

Analisis Performa Mesin Diesel dengan Variasi Bahan Bakar

Zakiah Kartini^{1,*}, Andi Husni Sitepu¹, Zulkifli¹, Syerly Klara¹

¹Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Jalan Poros Malino km. 6 Bontomarannu, Gowa, Indonesia

*Email: zakiahkartini21@gmail.com

Abstrak

Mesin diesel masih banyak digunakan pada sektor transportasi dan industri, sehingga diperlukan kajian mengenai penggunaan bahan bakar alternatif yang tetap mampu memberikan performa dan efisiensi yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa mesin diesel satu silinder menggunakan tiga jenis bahan bakar, yaitu Biosolar B40, Dexlite, dan Pertamina Dex. Pengujian dilakukan secara eksperimental pada mesin diesel tipe TV-1 dengan variasi beban 3 kg, 6 kg, 9 kg, dan 12 kg. Parameter yang dianalisis meliputi daya, torsi, konsumsi bahan bakar spesifik (Specific Fuel Consumption/SFC), efisiensi termal, dan efisiensi volumetrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan beban menyebabkan kenaikan daya dan torsi serta penurunan nilai SFC pada seluruh bahan bakar. Pada beban maksimum 12 kg, daya aktual yang dihasilkan ketiga bahan bakar relatif setara, yaitu sekitar 3,40–3,42 kW, dengan torsi aktual mencapai 21,66–21,80 Nm. Nilai SFC terendah diperoleh pada beban 12 kg, yaitu sekitar 0,19–0,20 kg/kWh, yang menunjukkan peningkatan efisiensi penggunaan bahan bakar. Efisiensi termal tertinggi secara teoritis dicapai oleh B40 sebesar 42,76%, diikuti oleh Pertamina Dex sebesar 41,61% dan Dexlite sebesar 38,32%, sedangkan efisiensi volumetrik pada seluruh bahan bakar relatif stabil pada kisaran 66,8–67,7%. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Biosolar B40 memiliki performa dan efisiensi yang kompetitif dibandingkan bahan bakar diesel lainnya, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada mesin diesel.

Abstract

Performance Analysis of a Diesel Engine with Different Fuel Variations. Diesel engines are still widely used in the transportation and industrial sectors, highlighting the need for studies on alternative fuels that can maintain good performance and efficiency. This study aims to analyze the performance of a single-cylinder diesel engine using three different fuels, namely Biosolar B40, Dexlite, and Pertamina Dex. Experimental tests were conducted on a TV-1 diesel engine under varying loads of 3 kg, 6 kg, 9 kg, and 12 kg. The parameters analyzed included power output, torque, specific fuel consumption (SFC), thermal efficiency, and volumetric efficiency. The results showed that increasing the load led to higher power output and torque while reducing the SFC values for all fuels. At the maximum load of 12 kg, the actual power produced by the three fuels was relatively similar, ranging from 3.40 to 3.42 kW, with actual torque reaching 21.66–21.80 Nm. The lowest SFC values were obtained at the 12 kg load, ranging from 0.19 to 0.20 kg/kWh, indicating improved fuel utilization efficiency. The highest theoretical thermal efficiency was achieved by B40 at 42.76%, followed by Pertamina Dex at 41.61% and Dexlite at 38.32%. Meanwhile, the volumetric efficiency remained relatively stable for all fuels, ranging from 66.8% to 67.7%. Overall, the findings indicate that Biosolar B40 demonstrates competitive performance and efficiency compared to other diesel fuels, making it a promising alternative fuel for diesel engine applications.

Kata Kunci: B40, dexlite, efisiensi bahan bakar, mesin diesel, performa mesin, pertamina dex

1. Pendahuluan

Mesin diesel merupakan salah satu jenis mesin pembakaran dalam (*compression ignition engine*) yang hingga saat ini masih menjadi sumber tenaga utama pada sektor transportasi, perkapalan, alat berat, pembangkit listrik, dan berbagai aplikasi industri karena memiliki efisiensi termal yang tinggi, keandalan operasi yang baik, serta kemampuan

menghasilkan torsi besar pada putaran rendah dibandingkan mesin penyalaan bunga (*spark ignition engine*) [1]. Selain itu, karakteristik pembakaran pada mesin diesel memungkinkan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah sehingga lebih ekonomis untuk pengoperasian jangka panjang dan beban kerja berat [1], [2]. Meskipun demikian, ketergantungan terhadap bahan bakar diesel berbasis fosil masih menimbulkan berbagai tantangan, seperti meningkatnya konsumsi

energi, biaya operasional, serta emisi gas buang yang berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan dan perubahan iklim [2]. Oleh karena itu, pengembangan dan pemanfaatan bahan bakar alternatif yang mampu mempertahankan performa mesin sekaligus menekan dampak lingkungan menjadi salah satu fokus utama penelitian di bidang teknologi mesin diesel dalam beberapa tahun terakhir [1], [2].

