



## Uji Ekperimental Performa Mesin Diesel Menggunakan Bahan Bakar Biodiesel B35

Hendra Purnomo<sup>1</sup>, Barokah<sup>2\*</sup>, Kriswanto<sup>3</sup>, Iksan Saifudin<sup>4</sup>, Putu Deny Darmawan<sup>5</sup>,  
Dwi Darma Arta Kusuma<sup>6</sup>

<sup>1,3,4,5</sup>Politeknik Pelayaran Sulawesi Utara, Indonesia

<sup>2,6</sup>Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung, Indonesia

Korespondensi : [barokahkapov1975@gmail.com](mailto:barokahkapov1975@gmail.com)

**Abstract.** Diesel engines are machines that are very necessary in the industrial world, both manufacturing and transportation. However important is the existence of this diesel engine that it needs to be maintained properly to maintain its performance. With the development of diesel fuel variants, it is necessary to conduct research regarding the phenomena produced by burning biodiesel, especially the B35 type which is widely consumed in the industrial world. The aim of this research is to determine the performance of diesel engines, are specific fuel oil consumption and thermal efficiency produced by diesel engines using B35. The experimental method was applied by varying the load of 0.35 kW, 0.7 kW, 1.05 kW, 1.4 kW and 1.75 kW on an engine speed of 1500 RPM. The results show that the highest specific fuel oil consumption is at a load of 0.35 kW, that is 1361 g/kWh, while the highest thermal efficiency at a load of 1.75 kW reaches 17.25%.

**Keywords:** Biodiesel B35, Diesel Engine, Performnace

**Abstrak.** Mesin diesel merupakan mesin yang sangat diperlukan dalam dunia industri baik industri maufaktur maupun transportasi. Betapa pentingnya keberadaan mesin diesel ini sehingga perlu dimaintain dengan baik untuk mempertahankan performanya. Dengan berkembangannya varian bahan bakar diesel perlu dilakukan penelitian terkait fenomena yang dihasilkan oleh pembakaran biodiesel terutama jenis B35 yang banyak dikonsumsi pada dunia industri. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui performa mesin diesel yaitu, specific fuel oil consumption dan efisiensi termal yang dihasilkan oleh mesin diesel dengan menggunakan B35. Metode ekperimen diterapkan dengan cara memvariasikan beban 0.35 kW, 0.7 kW, 1.05 kW, 1.4 kW dan 1.75 kW pada putaran mesin 1500 RPM. Hasil menunjukkan bahwa specific fuel oil consumption tertinggi pada beban 0.35 kW yakni 1361 g/kWh sedangkan efisiensi termal tertinggi pada load 1.75 kW mencapai 17.25 %.

**Kata kunci:** Biodiesel 35, Mesin Diesel, Performa

### 1. LATAR BELAKANG

Mesin pembakaran internal adalah mesin yang menghasilkan energi mekanik dari energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar. Bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder bercampur dengan oksigen yang dikompresikan oleh piston sehingga tekanan menjadi tinggi kemudian terjadi pembakaran (Heywood, 1988)(Stone, 1992)(Challen & Baranescu, 1999).

Mesin diesel memiliki pengaruh yang besar terhadap bidang transportasi, kebutuhan mesin diesel terus meningkat di seluruh dunia karena fungsinya selain sebagai penggerak alat transportasi juga sebagai tenaga penggerak peralatan industri (Semin dkk, 2008; Challen dan Baranescu, 1999). Beberapa kelebihan mesin diesel adalah memiliki efisiensi dan kekuatan

tinggi, hemat bahan bakar, dominan digunakan pada kendaraan atau peralatan berat (Reif, 2014).

Dalam perkembangannya mesin diesel telah mengalami perubahan yang signifikan baik dari segi bentuk hingga segi teknis atau operasionalnya. Hal ini bertujuan untuk menciptakan nilai efisiensi tertinggi dalam segi operasionalnya. Tetapi sejalan dengan perkembangannya telah terjadi permasalahan yaitu pengurangan cadangan minyak bumi (Stone, 1992) bahkan menurut (Hagenow dkk, 2010) menyebutkan bahwa sumber cadangan minyak akan habis dalam waktu 40 tahun padahal mesin diesel kebanyakan masih menggunakan bahan bakar minyak bumi.

