

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN
BIODIESEL B35 DAN B40 TERHADAP KINERJA MOTOR DIESEL
DI PLTMG SERAM PEAKER**

Adi Septi La Idi¹, Kristofol Waas², Clay Talakua³

¹Program Studi Teknologi Sistem Mekanikal Minyak dan Gas

²Program Studi Teknik Produksi Minyak dan Gas

³Program Studi Teknik Mesin

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ambon

Adilaidi16092003@gmail.com, kristwaas@gmail.com, cobaku.41@gmail.com

ABSTRACT

This study analyzes the effect of using B35 and B40 blended biodiesel fuels on the performance of a MAN 12V 51/60 DF diesel engine at the Seram Peaker Gas Engine Power Plant (PLTMG). The background for this research is the national mandatory biodiesel policy, which continues to increase its blend ratio. The results show that by using 1 kg of fuel, the B35 blend can produce 12.486 MW of power with a fuel consumption of 0.2100 kg/kWh, an effective thermal efficiency of 20.31%, and a mechanical efficiency of 0.91092. Meanwhile, the B40 blend produces 12.367 MW with a higher fuel consumption of 0.21884 kg/kWh, an effective thermal efficiency of 18.92%, and a mechanical efficiency of 0.887581. These data indicate that increasing the biodiesel content from B35 to B40 tends to decrease the power output and engine efficiency, while fuel consumption increase.

Keywords: Biodiesel, B35, B40, Diesel Engine Performance.

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pengaruh penggunaan bahan bakar biodiesel campuran B35 dan B40 terhadap kinerja motor diesel MAN 12V 51/60 DF pada Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) Seram Peaker. Latar belakang penelitian ini adalah kebijakan nasional mandatori biodiesel yang terus meningkat. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan menggunakan 1 kg bahan bakar, campuran B35 dapat memproduksi daya 12,486 MW dengan konsumsi bahan bakar 0,388364 kg/kWh, efisiensi termal efektif 20,31%, dan efisiensi mekanis 0,91092. Sementara itu, penggunaan B40 menghasilkan 12,367 MW dengan konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi, yaitu 0,404505 kg/kWh, efisiensi termal efektif 18,92%, dan efisiensi mekanis 0,887581. Data ini mengindikasikan bahwa peningkatan kandungan biodiesel dari B35 ke B40 cenderung menurunkan daya yang dihasilkan dan efisiensi motor, sementara konsumsi bahan bakar meningkat.

Kata Kunci: Biodiesel, B35, B40, Performa Motor Diesel.

Pendahuluan/Latar Belakang

Pemerintah Indonesia telah secara progresif meningkatkan persentase campuran biodiesel dalam bahan bakar solar. Dimulai dari B20, kini mandatori penggunaan B35 telah diberlakukan sejak Februari 2023, dan wacana penerapan B40 dalam waktu dekat menunjukkan komitmen serius terhadap energi berkelanjutan (Kementerian ESDM, 2023). Bahkan, Kementerian ESDM telah mengumumkan bahwa mandatori B40 akan berlaku mulai 1 Januari 2025 (Kementerian ESDM, 2025). Biodiesel, yang sebagian besar diproduksi dari minyak kelapa sawit di Indonesia, menawarkan potensi besar dalam mengurangi emisi gas buang dan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Sebagai aset vital dalam menjaga stabilitas kelistrikan di wilayah Kota Masohi dan sekitarnya, kinerja dan efisiensi operasional untuk unit Motor di PLTMG Seram Peaker sangat penting. Dengan adanya kebijakan mandatori penggunaan biodiesel yang terus meningkat, menjadi sangat relevan untuk mengkaji dampak penggunaan campuran biodiesel yang lebih tinggi, yaitu B35 dan B40, terhadap kinerja kedua unit Motor PLTMG tersebut.

