biologis terbarukan melalui proses konversi kimia, salah satunya



menggunakan *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) sebagai bahan baku. PFAD merupakan produk samping dari proses pemurnian minyak sawit mentah (*Crude Palm Oil* / CPO) sekitar 3,25 % dari total CPO atau setara dengan $\pm 32,5$ kg PFAD per ton CPO yang diproses (Kapor, 2017). Indonesia sebagai produsen CPO terbesar di dunia berpotensi dalam mendukung produksi biojet fuel berbasis PFAD dengan produksi CPO nasional mencapai lebih dari 47 juta ton per tahun atau lebih dari 1,54 juta ton PFAD per tahun (BPS, 2023). PFAD umumnya mengandung *Free Fatty Acid* (FFA) yang sangat tinggi hingga $\pm 90\%$, sehingga sangat potensial untuk dikonversi menjadi hidrokarbon rantai panjang melalui proses *hidrotreating* dan *hydrocracking*. Kandungan FFA yang tinggi pada PFAD memungkinkan terjadinya proses deoksigenasi dan konversi menjadi hidrokarbon rantai C_9 - C_{17} yang berada dalam rentang fraksi bahan bakar jet, sehingga PFAD menjadi salah satu *feedstock* yang menjanjikan untuk produksi bioavtur yang *sustainable* (Sabarman et al. 2019). Pemanfaatan PFAD sebagai bahan baku bioavtur tidak hanya menciptakan *value-added product* dari limbah industri kelapa sawit, tetapi juga mendukung konsep *waste-to-energy* dan ekonomi sirkular dalam sektor energi. Selain itu, pengembangan bioavtur berbasis PFAD sejalan dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs) nomor 7 (*Affordable and Clean Energy*), SDGs 12 (*Responsible Consumption and Production*), serta SDGs 13 (*Climate Action*). Biojet fuel bersifat *drop-in fuel*, sehingga dapat digunakan tanpa modifikasi pada mesin pesawat, sistem penyimpanan, maupun infrastruktur distribusi yang ada, serta dapat dicampurkan dengan avtur konvensional hingga 50% untuk mempertahankan kandungan aromatik minimum.

Beberapa jalur produksi SAF telah dikembangkan, di antaranya *Hydroprocessed Esters and Fatty Acids* (HEFA), *Alcohol-to-Jet* (ATJ), *Fischer-Tropsch Synthetic Paraffinic Kerosene* (FT-SPK), dan jalur *Power to Liquid* (PTL). Dari berbagai jalur tersebut, HEFA merupakan jalur yang paling disetujui oleh *American Society for Testing Material* (ASTM) untuk memproduksi bio jet karena menawarkan potensi produksi skala besar dalam jangka pendek. Dibandingkan jalur lainnya, HEFA menunjukkan kompleksitas teknologi yang lebih rendah dan harga jual minimum bio jet yang lebih rendah dengan efisiensi energi yang lebih



Pra Rancangan Pabrik Bioavtur dari *Palm Fatty Acid Distillate* Menggunakan Proses *Hydroprocessed Esters And Fatty Acid*

tinggi (Monteiro, 2022). Berdasarkan pertimbangan tersebut, disusunlah pra rancangan pabrik bioavtur berbasis *Palm Fatty Acid Distillate* menggunakan proses *Hydroprocessed Esters and Fatty Acids* sebagai alternatif pengganti avtur konvensional berbasis fosil. Pengembangan pabrik ini diharapkan mampu mendukung upaya transisi menuju energi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan sekaligus memenuhi kebutuhan bioavtur nasional yang terus meningkat seiring pertumbuhan sektor transportasi udara serta memperkuat kemandirian energi Indonesia.

I.1.1 Kegunaan Produk

Bioavtur dapat digunakan di berbagai sektor antarlain sebagai berikut (Khujamberdiev, 2024) :

Tabel I. 1 Kegunaan Bioavtur di Berbagai Sektor

No.	Sektor	Kegunaan
1.	Sektor Penerbangan Sipil dan Komersial	Bioavtur yang merupakan <i>Sustainable Aviation Fuel</i> (SAF) mampu mengurangi emisi gas rumah kaca dan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Bahan bakar nabati <i>drop-in</i> dapat dicampur dengan bahan bakar jet konvensional dan tidak berdampak buruk pada kinerja mesin atau jadwal perawatan.
2.	Sektor Penerbangan Militer	Bioavtur digunakan untuk meningkatkan keamanan energi dan mengurangi ketergantungan bahan bakar fosil. Pencampuran biojet fuel dengan bahan bakar diesel dapat mengurangi polutan dan meningkatkan efisiensi pembakaran.
3.	Sektor Energi dan Lingkungan	SAF memiliki potensi untuk mengurangi polutan seperti oksida sulfur (SO_x), oksida nitrogen (NO_x), dan particulate matter (PM) yang merupakan produk samping bahan bakar jet berbasis fosil.