Upaya menjawab masalah tersebut telah dilakukan inovasi untuk mengurangi penggunaan bahan bakar konvensional. Seperti halnya pemanfaatan *vegetable oil* sebagai bahan baku bahan bakar diesel (Kuncahyo dkk, 2013). Sesuai Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral nomor 26 Tahun 2016 menegaskan pemberlakuan kebijakan penggunaan biodiesel terkait penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati jenis biodiesel (ESDM, 2016).

Pemerintah Indonesia pada tahun 2023 mulai menjalankan program pencampuran Bahan Bakar Nabati (BBN) jenis biodiesel berbasis minyak sawit ke dalam minyak Solar sebesar 35% (B35) (Nano, 2023). Dengan berkembangannya varian bahan bakar diesel perlu dilakukan penelitian terkait fenomena yang dihasilkan oleh pembakaran biodiesel terutama jenis B35 yang banyak dikonsumsi pada dunia industri dan transportasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa mesin diesel yaitu daya, specific fuel oil consumption dan efisiensi termal yang dihasilkan oleh mesin diesel dengan menggunakan B35.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Mesin diesel merupakan mesin pembakaran internal yaitu mesin yang menghasilkan energi mekanik dari energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar. Bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder bercampur dengan oksigen yang dikompresikan oleh piston sehingga tekanan menjadi tinggi kemudian terjadi pembakaran (Heywood, 1988). Mesin diesel memiliki efisiensi termal terbaik dibandingkan dengan mesin pembakaran internal lainnya maupun pembakaran luar lainnya, karena memiliki rasio kompresi yang sangat tinggi. Mesin diesel kecepatan-rendah (seperti pada mesin kapal) dapat memiliki efisiensi termal lebih dari 50% (Takaishi dkk, 2008).

Performa mesin diesel merupakan kemampuan mesin motor bakar untuk merubah energi yang masuk yaitu bahan bakar sehingga menghasilkan daya berguna disebut

kemampuan mesin atau performa mesin. Performa mesin meliputi daya, efisiensi termal, *Specific Fuel Oil Consumption*, *Brake Mean Effective pressure* Dan *Friction Mean Effective Pressure*.

*Power* atau daya merupakan jumlah energi atau besarnya tenaga yang dihasilkan mesin per satuan waktu. Efisiensi Termal adalah perbandingan antara energi yang dihasilkan dan energi yang dimasukkan pada proses pembakaran bahan bakar. Efisiensi termal merupakan ukuran yang menunjukkan performa mesin pembakaran internal juga merupakan energi yang didapatkan dari pembakaran bahan bakar pada mesin diesel. (Woodyard, 2004) . Selanjutnya *specific Fuel Oil Consumption (SFOC)* adalah ukuran massa bahan bakar yang dikonsumsi per unit satuan waktu untuk menghasilkan per kilo Watt (Heywood, 1988).

Dalam rangka pemenuhan kebutuhan bahan bakar mesin diesel, dunia saat ini mengembangkan produksi minyak campuran yaitu diesel minyak fosil dicampur dengan minyak nabati. Beberapa bahan bakar minyak diesel produk Pertamina antara lain biodiesel,35, Dexlite, dan Pertamina Dex. Minyak nabati sebagai bahan bakar telah diteliti sejak sekitar tahun 1970, tetapi minyak nabati baru diminati sebagai bahan bakar alternative pada sekitar tahun 1980. Dalam perkembangannya minyak sawit banyak digunakan sebagai minyak nabati atau biodiesel sebagai bahan bakar (Knothe, 2010).