Penelitian mengenai penggunaan biodiesel pada Motor diesel telah banyak dilakukan mulai dari Suardi, S., et al. 2023 tentang *Evaluation of Diesel Engine Performance Using Biodiesel from Cooking Oil Waste (WCO)*, dan Pertiwanda, S., & Setiyawan, A. 2025 tentang Karakteristik Pembakaran Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Menggunakan Biodiesel Minyak Kelapa Sawit

(B35 dan B40), namun fokus pada Motor pembangkit listrik skala besar seperti yang digunakan di PLTMG Seram Peaker, khususnya dengan persentase campuran tinggi seperti B35 dan B40, masih memerlukan studi lebih lanjut. Dengan demikian, penelitian ini mengambil posisi untuk secara empiris membandingkan kinerja operasional (Daya, SFC, dan Efisiensi) Motor Diesel MAN 12V 51/60 DF ketika menggunakan campuran B35 dan B40, sehingga memberikan basis data yang valid untuk evaluasi kebijakan energi.

Berdasarkan elaborasi wacana akademik dan celah penelitian yang ada, artikel ini berusaha menjawab dua pertanyaan utama. Bagaimana perbandingan kinerja teknis Motor Diesel MAN 12V 51/60 DF antara penggunaan Biodiesel B35 dan B40? dan Apa implikasi operasional dan finansial yang ditimbulkan oleh transisi bahan bakar tersebut? Dengan menjawab pertanyaan ini, tujuan penulisan ini adalah untuk menyajikan data empiris yang valid mengenai performa B40 pada unit pembangkit berkapasitas besar, sekaligus memberikan basis pertimbangan teknis bagi operator PLTMG Seram Peaker dalam menghadapi kebijakan implementasi B40.

Tinjauan Pustaka

Transisi penggunaan bahan bakar dari Biodiesel B35 menjadi B40 melibatkan penambahan kandungan *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) dari 35% menjadi 40% pada minyak solar, sebuah perubahan yang secara fundamental memengaruhi sifat fisik bahan bakar, terutama viskositas, densitas, dan nilai kalor. Secara teoretis, peningkatan persentase FAME cenderung menurunkan nilai kalor per satuan massa, yang berimplikasi langsung pada kinerja pembakaran motor diesel. Oleh karena itu, analisis perbandingan kinerja motor diesel harus didasarkan pada metrik operasional utama, yaitu Daya Efektif (MW) yang dihasilkan, Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) sebagai indikator efisiensi pemakaian bahan dan Efisiensi Termal yang mengukur rasio energi bahan bakar yang diubah menjadi kerja. Batasan operasional Motor Diesel MAN 12V 51/60 DF juga menjadi norma penting, di mana modifikasi pada sistem injeksi dan pemantauan parameter *exhaust gas temperature* (EGT) menjadi krusial untuk menjaga kinerja optimal. Analisis akan difokuskan pada sintesis antara perubahan sifat fisik B40 dan dampaknya terhadap perhitungan SFC dan Efisiensi Termal dibandingkan dengan B35, sebagai dasar pemecahan masalah operasional di PLTMG Seram Peaker.

Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif komparatif-deskriptif dengan sumber data sekunder berupa studi dokumentasi catatan operasional (Log Sheet dan data SCADA) Motor Diesel MAN 12V 51/60 DF di PLTMG Seram Peaker. Data dikumpulkan untuk membandingkan kinerja B35 (Januari 2024) dan B40 (Mei 2025) pada kondisi operasional yang serupa (Beban Normal dan Beban Puncak). Analisis data dilakukan dengan menghitung dan membandingkan secara langsung parameter kinerja utama: Daya Efektif, SFC, dan Efisiensi Termal menggunakan formula standar teknis, untuk memastikan reliabilitas perbandingan kedua jenis bahan bakar tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menguraikan parameter-parameter kinerja Motor diesel yang akan dianalisis dalam penelitian ini, dengan fokus pada Motor diesel MAN 12V 51/60 DF yang beroperasi di PLTMG Seram Peaker. Motor ini merupakan tipe Motor diesel putaran menengah (*medium-speed diesel engine*) yang dirancang untuk aplikasi pembangkit listrik, dan karakteristiknya sangat relevan dalam konteks penggunaan bahan bakar campuran biodiesel.