I.1.2 Ketersediaan Bahan Baku

Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) dipilih sebagai bahan baku utama dalam produksi bioavtur menggunakan proses *Hydroprocessed Esters and Fatty Acids* (HEFA) karena pertimbangan teknis, ekonomi, dan ketersediaan. Kandungan asam lemak bebas yang tinggi pada PFAD dapat dikonversi menjadi bioavtur melalui proses hidrodoksigenasi dan hidrocracking sehingga menghasilkan fraksi hidrokarbon yang sesuai dengan standar ASTM D7566. Secara ekonomi, harga PFAD lebih rendah dibandingkan bahan baku minyak nabati murni karena merupakan hasil samping dari industri pemurnian minyak sawit, sehingga penggunaannya dapat meningkatkan nilai tambah limbah industri. Selain itu, Indonesia merupakan produsen CPO terbesar di dunia sehingga ketersediaan PFAD juga melimpah dan berpotensi mendukung pasokan bahan baku dalam jangka panjang. Komposisi kimia PFAD sesuai untuk proses HEFA, ketersediaan yang tinggi, serta biaya bahan baku yang relatif ekonomis menjadi pilihan bahan baku yang strategis untuk pengembangan pabrik bioavtur skala industri di Indonesia. Adapun total produksi CPO di Indonesia terlihat pada Tabel I.2

Tabel I. 2 Total Produksi CPO di Indonesia

Tahun	Produksi (Ton)	Pertumbuhan (%)
2020	45.741.845	-
2021	45.121.480	-1,35
2022	46.819.673	3,76
2023	47.084.299	0,57
2024	47.474.604	0,83
Pertumbuhan rata-rata tahunan		0,01

(Kementrian Pertanian 2025)

Menurut (Oktarina, 2022) penurunan produksi CPO pada tahun 2020 dan 2021 dipengaruhi oleh pandemi COVID-19 yang mengganggu rantai pasok serta menurunkan kepastian permintaan pasar. Kondisi tersebut berdampak pada penurunan aktivitas produksi dan pengolahan minyak sawit sehingga volume produk samping yang dihasilkan, termasuk PFAD, turut mengalami penurunan.



Pra Rancangan Pabrik
Bioavtur dari *Palm Fatty Acid Distillate* Menggunakan Proses
Hydroprocessed Esters And Fatty Acid

Selain itu, perubahan iklim akibat pemanasan global menyebabkan penurunan produksi minyak sawit akibat dengan adanya ENSO (*El Nino Southern Oscillation*) negatif dan IOD (*Indian Oscillation Dipole*) positif ataupun kombinasi keduanya dapat menyebabkan gangguan fisiologis pada tanaman. Gangguan tersebut berdampak pada penurunan produktivitas Tandan Buah Segar (TBS) serta rendemen minyak sawit mentah (CPO), sehingga secara tidak langsung mengurangi jumlah PFAD yang dihasilkan sebagai produk samping proses refining minyak sawit. Berdasarkan Tabel I.2 produksi minyak sawit di Indonesia secara umum menunjukkan tren peningkatan dari tahun ke tahun dengan rata-rata pertumbuhan sekitar 0,01% per tahun. Berikut merupakan data ketersediaan bahan baku PFAD dari masing-masing refinery CPO yang berada di sekitar wilayah Dumai, Riau.

Tabel I. 3 Data Produksi CPO dan PFAD

Industri	CPO (Ton/Tahun)	PFAD (Ton/Taahun)
PT Intibenua Perkasatama	730.000	23.725
PT Kreasijaya Andhikarya	730.000	23.725
PT Ciliandra Perkasa	910.000	29.575
PT Pelita Agung Agrindustri	1.090.000	35.425
PT Sumber Tani Agung	1.095.000	35.587
PT Pacific Indopalm Industries	1.240.000	40.300
PT Sari Dumai Sejati (Apical)	4.680.000	152.100
PT Wilmar Nabati	5.470.000	177.775
Total	15.945.000	518.212

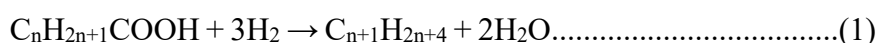
(Indonesia Business Post, 2025)