Bahan bakar nabati disebut biodiesel untuk digunakan pada mesin diesel berupa ester metil asam lemak (*fatty acid methyl ester/FAME*) yang terbuat dari minyak nabati melalui proses esterifikasi/transesterifikasi. Minyak nabati yang banyak digunakan di Indonesia saat ini adalah minyak sawit. Selain dari minyak sawit, tanaman lain yang berpotensi untuk bahan baku biodiesel antara lain tanaman jarak, jarak pagar, kemiri sunan, kemiri cina, nyamplung dan lain-lain. (DEBTKE, 2018).

Tabel 1. Spesifikasi Biodiesel

<b>Characteristic</b>	<b>Unit</b>	<b>Limit</b>	<b>Meet to ISO 8217:2005</b>
Density at 15 °C	Kg/m <sup>3</sup>	max	880
Visc.Kinematic at 40°C	mm <sup>2</sup> /s(cSt)	max	4.5
Sulfur Content	% m/m	max	0.25
Distillation 90% Evaporation	°C	max	370
Pour Point	°C	max	18
Carbon Residu	% m/m	max	0.1
Water Content	ppm	max	425
Fame Content	% v/v	max	30

Ash Content	%m/m	max	0.01
Total Sediment	%m/m	max	0.01
Total Acid Number	Mg KOH/g	max	0.6
Colour ASTM		max	3
Used LO	Micron	max	460

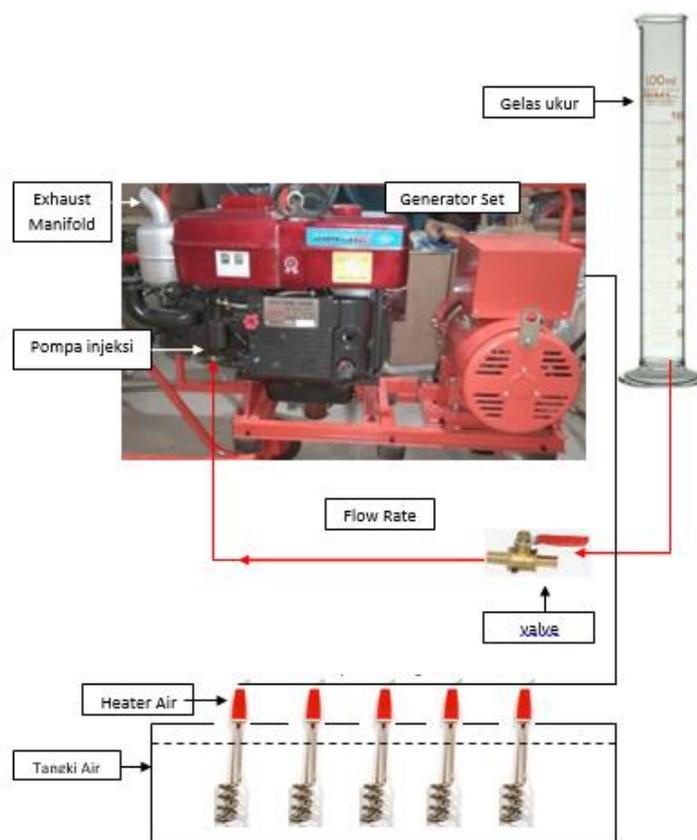
Sumber (Energi, 2023).

Biodiesel memiliki berbagai karakteristik seperti karakteristik pembakaran, karakteristik performa dan karakteristik emisi yang hampir sama dengan bahan bakar diesel fosil sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel (Anantharamanm dkk, 2013).

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan cara melakukan pengujian untuk mengetahui fenomena yang ditimbulkan akibat pemberian beban. Peralatan dan bahan yang digunakan pada proses penelitian antara lain mesin diesel, dinamo, pemanas, tachometer, dan bahan bakar bio diesel (B35).