Tabel 1. Spesifikasi Motor Diesel

Parameter Teknis	Spesifikasi
Tipe Motor	MAN V12 51/60 DF
Nomor Pabrik Motor	1145122
Nomor Plant	5303416
Jumlah Silinder	12
Diameter Silinder	510 mm
Panjang Langkah	600 mm
Kapasitas Silinder (Volume Sapuan per Silinder, Vd)	122569.24,cm ³
Kecepatan Motor Terukur	500 rpm
Daya Terukur	12.162 kW
Kecepatan Rata-rata Piston	10 m/s
Urutan	A1 - B1 - A3 - B3 - A5 - B5 - A6 - B6 - A4 - B4 - A2 - B2
Rasio Komprosi	13.3:1

Sumber : 51/60 DF Project Guide – Marine Four-stroke dual-fuel engines compliant with IMO Tier II (2014) (hal. 27) & Manual Book MAN Energi Solution type 1145122_1145123. (2018) (hal. 167)

Tabel 2. Tabel Harga B35 dan B40

Parameter	Unit	Hasil		Konversi	Hasil	
		B35	B40		B35	B40
Calorific Value, Gross	BTU/lb	18845	18649	1 BTU =0,252 kkal 1 lb = 0,4536 kg (British Thermal Unit)	10473 kkal/Kg	10363 kkal/Kg
Calorific Value, Net	BTU/lb	17869	17728	Contoh : 18649 x 0,252 = 4699,5 4699,5/0,4536 = 10365	9924 kkal/Kg	9831 kkal/Kg

Sumber : Analisis sampel B35 (Sucofindo. 2023) & Analisis sampel B40 (Sucofindo. 2024)

Tenaga Motor Efektif

$$Ne = Gbb \cdot Q_1 \frac{4186}{735,5} \cdot \eta_{te} ; PS$$

$$B35 = Ne = 1,440263 \cdot 9933 \frac{4186}{735,5} \cdot 0,201520529 = 16799,19 PS$$

1 PS = 0,7355 Kilowatt maka = $16973,48251 \times 0,7355 = 12.486,16 \text{ kW} = \text{ke}$
Mega Watt / 1000 = $12.486,16 \div 1000 = 12,48616 \text{ MW}$

B40 = Ne = $1,560284968 \cdot 9831 \frac{4186}{735,5} \cdot 0,189247047 = 16814,42 \text{ PS}$

1 PS = 0,7355 Kilowatt maka = $16814,42 \times 0,7355 = 12.367,00591 \text{ kW} = \text{ke}$
Mega Watt / 1000 = $12.367,00591 \div 1000 = 12,36700591 \text{ MW}$

Q_l : Harga kalori bahan bakar

Dimana : Gbb = Pemakaian bahan bakar tiap detik

Pemakaian Bahan Bakar Indikator (bi)

$$bi = 318,4 \frac{\varepsilon_{ch} \cdot P_o}{P_i \cdot a \cdot L' o \cdot T_o} \text{ kg/PS} \cdot \text{jam}$$

$$B35 = bi = 318,4 \frac{0,8421 \cdot 3,95}{22,2261 \cdot 1,7 \cdot 0,3234 \cdot 303,45} = 0,285634 \text{ kg/PS} \cdot \text{jam}$$

$$B35 \text{ kg/kWh} = \frac{0,285634}{0,735499} = 0,388364 \text{ kg/kWh}$$

$$B40 = bi = 318,4 \frac{0,8421 \cdot 3,95}{23,1174 \cdot 1,7 \cdot 0,2985 \cdot 303,45} = 0,297507397 \text{ kg/PS} \cdot \text{jam}$$