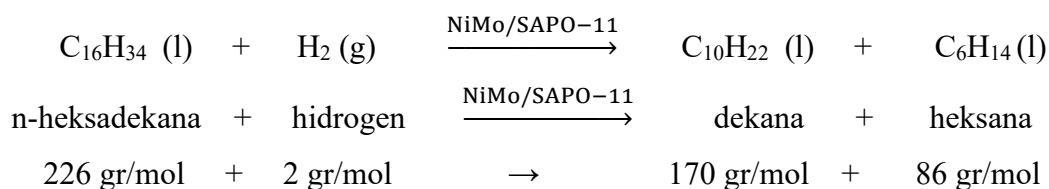
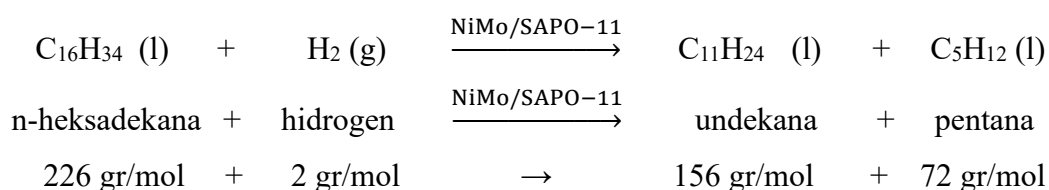
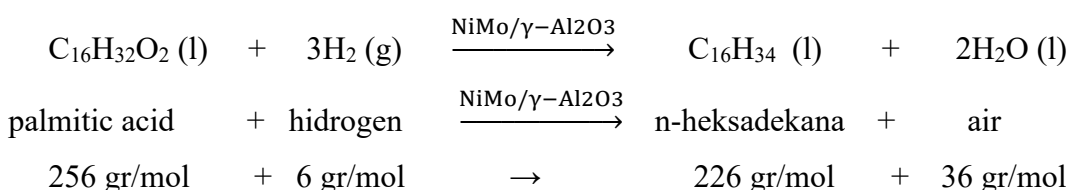
I.1.3 Aspek Ekonomi

Aspek ekonomi merupakan salah satu komponen penting dalam studi kelayakan pendirian suatu pabrik kimia. Dalam perancangan pabrik bioavtur ini, evaluasi ekonomi dilakukan untuk menilai sejauh mana proyek ini layak secara finansial dan dapat memberikan keuntungan yang kompetitif. Analisis ini mencakup estimasi biaya bahan baku, investasi awal, biaya operasi, dan potensi pendapatan dari penjualan produk. Sebagai tahap awal, dilakukan identifikasi terhadap harga bahan baku utama yang digunakan dalam proses produksi, yaitu *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) dan bioavtur sebagai produk akhir. Berikut merupakan perhitungan ekonomi berdasarkan stoikiometrinya :

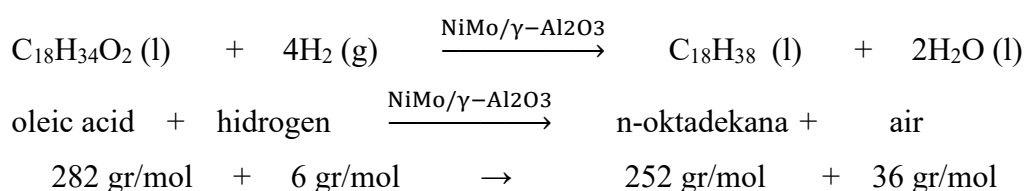
Reaksi umum yang digunakan yaitu sebagai berikut (Stratton, 2010) :



1) Palmitic



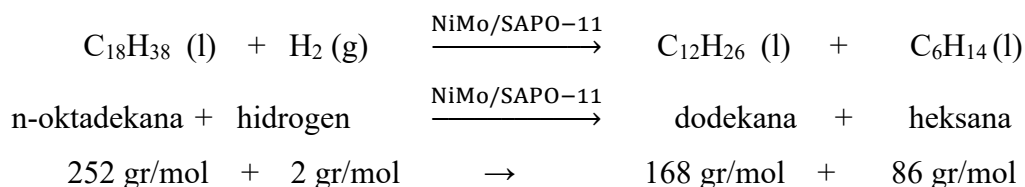
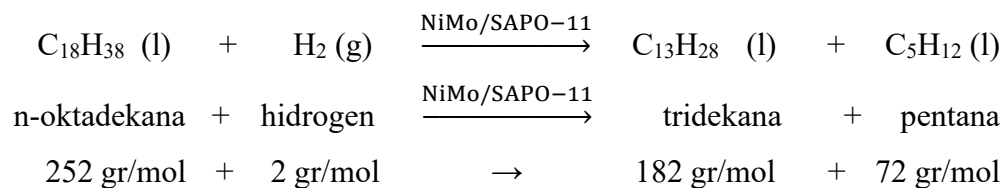
2) Oleic





Pra Rancangan Pabrik

Bioavtur dari *Palm Fatty Acid Distillate* Menggunakan Proses *Hydroprocessed Esters And Fatty Acid*



Bahan yang dibutuhkan dalam setiap 1 kg bioavtur yang di produksi:

Rata-rata mol bioavtur dari palmitic dan oleic

$$n \text{ bioavtur} = \frac{(156 + 170 + 182 + 168)}{4} \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 169 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

1. PFAD

$$\text{Massa} = \left(\frac{(256 + 282)}{2} \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \right) \times 1000 \text{ gr} = 1591 \text{ gr} = 1,5917 \text{ kg}$$