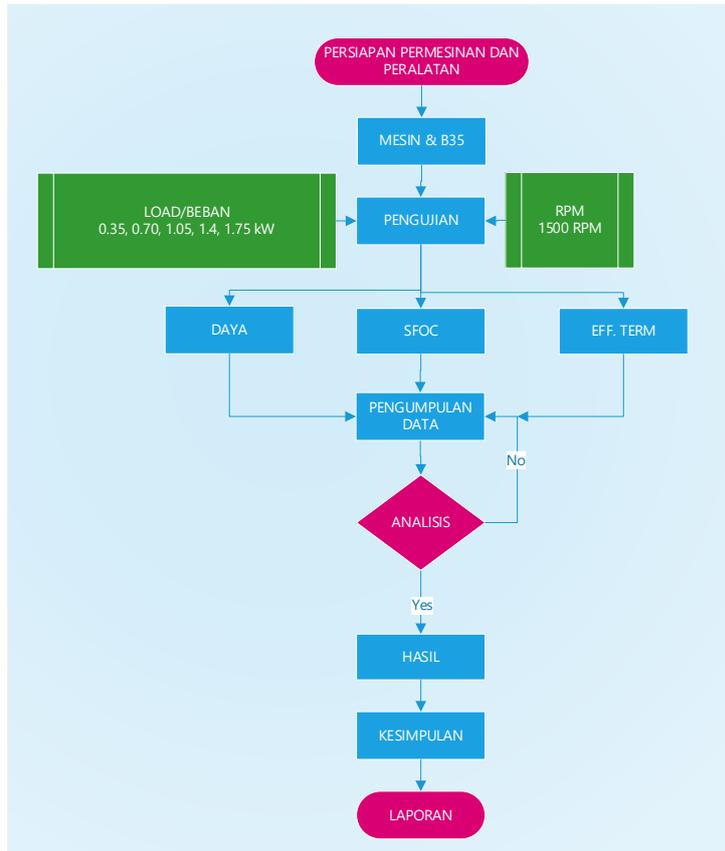
Spesifikasi mesin diesel merk Yamakoyo, Type R180, Max Output 8 HP/2600 RPM. Sedangkan dynamo yang digunakan Merek Matric AC. Synchronous Alternator, ST-3, Daya 3 kW, 230 V, 13 A, 50 Hz, 1500 r/min, Standart JB/T3320 2-2000, Cos phi 1.0, Excit Volt 42 V, Excit Curr 2 A, ins Cl, B, Rat S1, 1 Phase, Made In China. Selain itu juga menggunakan alat pendukung antara lain : Heater 350 Watt, 220 Volt, 50 Hz. Tachometer merek Prova, model RM-1500, Range RPM 10-99990, Distrance 50-300 mm. Setting permesinan dan peralatan divisualisasikan pad gambar 1.



Gambar 1. Set Up Eksperimen

Penelitian diawali dengan persiapan yaitu dengan menyiapkan perangkat penelitian termasuk didalamnya literatur yang dijadikan rujukan atau pedoman pada penelitian ini. Bahan bakar yang digunakan yaitu Biodiesel B35. Pada penelitian ini menggunakan mesin diesel silinder tunggal 7 HP dengan celah katup 0.20 mm. Beberapa alat ukur yang digunakan antara lain, Gelas ukur untuk mengukur konsumsi bahan bakar, stopwatch untuk mengukur waktu, tachometer untuk mengukur putaran mesin dan volt meter untuk mengukur tegangan listrik yang keluar dari generator. Sebelum digunakan peralatan dikalibrasi terlebih dahulu untuk menghindari kesalahan pada saat pengambilan data.

Tahap awal pengujian mesin dihidupkan dalam kondisi stationer selama 10 menit, pada putaran 1500 RPM. Kecepatan putaran didapat dengan mengukur putaran *flywheel* menggunakan tachometer sedangkan pengukuran tegangan menggunakan voltmeter. Pemberian beban menggunakan heater dengan kapasitas @350 watt kali 5 buah. Ujicoba dilakukan dengan bervariasi beban sebagai berikut 0.35 kW, 0.70 kW, 1.05 kW, 1.4 kW dan 1.75 kW.