$$B40 \text{ kg/kWh} = \frac{0,297507397}{0,735499} = 0,404505 \text{ kg/kWh}$$

LO : Jumlah Udara Teoritis

a : Untuk motor diesel

P_o : Tekanan Udara luar/atmosfer

ε_{ch} : Efisiensi Pengisian

P_i : Tekanan Indikator

T_o : Mengetahui Temperatur udara luar/sekitar

Efisiensi termal Efektif

$$\%Q_e = \frac{Q_e}{Q_f} \cdot 100\%$$

$$B35 = \%Q_e = \frac{10450407,69}{51455413,75} \cdot 100\% = 20,30963688 \%$$

$$B40 = \%Q_e = \frac{10450407,69}{5626757,34} \cdot 100\% = 18,92470471 \%$$

Q_f = Panas yang dihasilkan oleh pemakaian bahan bakar tiap jam

Efisiensi Mekanis Motor

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i}$$

$$B35 = \eta_m = \frac{20,24632}{22,22612727} = 0,91092$$

$$B40 = \eta_m = \frac{20,24632}{23,11738241} = 0,87581$$

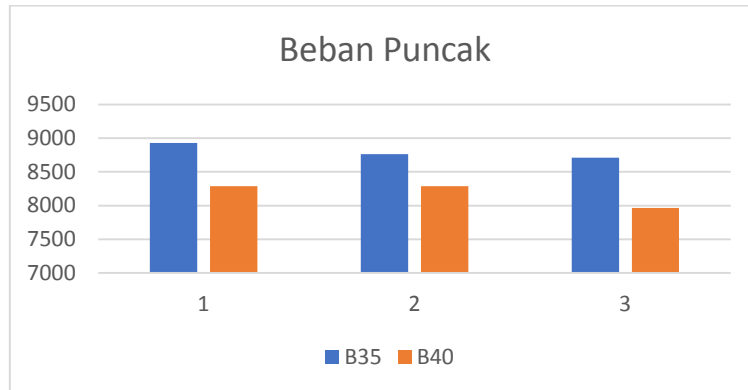
P_i : Tekanan Indikator

P_e : Tekanan Efektif Rata-Rata

Tabel 3. Beban puncak listrik yang di produksi

Day 14 B35	Day 17 B35	Day 19 B35
8930	8762	8711
Day 1 B40	Day 2 B40	Day 5 B40
8290	8289	7964

Sumber: Diperoleh dari data primer



Gambar 1. Beban puncak listrik yang di produksi

Sumber: Diperoleh dari data primer

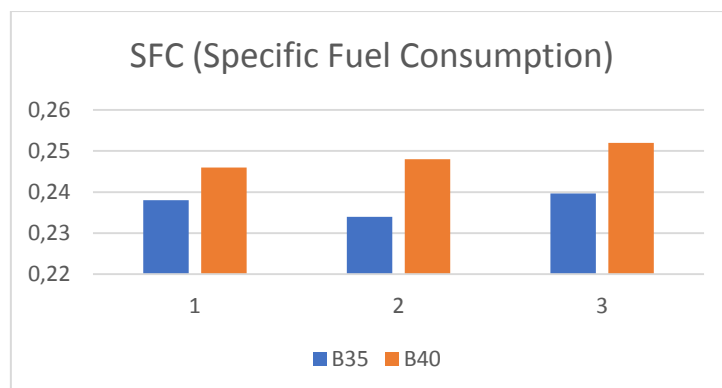
X: Produksi Listrik Kilo Watt

Y : 1 (Day 14 and Day 1), 2 (Day 17 and Day 2) & 3 (Day 19 and Day 5)

Tabel 4. Beban puncak SFC

Day 14 B35	Day 17 B35	Day 19 B35
0,238	0,234	0,2397
Day 1 B40	Day 2 B40	Day 5 B40
0,246	0,248	0,252

Sumber: Diperoleh dari data primer



Gambar 2. Beban puncak penggunaan bahan bakar spesifik

Sumber: Diperoleh dari data primer

X: Penggunaan bahan bakar spesifik

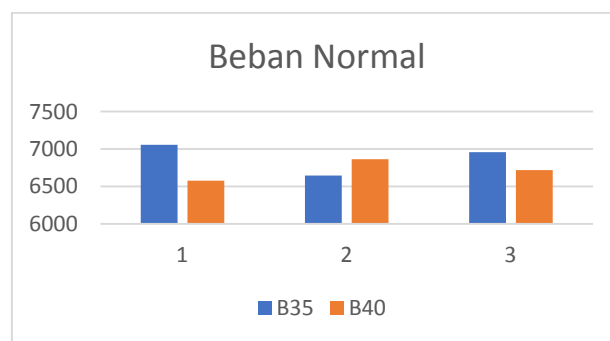
Y : 1 (Day 14 and Day 1), 2 (Day 17 and Day 2) & 3 (Day 19 and Day 5)

Beban Normal untuk B35 dan B40 Periode tanggal (14,17 & 19) dan (1, 2 & 5)

Tabel 5. Beban normal listrik yang di produksi

Day 14 B35	Day 17 B35	Day 19 B35
7057	6647	6958
Day 1 B40	Day 2 B40	Day 5 B40
6577	6864	6717