2. Hidrogen

$$\text{Massa} = \frac{6 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{169 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \times 1000 \text{ gr} = 35,5 \text{ gr} = 0,0355 \text{ kg}$$

$$\text{Massa} = \frac{2 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{169 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \times 1000 \text{ gr} = 11,8 \text{ gr} = 0,0118 \text{ kg}$$

$$\text{Massa total Hidrogen} = 0,0473 \text{ kg}$$

Produk samping yang dihasilkan setiap 1 kg bioavtur yang di produksi:

1. Air

$$\text{Massa} = \frac{36 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{169 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \times 1000 \text{ gr} = 213 \text{ gr} = 0,213 \text{ kg}$$

2. Pentana

$$\text{Massa} = \frac{72 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{169 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \times 1000 \text{ gr} = 426 \text{ gr} = 0,426 \text{ kg}$$

$$\text{Pentana terbentuk} = 46\% \times 0,426 \text{ kg} = 0,196 \text{ kg}$$



Pra Rancangan Pabrik

Bioavtur dari *Palm Fatty Acid Distillate* Menggunakan Proses *Hydroprocessed Esters And Fatty Acid*

3. Heksana

$$\text{Massa} = \frac{86 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{169 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \times 1000 \text{ gr} = 508 \text{ gr} = 0,508 \text{ kg}$$

$$\text{Heksana terbentuk} = 54\% \times 0,508 \text{ kg} = 0,275 \text{ kg Heksana}$$

$$\text{Sehingga total Naptha yang terbentuk} = 0,196 \text{ kg} + 0,275 \text{ kg} = 0,471 \text{ kg}$$

Tabel I. 4 Harga Bahan Baku dan Produk

Nama Bahan	Harga/kg (Rupiah)
PFAD	Rp 15.250,00
Hidrogen	Rp 88.580,00
NiMo/ γ -Al ₂ O ₃	Rp 442.900,00
NiMo/SAPO-11	Rp 797.220,00
Bioavtur	Rp 28.877,00
Naptha	Rp 12.043,00

Tabel I. 5 Kebutuhan Serta Harga Bahan Baku dan Produk

Nama Bahan	Kebutuhan (kg)	Harga (Rupiah)
PFAD	1,5917	Rp. 24.274,00
Hidrogen	0,0473	Rp 4.193,00
NiMo/ γ -Al ₂ O ₃	0,000049	Rp. 22
NiMo/SAPO-11	0,00011	Rp. 90
Bioavtur	1	Rp 39.097,00
Naptha	0,471	Rp 12.043,00

Total harga bahan baku yang dibutuhkan = Rp 28.579,00

Total harga produk yang dihasilkan = Rp 51.140,00

I.1.4 Penentuan Kapasitas Produksi Pabrik

Penentuan kapasitas produksi merupakan aspek penting dalam perancangan pabrik bioavtur karena berpengaruh langsung terhadap kinerja teknis, kelayakan ekonomi, dan keberlanjutan operasional. Mengingat besarnya kebutuhan bioavtur nasional, kapasitas awal pabrik tidak ditujukan untuk memenuhi seluruh permintaan, melainkan sebagai tahap awal pengembangan yang mempertimbangkan kebutuhan aktual, keterbatasan teknis, risiko investasi, dan



kesiapan pasar. Kapasitas tersebut juga dirancang agar dapat dikembangkan secara bertahap guna mendukung peningkatan kebutuhan bioavtur di masa mendatang. Oleh karena itu, penentuan kapasitas produksi pabrik memerlukan data kebutuhan aktual terhadap produk yang akan dihasilkan di Indonesia.

Tabel I. 6 Data Impor Avtur Indonesia

Tahun	Kebutuhan (Ton/Tahun)
2020	274.882,09
2021	160.518,62
2022	394.875,82
2023	185.386,48
2024	1.083.293,22

(BPS, 2025)

Tabel I. 7 Pertumbuhan Rata-rata Impor Avtur Indonesia

Tahun	Pertumbuhan (i)
2020-2021	-0,41
2021-2022	1,46
2022-2023	-0,53
2023-2024	4,84
Rata-Rata	1,34

Tabel I. 8 Data Ekspor Avtur Indonesia

Tahun	Kebutuhan (Ton/Tahun)
2020	94.729,10
2021	128.250,98
2022	18.344,53
2023	1.503,49
2024	9.067,05

(BPS, 2025)

Tabel I. 9 Pertumbuhan Rata-rata Ekspor Avtur Indonesia

Tahun	Pertumbuhan (i)
2020-2021	0,35
2021-2022	-0,85
2022-2023	-0,91
2023-2024	5,03
Rata-Rata	0,90



Pra Rancangan Pabrik
Bioavtur dari *Palm Fatty Acid Distillate* Menggunakan Proses
Hydroprocessed Esters And Fatty Acid

Tabel I. 10 Data Konsumsi Avtur di Indonesia

Tahun	Konsumsi (Ton/Tahun)
2020	2.774.198
2021	2.031.726
2022	3.320.023
2023	4.331.309
2024	4.576.158

(Kementrian ESDM, 2024)