Gambar 2. Prosedur Penelitian

Data didokumentasikan dalam bentuk foto dan ditabulasikan dalam bentuk tabel serta divisualisasikan dalam bentuk grafis. Analisis dilakukan dengan menggunakan formula sebagai berikut :

$$\eta_{th} = \frac{3600 \times Power}{M_f \times LCV} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

$$SFOC = \frac{M_f}{P} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- $\eta_{th}$  = Rendemen Thermis
- $M_f$  = mass Flow
- $LCV$  = Lower Calorific Value
- $P$  = Power
- $SFOC$  = Specific Fuel Oil Consumption

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

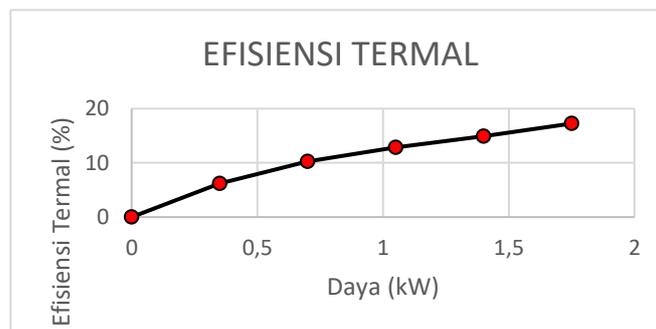
Performa merupakan parameter penting pada operasi mesin diesel. Performa mesin mencakup beberapa parameter namun dalam penelitian ini membahas daya, sfoc dan efiseiensi termal. Hasil eksperimen tertera pada tabel 2.

Tabel 2. Performa Mesin Diesel

RPM	Daya (kW)	SFOC (gr/kWh)	Effi.Thermal (%)
1500	0	0	0
	0.35	1361.117078	6.201374827
	0.7	822.8571429	10.25791325
	1.05	655.9006211	12.86901844
	1.4	565.7142857	14.92060109
	1.75	489.2664093	17.25194501

Tabel 2 memuat tiga parameter performa sebagai objek eksperimen yaitu daya, SFOC dan Efisiensi Termal. Daya merupakan besaran beban yang diterapkan pada saat eksperimen yaitu 0.35 kW, 0.7 kW, 10.05 kW, 1.4 kW dan 1.75 kW. Dari beban yang diujikan kemudian menghasilkan beberapa perubahan pada SFOC dan Efisiensi Termal .

Efisiensi termal identik dengan ukuran besarnya pemanfaatan energi panas yang tersimpan dalam bahan bakar untuk diubah menjadi daya efektif oleh mesin diesel. Fenomena efisiensi termal yang terjadi pada mesin dapat dilihat pada gambar 3.

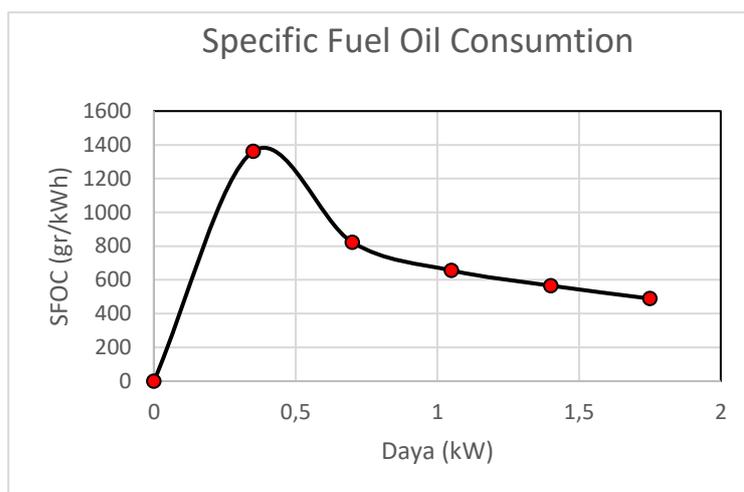


Gambar 3. Daya VS Efisiensi Termal

Gambar 3 mengilustrasikan bahwa mesin diesel beroperasi dengan beban 0.35 kW menghasilkan efisiensi termal 6.20 %, selanjutnya pada beban 0.7 kW menghasilkan efisiensi termal 10.25 %, kemudian pada beban 1.05 kW menghasilkan efisiensi termal 12.86 %, dan pada beban 1.4 kW menghasilkan efisiensi termal 14.92 %, hingga akhirnya pada beban 1.75 kW menghasilkan efisiensi termal 17.25 %. Efisiensi termal meningkat sejalan dengan bertambahnya daya atau beban pada mesin diesel yang sedang beroperasi pada