Sumber: Diperoleh dari data primer



Gambar 3.1 Beban normal listrik yang di produksi

Sumber: Diperoleh dari data primer

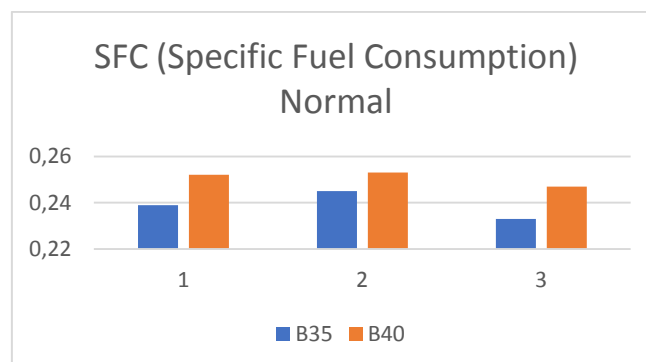
X: Produksi Listrik Kilo Watt

Y : 1 (Day 14 and Day 1), 2 (Day 17 and Day 2) & 3 (Day 19 and Day 5)

Tabel 6. Beban normal SFC

Day 14 B35	Day 17 B35	Day 19 B35
0,239	0,245	0,233
Day 1 B40	Day 2 B40	Day 5 B40
0,252	0,253	0,247

Sumber: Diperoleh dari data primer



Gambar 4. Beban normal penggunaan bahan bakar spesifik

Sumber: Diperoleh dari data primer

X: Penggunaan bahan bakar spesifik

Y : 1 (Day 14 and Day 1), 2 (Day 17 and Day 2) & 3 (Day 19 and Day 5)

Perhitungan finansial bahan bakar B35 & B40

Bila harga 1liter bahan bakar :

a. B35 : Rp11.524. + PPN = Rp12.791,64.

b. B40 : Rp11.006. + PPN = Rp12.216,66.

Bila kita ambil contoh bulan Mei 2025 pemakaian bahan bakar sebesar 670,143 Ton bila 1 ton = 1.000 Kg maka, 670.143 Kg dan Massa jenis B35 (852,5) dan Massa jenis B40 (864,0).

$$B35 = Volume (m^3) = \frac{Massa}{Massa\ Jenis} = \frac{670.143\ Kg}{852,5 \frac{Kg}{m^3}} = 786,11\ m^3 = 786.110\ Liter$$

$$B40 = Volume (m^3) = \frac{Massa}{Massa\ Jenis} = \frac{670.143\ Kg}{864,0 \frac{Kg}{m^3}} = 775,628\ m^3 = 775.628\ Liter$$

Bila B35 digunakan selama 1 bulan

= 786.110 Liter $\times$ Rp12.791,64 = Rp10.056.248.528,40

Bila B40 digunakan selama 1 bulan

= 775.628 Liter $\times$ Rp12.216,66 = Rp9.475.244.694,48

dan bila B35 digunakan selama 12 bulan

= Rp10.056.248.528,40 $\times$ 12 = Rp120.674.982.340,80

dan bila B40 digunakan selama 12 bulan

= Rp9.475.244.694,48 $\times$ 12 = Rp113.702.936.333,76

Maka perbedaan untuk bahan bakar B35 dan B40 sekitar = Rp6.972.046.007,04 harga yang dapat sekitar 6,13 % lebih murah dari B35

Penutup

Berdasarkan hasil analisis perbandingan penggunaan bahan bakar biodiesel B35 dan B40 terhadap kinerja motor diesel MAN 12V 51/60 DF, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Penggunaan B35 menghasilkan daya efektif yang lebih tinggi, yaitu 12,486 MW, dibandingkan dengan B40 yang menghasilkan 12,367 MW. Hal ini menunjukkan bahwa B35 lebih unggul dari segi daya keluaran.
2. B35 terbukti lebih efisien dalam konsumsi bahan bakar, dengan nilai 0,388364 kg/kWh, sedangkan B40 memiliki konsumsi yang lebih tinggi, yaitu 0,404505 kg/kWh.
3. Dari aspek teknis, peningkatan kandungan FAME dari B35 ke B40 mengakibatkan penurunan efisiensi termal motor (dari 20,31% menjadi 18,92%) dan efisiensi mekanis (dari 0,91092 menjadi 0,887581).
4. Hasil analisis biaya menunjukkan bahwa penggunaan B40 menawarkan keuntungan finansial yang signifikan dibandingkan B35. Perhitungan menunjukkan bahwa B40 memiliki harga per liter yang lebih rendah, yang berdampak pada penghematan biaya operasional tahunan sebesar sekitar **Rp6,97 miliar**. Penghematan ini mencerminkan efektivitas biaya dari kebijakan mandatori B40, meskipun perlu dipertimbangkan aspek teknis yang memerlukan perawatan lebih intensif.