Tabel I. 11 Pertumbuhan Rata-rata Konsumsi Avtur Indonesia

Tahun	Pertumbuhan (i)
2020-2021	-0,26
2021-2022	0,63
2022-2023	0,30
2023-2024	0,05
Rata-Rata	0,18

Tabel I. 12 Data Produksi Avtur Dalam Negeri

Produksi Avtur Dalam Negeri	
Perusahaan	(Ton/Tahun)
Pertamina Kilang Cilacap	2.345.568
Pertamina Kilang Balikpapan	1.346.412
Pertamina Kilang Plaju	394.200
Pertamina Kilang Dumai	371.424
Pertamina Kilang Balongan	324.996
Total	4.782.600

(Pertamina, 2025)

Berdasarkan Tabel I.12 dapat diketahui bahwa nilai produksi dalam negeri (M₂) sebesar 4.782.600 ton/tahun. Kebutuhan avtur pada tahun 2029 dapat dihitung menggunakan data impor dan ekspor dengan metode *discounted* (Kusnarjo, 2010):

$$M_5 = P \times (1 + i)^n \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan

M₅ = Perkiraan konsumsi avtur pada tahun 2029 (ton/tahun)

P = Jumlah konsumsi pada tahun 2024 (ton/tahun)

i = Rata-rata pertumbuhan konsumsi tiap tahun

n = Selisih tahun

maka perkiraan konsumsi avtur pada tahun 2029 ialah



Pra Rancangan Pabrik
Bioavtur dari *Palm Fatty Acid Distillate* Menggunakan Proses
Hydroprocessed Esters And Fatty Acid

$$M_5 = P \times (1 + i)^n \dots\dots\dots(2)$$

$$M_5 = 4.576.158 \times (1 + 0,18)^5$$

$$M_5 = 10.553.555,81 \text{ ton/tahun}$$

Perhitungan perkiraan ekspor tahun 2029 menggunakan rumus berikut :

$$M_4 = P \times (1 + i)^n \dots\dots\dots(3)$$

$$M_4 = 9.067,05 \times (1 + 0,90)^5$$

$$M_4 = 225.920,80 \text{ ton/tahun}$$

Perhitungan kapasitas pabrik bioavtur yang akan di dirikan pada tahun 2029 dapat dihitung menggunakan metode *discounted* berikut (Kusnarjo, 2010) :

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2) \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan

M_3 = Perkiraan kapasitas pabrik tahun 2029 (ton/tahun)

M_4 = Perkiraan ekspor tahun 2029 (ton/tahun)

M_5 = Perkiraan konsumsi dalam negeri tahun 2029 (ton/tahun)

M_1 = Nilai impor tahun 2029 (ton/tahun)

M_2 = Produksi dalam negeri (ton/tahun)

maka perhitungan kapasitas pabrik tahun 2029

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2) \dots\dots\dots(5)$$

$$M_3 = (225.920,80 + 10.553.555,81) - (M_1 + 4.782.600)$$

$$M_3 = 5.996.876,61 - M_1$$

Untuk mengetahui nilai dari M_1 , maka dapat dihitung menggunakan metode *discounted* berikut (Kusnarjo, 2010) :

$$M_1 = P \times (1 + i)^n \dots\dots\dots(6)$$

$$M_1 = 1083293,22 \times (1 + 1,33)^5$$

$$M_1 = 75.874.917,44 \text{ ton/tahun}$$

Nilai M_1 tersebut sangat besar untuk dapat ditutupi dengan berdirinya pabrik ini, sehingga sebagai tahap awal dipilih dengan menutupi sekitar 2,6% impor pada tahun 2029, maka nilai M_1 dapat diketahui sebesar

$$M_1 = 0,026 \times 75.874.917,44 \text{ ton/tahun}$$

$$M_1 = 1.996.877 \text{ ton/tahun}$$

Maka dapat dihitung kapasitas pabrik tahun 2029 yakni



Pra Rancangan Pabrik Bioavtur dari *Palm Fatty Acid Distillate* Menggunakan Proses *Hydroprocessed Esters And Fatty Acid*

$$M_3 = 5.996.876,61 - M_1$$

$$M_3 = (5.996.876,61 - 1.996.877) \text{ ton/tahun}$$

$$M_3 = 4.000.000 \text{ ton/tahun}$$

Nilai kapasitas 4.000.000 ton/tahun tersebut merupakan kapasitas pabrik avtur sesuai data perhitungan. Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2015 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca yang menargetkan pencampuran bioavtur sekitar 2,5% ke dalam bahan bakar konvensional, maka perhitungan kapasitas pabrik tahun 2029 sebagai berikut.

$$\text{Kapasitas Pabrik Bioavtur} = 2,5\% \times M_3$$

$$\text{Kapasitas Pabrik Bioavtur} = 2,5\% \times 4.000.000 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Kapasitas Pabrik Bioavtur} = 100.000 \text{ ton/tahun}$$

Kapasitas pabrik yang didirikan sebagai langkah awal yang realistis untuk menekan risiko teknologi dan investasi serta menyesuaikan dengan ketersediaan bahan baku dan kesiapan pasar. Pertumbuhan sektor transportasi udara dan terbatasnya fasilitas produksi avtur domestik menjadikan proyek ini strategis dalam memperkuat ketahanan energi nasional dan mengurangi ketergantungan impor.