rpm yang sama. Untuk menghasilkan daya lebih besar mesin memerlukan suplai bahan bakar lebih banyak. Sesuai dengan penelitian (Ahmad, 2017) bahwa faktor yang membuat nilai efisiensi termal semakin naik adalah nilai laju alir massa bahan bakar, nilai ini mempengaruhi nilai efisiensinya yang semakin naik

Selanjutnya pemakaian bahan bakar spesifik (*specific fuel oil consumption*) merupakan jumlah bahan bakar yang konsumsi mesin untuk menghasilkan daya efektif satu kW selama satu jam. Dalam pengujian diperoleh data mengenai penggunaan bahan bakar (mililiter dikonversikan menjadi gram) dalam waktu (detik). Hasil ekperimen terkait sfoc diilustrasikan dalam grafik pada gambar 4.



Gambar 4. Daya Vs SFOC

Efisiensi termal dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya tekanan nozzel, putaran, daya dan pemakaian bahan bakar yang bekerja dalam mesin diesel, sehingga energi termal diruang bakar untuk melakukan langkah kerja lebih besar. Gambar 4 menjelaskan, bahwa pada saat mesin diesel beroperasi dengan daya 0.35 kW jumlah SFOC sebesar 1361 gr/kWh, kemudian pada 0.7 kW adalah 822 gr/kWh, lalu pada 1.05 kW adalah 655 gr/kWh, selanjutnya pada 1.4 kW adalah 565 gr/kWh, dan pada 1.75 kW adalah 489 gr/kWh. Pada mesin putaran tetap yaitu 1500 rpm, SFOC menurun sejalan dengan penambahan beban yang diterima oleh mesin.

Sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya terkait dengan sfoc (Wibisono, dkk, 2020) menjelaskan bahwa SFOC pada pembakaran Biodiesel memiliki kecenderungan menurun sejalan dengan naiknya daya mesin. Demikian juga hasil dari penelitian yang dilakukan oleh (Sitorus et al., 2022) menjelaskan bahwa pada beban yang sama dengan variasi rpm menunjukkan semakin tinggi rpm semakin menurun sfocnya.

Kondisi ini terjadi karena mesin dirancang untuk beroperasi pada kondisi optimal pada beban tertentu. Konsumsi bahan bakar spesifik merupakan ukuran efisiensi mesin mengukur jumlah bahan bakar yang dikonsumsi relatif terhadap daya yang dihasilkan, bukan jumlah total bahan bakar yang dibakar. Sehingga dengan beban ringan akan membakar lebih sedikit karena menghasilkan daya yang jauh lebih sedikit, tetapi pada titik beban ini aliran udara melalui sistem induksi jauh di bawah kondisi desain optimal. Keadaan yang kurang optimal mengakibatkan proses pembakaran kurang sempurna.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil menunjukkan bahwa efisiensi termal mesin diesel pada speed mesin 1500 pada variasi beban yang diujikan terendah pada beban 0.35 kW menghasilkan efisiensi termal 6.20 %, sedangkan pada 1.75 kW menghasilkan efisiensi termal 17.25 %. Dari fenomena yang terjadi dapat disimpulkan bahwa penambahan beban mesin berbanding lurus dengan kenaikan efisiensi termal. Semakin tinggi beban mesin semakin tinggi efisiensi termal.