Mengingat hasil penelitian dan tantangan dari transisi bahan bakar, berikut adalah beberapa saran teknis dan penelitian lanjutan yang dapat dipertimbangkan:

1. PT PLN (Persero) disarankan untuk mempertimbangkan modifikasi teknis atau pemilihan motor diesel dengan toleransi FAME yang lebih tinggi untuk menjaga aset PLTMG Seram.
2. Perlu dilakukan pemantauan dan pemeliharaan komponen motor yang lebih intensif, terutama pada bagian sistem bahan bakar dan injektor, untuk mengantisipasi potensi dampak dari penggunaan campuran B40 yang memiliki viskositas berbeda.

3. Melakukan studi komprehensif terkait pengujian emisi gas buang (CO, HC, NO_x, PM) pada motor diesel MAN 12V 51/60 DF menggunakan bahan bakar B35 dan B40. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kandungan FAME dapat memengaruhi emisi, dan data spesifik dari motor ini akan sangat relevan untuk mendukung kebijakan lingkungan.

Referensi

- Arismunandar, W. (1988). Penggerak Mula Motor Bakar Torak Edisi Kelima, ITB Bandung.
- Heryani, H. (2018). Teknologi Produksi Biodiesel. Lambung Mangkurat University Press.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2023). Pemerintah Resmi Terapkan Mandatori B35 Mulai Februari 2023. Diakses dari <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/pemerintah-resmi-terapkan-mandatori-b35-mulai-februari-2023>.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2025). Wujudkan Ketahanan Energi dan Kurangi Impor, Menteri ESDM: Mandatori B40 Berlaku 1 Januari 2025. Diakses dari <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/wujudkan-ketahanan-energi-dan-kurangi-impor-menteri-esdm-mandatori-b40-berlaku-1-januari-2025>
- Marhaini, Mardwita, & Suranda, A. (2022). Analisa Efisiensi Bahan Bakar Dan Dampak Lingkungan Emisi Gas Buang Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Terhadap Pembangkit Listrik Motor Gas (PLTMG). JURNAL SURYA ENERGY, 6(2), 57–61.
- Mokhtar, et al, (2023). *Towards nationwide implementation of 40% biodiesel blend fuel in Indonesia: a comprehensive road test and laboratory evaluation*. *Biofuel Research Journal*, 39, 1876–1889.
- Pertiwanda, S., & Setiawan, A. (2025). Karakteristik Pembakaran Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Menggunakan Biodiesel Minyak Kelapa Sawit (B35 dan B40). JURNAL AR RO'IS MANDALIKA (ARMADA), 5(3), 528–541.
- Petrovsky, N. (1964). *Marine internal combustion engines*. Mir Publishers, Moscow. (H. E. Isakson, Penerjemah).
- Suardi, S., Setiawan, W., Nugraha, A. M., Alamsyah, A., & Ikhwan, R. J. (2023). *Evaluation of Diesel Engine Performance Using Biodiesel from Cooking Oil Waste (WCO)*. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 14(1), 29–39.
- Sucofindo. (2023). *Report of Analysis (HSD B35)*. PT. Sucofindo.
- Sucofindo. (2024). *Report of Analysis (HSD B40)*. PT. Sucofindo.
- Wisnu, D., & Romy, R. (2023). *Study experimental of temperature effect of B40 biodiesel engine performance*. *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace -science and engineering-*, 67(1), 7-14.
- 51/60 DF Project Guide – Marine Four-stroke dual-fuel engines compliant with IMO Tier II (2014) Manual Book MAN Energi Solution type 1145122_1145123. (2018).