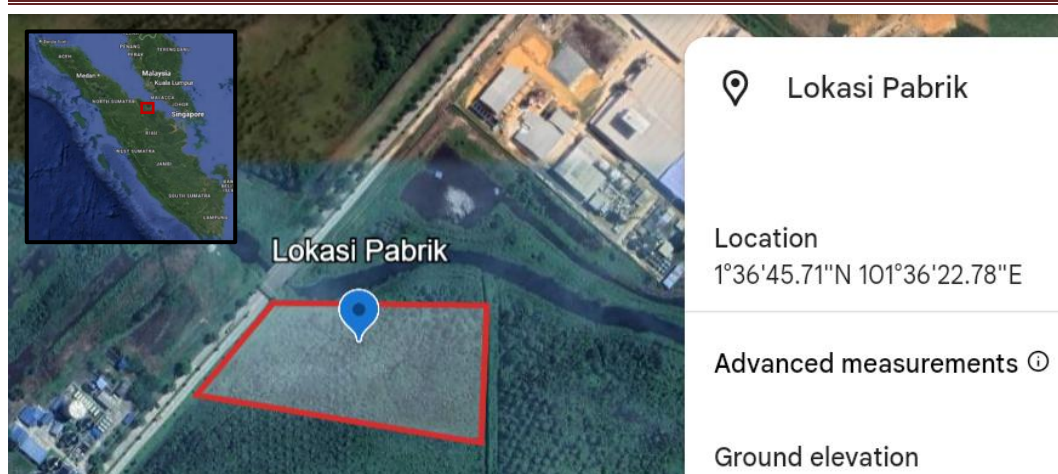
I.1.5 Lokasi Pendirian Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan untuk menentukan efisiensi perusahaan yang ditinjau dari segi ekonomis. Daerah operasi ditentukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor antara lain sumber bahan baku, pemasaran, penyediaan tenaga listrik, penyediaan air, jenis transportasi, kebutuhan tenaga kerja, dan karakteristik daerahnya. Pabrik Bioavtur dari PFAD ini direncanakan akan didirikan di Jl. Pulau Sumatera, Kel. Pelintung, Kec. Medang Kampai, Kota Dumai, Prov. Riau. Penentuan lokasi tersebut berdasarkan dekatnya lokasi dengan bahan baku *Palm Fatty Acid Distillate*, gas hidrogen serta dekat dengan sumber air yang berasal dari Sungai Pelintung.



Pra Rancangan Pabrik

Bioavtur dari *Palm Fatty Acid Distillate* Menggunakan Proses *Hydroprocessed Esters And Fatty Acid*



Gambar I. 1 Lokasi Pabrik

Lokasi Pabrik : Jl. Pulau Sumatera, Pelintung, Kec. Medang Kampai, Kota Dumai, Riau 28815

Beberapa faktor – faktor utama yang mempengaruhi dalam penentuan lokasi pabrik Bioavtur antara lain :

1. Ketersediaan Bahan Baku

Seluruh bahan baku utama dalam proses produksi bioavtur direncanakan berasal dari sumber domestik guna mendukung ketahanan industri nasional serta mengurangi ketergantungan terhadap impor. Bahan baku PFAD dipasok dari wilayah Riau, khususnya Dumai dan sekitarnya, melalui kerja sama dengan produsen besar seperti PT Wilmar Nabati Indonesia, PT Sari Dumai Sejati, PT Pacific Indopalm Industries, PT Pelita Agung Agindustri, dan PT Ciliandra Perkasa. PFAD diangkut menggunakan truk tangki kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan di area pabrik untuk menjamin kontinuitas operasi. Gas hidrogen dipasok oleh PT Samator Indo Gas yang letaknya dekat dengan lokasi pabrik yang akan didirikan. Kedekatan geografis antara lokasi pabrik dengan sumber bahan baku utama ini menjadi faktor penentu strategis dalam pemilihan lokasi karena mampu menekan biaya logistik, memperkuat keandalan rantai pasok, serta menjaga stabilitas pasokan terhadap potensi gangguan akibat fluktuasi produksi, kondisi cuaca ekstrem, maupun kendala distribusi.



2. Pemasaran

Pemasaran merupakan faktor krusial yang secara langsung memengaruhi profitabilitas suatu industri. Hal yang perlu dipertimbangkan adalah :

- a. Kebutuhan produk baik di masa sekarang maupun di masa mendatang
Hal ini mencakup tren konsumsi energi ramah lingkungan, kebijakan energi nasional dan internasional, serta potensi adopsi bioavtur oleh industri penerbangan.