Sedangkan yang terjadi pada SFOC, setelah dianalisis pada saat mesin diesel beroperasi dengan speed mesin 1500 RPM pada beban terendah yaitu 0.35 kW besaran SFOC 1361 gr/kWh, dan pada beban 1.75 kW pada angka 489 gr/kWh. Kondisi ini dapat disimpulkan terjadi penurunan SFOC pada saat penambahan beban mesin.

Terkait dengan hasil penelitian yang sudah diperoleh, perlu dilakukan pengujian parameter performa lainnya seperti torsi, *brake mean effective pressure*, *friction mean effective pressure* sehingga mendapatkan kajian lebih lengkap mengenai performa mesin diesel dengan menggunakan Biodiesel B 35.

## Ucapan Terima Kasih

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktur Politeknik Pelayaran Sulawesi Utara yang telah memberikan dana penelitian, serta Direktur Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung yang telah memberikan dukungan fasilitas penelitian sehingga kegiatan penelitian bisa terlaksana dengan baik.

## DAFTAR REFERENSI

Ahmad, A. S. (2017). Studi Eksperimen Unjuk Kerja Mesin Diesel Sistem Dual Fuel Dengan Variasi Tekanan Penginjeksian Pada Injektor Mesin Yanmar TF 55R-Di. *Jurnal Skripsi Teknik Its*, 4(October 2016), 1–6.

Anantharaman, G., Krishnamurthy, S., & Ramalingam, V. (2013). A review on combustion,

performance, and emission characteristics of fuels derived from oil seed crops (biodiesels). *Australian Journal of Crop Science*, 7(9), 1350–1354.

Challen, B., & Baranescu, R. (1999). *Diesel Engine Reference Book* (2nd ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann.

DEBTKE, H. (2018). Program Mandatori B20.

Energi, C. S. (2023). Biosolar b35. Retrieved September 29, 2023,

ESDM, M. (2016). Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2016 Tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel dalam Kerangka Pembiayaan oleh Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit,

Heywood, J. B. (1988). *Internal Combustion Engine Fundamental*. McGraw-Hill, Inc. McGraw-Hill, Inc. [https://doi.org/10.1016/s1350-4789\(10\)70041-6](https://doi.org/10.1016/s1350-4789(10)70041-6)

Knothe, G. (2010). *History of Vegetable Oil-Based Diesel Fuels*. (G. Knothe, J. Krahl, & J. B. T.-T. B. H. (Second E. Van Gerpen, Eds.) (2nd ed.). AOCS Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-893997-62-2.50007-3>

Kuncahyo, P., Fathallah, A. Z. M., & Semin. (2013). Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel Sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel di Indonesia. *Jurnal TEKNIK POMITS*, 2(1), 62–66.

Nano, V. (2023). Luncurkan B35, RI Jadi Contoh Sukses Kembangkan Biodiesel. *CNBC Indonesia*,

Sitorus, T. B., Zebua, Y. F. S. ., Sinaturi, D. F. ., Siagian, J. A. ., -, S., & Siagian, L. (2022). Pengaruh Bahan Bakar Biodiesel dari Dimetil Ester Terhadap Kinerja Mesin Diesel Empat Langkah. *Sprocket Journal of Mechanical Engineering*, 3(2), 106–114.

Stone, R. (1992). *Introduction to Internal Combustion Engines*. The Macmillan Press. Ltd (2nd ed.). London: THE MACMILLAN PRESS. LTD.

Takaishi, T., Nakano, R., Numata, A., & Sakaguchi, K. (2008). Approach to High Efficiency Diesel and Gas Engines. *Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. Technical*

Wibisono, Y., Barokah, Rompas, P. T. D., Wiratno, & Baihaqi. (2020). Analisis Perbandingan Performa Mesin Diesel Menggunakan Biodiesel B20 dan HSD pada Mesin Mitsubishi 4 Silinder. *FRONTIERS: JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI*, 3(1), 65–69.

Woodyard, D. (2004). *Pounder's Marine Diesel Engine and Gas Turbine*. (W. Doug, Ed.) (8th ed.). Burlington. MA: Elsevier Butterworth-Heinemann.