- b. Lokasi geografis pabrik ke daerah distribusi

Strategi pemasaran produk bioavtur yakni tidak langsung menjualnya ke bandara, namun melalui pihak penyedia bahan bakar penerbangan yang mayoritas dikuasai oleh PT Pertamina. Upaya dalam melaksanakan Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2015 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca yang menargetkan pencampuran bioavtur sekitar 2,5% ke dalam bahan bakar konvensional turut mendukung strategi ini sebelum didistribusikan ke bandara. Bioavtur yang diproduksi di pabrik Pelitung didistribusikan ke Depot Pengisian Pesawat Udara (DPPU) Sultan Syarif Kasim Pekanbaru menggunakan truk tangki karena jarak yang relatif dekat (26 km). Sementara itu, distribusi ke DPPU II Palembang (800 km) dan DPPU Soekarno-Hatta (1.600 km) dilakukan melalui transportasi laut menggunakan kapal tanker dari pelabuhan Wilmar untuk mengakomodasi volume pengiriman yang lebih besar dan jarak distribusi yang lebih jauh. Sedangkan produk Naptha dijual ke PT Pertamina RU II Dumai menggunakan truk tangki dan ke RU III Plaju menggunakan kapal laut.

- c. Pengaruh tingkat persaingan di pasar

Pemahaman terkait kekuatan dan kelemahan kompetitor, perusahaan dapat menentukan harga, kualitas, dan pendekatan promosi yang lebih tepat guna merebut target pasar.



3. Jenis dan Sarana Transportasi

Efisiensi dan ketersediaan sarana transportasi akan sangat menentukan kelancaran operasional dan efektivitas biaya logistik pabrik karena lokasi pendirian pabrik ini didukung oleh infrastruktur yang memadai. Akses transportasi darat terjamin dengan keberadaan jalan tol Dumai–Pekanbaru, yang dapat dilalui oleh kendaraan berat untuk mengangkut PFAD dan bioavtur. Untuk transportasi laut, wilayah Dumai memiliki fasilitas pelabuhan yang cukup lengkap, baik untuk ekspor maupun impor barang, serta pengangkutan bahan baku dalam skala besar. Sementara itu, kebutuhan transportasi udara dapat dilayani oleh bandar udara di Dumai, yang meskipun skalanya terbatas, tetap mendukung mobilitas personel teknis, pengiriman dokumen penting, atau logistik ringan.

4. Kebutuhan Tenaga Kerja

Ketersediaan tenaga kerja merupakan salah satu faktor pendukung yang penting dalam perencanaan pendirian pabrik. Di wilayah Dumai dan sekitarnya, tenaga kerja dapat diperoleh dengan relatif mudah, baik dari penduduk lokal maupun dari daerah lain. Selain itu, tingkat Upah Minimum Provinsi (UMP) di Riau tergolong kompetitif dan tidak memberikan beban berlebih terhadap struktur biaya perusahaan yakni sekitar Rp. 3.780.495,85.

5. Kebutuhan Air dan Utilitas

Pabrik bioavtur ini memerlukan pasokan air dalam jumlah besar, yang digunakan untuk berbagai keperluan seperti sanitasi, proses produksi, serta sebagai air umpan untuk sistem boiler. Lokasi pabrik sangat strategis karena berdekatan dengan Sungai Pelintung yang memungkinkan pemenuhan kebutuhan air secara kontinu dan efisien. Kebutuhan listrik, pasokan utama dapat diperoleh dari PLN, sementara generator cadangan disiapkan untuk menjamin kestabilan suplai energi apabila terjadi gangguan dari jaringan utama. Sementara itu, kebutuhan bahan bakar dapat dipenuhi dengan mudah karena lokasi pabrik berada dekat dengan jaringan distribusi unit pemasaran PT Pertamina RU II, sehingga menjamin ketersediaan bahan bakar secara stabil.



I.2 Sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1 Bahan Baku

A. *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD)

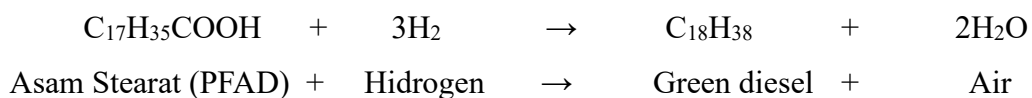
Sifat fisik

1. Wujud : Cair (pada 60 °C)
2. Warna : 2 Merah – 20 Kuning (pada 28 °C)
3. Densitas : 870 kg/m³ (pada 60 °C)
4. Titik beku : 35 °C
5. Titik didih : 350 °C
6. Viskositas : 30 cSt (pada suhu 40 °C)

Sifat kimia

1. Nilai yodium : 53,3 mg/g
2. Nilai penyabunan : 210,37 mg/g
3. Kadar asam lemak bebas : 98,36%
4. Kadar air : 0,63%
5. Nilai asam : 190,6 mg/g
6. Zat yang tidak dapat disabunkan : 1,5%

(Lam, 2022)



(Monteiro, 2022)

Tabel I. 13 Komponen PFAD

Komponen	Persentase (%)
<i>Free Fatty Acids</i>	99%
<i>Impurities</i>	1%

(PT. Karya Putra Mastina)



Pra Rancangan Pabrik
Bioavtur dari *Palm Fatty Acid Distillate* Menggunakan Proses
Hydroprocessed Esters And Fatty Acid

Tabel I. 14 Profil *Free Fatty Acid* pada PFAD

Asam Lemak	Kandungan (%)
Lauric acid (C12:0)	1,42
Myristic acid (C14:0)	1,40
Palmitic acid (C16:0)	50,12
Stearic acid (C18:0)	7,43
Oleic acid (C18:1)	35,03
Linoleic acid (C18:2)	4,57

(Oliveira, 2025)

B. Hidrogen (H₂)

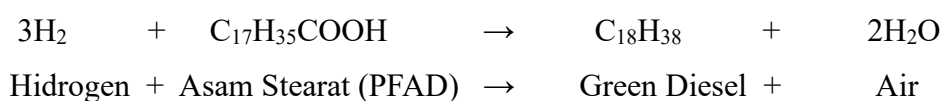
Sifat fisis

1. Wujud : Gas
2. Warna : Tidak berwarna
3. Berat molekul : 2.02 g/mol
4. Titik beku : -259.15°C
5. Titik didih : -253°C
6. Densitas pada 25°C : 0.000083 g/cm³

Sifat kimia

1. Gas sangat mudah terbakar
2. Mengandung gas bertekanan dan dapat meledak jika dipanaskan
3. Membakar dengan nyala api yang tidak terlihat
4. Sangat reaktif dengan oksigen, halogen, logam alkali, dan senyawa karbon
5. Dapat memutus ikatan C–C dan C–H dalam hidrokarbon (digunakan dalam reforming dan cracking)

(Airgas 2025)



(Monteiro, 2022)



C. NiMo/ γ -Al₂O₃

Komposisi

- | | |
|-----------------------------------|--------------|
| 1. Nikel | : 6,13% w/w |
| 2. Molibdenum | : 12,49% w/w |
| 3. Al ₂ O ₃ | : 81,33% w/w |

(Muharam, 2020)

D. NiMo/SAPO-11

Komposisi

- | | |
|---------------|-----------|
| 1. Nikel | : 15% w/w |
| 2. Molibdenum | : 5% w/w |
| 3. SAPO-11 | : 80% w/w |

(Xing, 2019)

I.2.2 Produk

A. Produk Utama

1. Bioavtur

Sifat fisis

- | | |
|------------------|---------------------------|
| a) Wujud | : Cairan |
| b) Warna | : Keruh |
| c) Berat molekul | : 256 g/mol |
| d) Titik beku | : -40 °C |
| e) Titik didih | : 150-300°C |
| f) Densitas | : 1,101 g/cm ³ |

Sifat kimia

- a) Stabil dalam kondisi operasional normal
- b) Tidak bereaksi dengan bahan kimia ekstrem atau membentuk produk berbahaya
- c) Reaktivitas rendah sehingga tidak ada polimerisasi spontan

(Jet, 2015)



B. Produk Sampling

1. Pentana (C_5H_{12})

Sifat fisis

- | | |
|------------------|------------------|
| a) Wujud | : Cair |
| b) Warna | : Tidak berwarna |
| c) Berat molekul | : 72,15 g/mol |
| d) Titik beku | : -129,7°C |
| e) Titik didih | : 36,1°C |
| f) Titik nyala | : -40 °C |

Sifat kimia

- a) Mudah menyala
- b) Toksisitas akut
- c) Menyebabkan korosi dan iritasi kulit

(Supelco 2021)

2. Heksana (C_6H_{14})

Sifat fisis

- | | |
|------------------|------------------|
| a) Wujud | : Cair |
| b) Warna | : Tidak berwarna |
| c) Berat molekul | : 86,18 g/mol |
| d) Titik lebur | : -94,3 °C |
| e) Titik didih | : 69°C |
| f) Titik nyala | : -22 °C |

Sifat kimia

- a) Mudah menledak
- b) Toksisitas akut
- c) Menyebabkan korosi dan iritasi kulit

(Pancasakti 2019)



3. Air (H₂O)

Sifat fisis

- | | |
|--------------------------|------------------|
| a) Wujud | : Cair |
| b) Warna | : Tidak berwarna |
| c) Berat molekul | : 18,02 |
| d) Densitas pada 20 °C | : 0,9982 g/ml |
| e) Titik leleh | : 0 °C |
| f) Titik didih | : 100 °C |
| g) Viskositas pada 25 °C | : 0,89 mPa.s |

Sifat kimia

- a) Stabil pada kondisi normal
- b) Tidak menyebabkan iritasi

(Sigmaaldrich 2022)