Meningkatnya perhatian terhadap ketahanan energi dan pengurangan emisi gas rumah kaca mendorong pengembangan bahan bakar alternatif yang dapat digunakan pada mesin diesel tanpa memerlukan modifikasi yang signifikan pada sistem pembakaran. Salah satu alternatif yang banyak dikembangkan adalah biodiesel, yaitu bahan bakar terbarukan yang umumnya diproduksi melalui proses transesterifikasi minyak nabati atau lemak hewani menjadi *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) [1], [3]. Dibandingkan dengan bahan bakar diesel konvensional, biodiesel memiliki beberapa keunggulan, antara lain bersifat *biodegradable*, mengandung sulfur yang lebih rendah, memiliki kandungan oksigen yang lebih tinggi, serta mampu menurunkan emisi partikulat, karbon monoksida (CO), dan hidrokarbon (HC) yang tidak terbakar [1], [4]. Namun demikian, biodiesel juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti nilai kalor yang lebih rendah, viskositas yang lebih tinggi, dan karakteristik atomisasi yang berbeda dibandingkan solar konvensional, sehingga dapat memengaruhi daya keluaran, konsumsi bahan bakar spesifik (*Brake Specific Fuel Consumption*), efisiensi termal, maupun karakteristik pembakaran mesin diesel [3]–[5]. Oleh karena itu, evaluasi terhadap performa mesin menggunakan berbagai jenis bahan bakar diesel maupun campuran biodiesel masih menjadi topik penelitian yang terus berkembang untuk memperoleh keseimbangan antara performa mesin, efisiensi energi, dan aspek lingkungan [1], [3], [5].

Di Indonesia, pemerintah terus mendorong pemanfaatan bahan bakar diesel yang lebih ramah lingkungan melalui kebijakan pencampuran biodiesel ke dalam bahan bakar solar, yang saat ini telah mencapai Biosolar B40 dengan kandungan *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) sebesar 40%. Selain Biosolar B40, masyarakat juga menggunakan Dexlite dan Pertamina Dex sebagai bahan bakar diesel non-subsidi yang memiliki karakteristik fisik dan kimia berbeda, terutama pada angka setana (*cetane number*), kandungan sulfur, densitas, dan nilai kalor [6], [7]. Pertamina Dex memiliki angka setana yang lebih tinggi dan kandungan sulfur yang lebih rendah dibandingkan Biosolar B40 maupun Dexlite sehingga secara teoritis mampu menghasilkan waktu tunda penyalaan (*ignition delay*) yang lebih singkat, proses pembakaran yang lebih sempurna, peningkatan efisiensi termal, serta penurunan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang [7], [8]. Di sisi lain,

kandungan FAME yang lebih tinggi pada Biosolar B40 meningkatkan kandungan oksigen di dalam bahan bakar sehingga berpotensi memperbaiki proses oksidasi selama pembakaran. Namun demikian, penurunan nilai kalor akibat penambahan biodiesel juga dapat memengaruhi daya keluaran dan konsumsi bahan bakar mesin diesel [3], [6]. Oleh karena itu, perbedaan karakteristik setiap jenis bahan bakar diperkirakan akan menghasilkan respons performa mesin yang berbeda sehingga memerlukan pengujian secara eksperimental pada kondisi operasi yang sama.

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa karakteristik bahan bakar diesel memberikan pengaruh yang signifikan terhadap performa dan efisiensi mesin. Kristyadi et al. [6] melaporkan bahwa Pertamina Dex menghasilkan daya dan torsi yang lebih tinggi serta nilai *Brake Specific Fuel Consumption* (BSFC) yang lebih rendah dibandingkan Biosolar dan Dexlite, yang dikaitkan dengan angka setana yang lebih tinggi serta kualitas pembakaran yang lebih baik. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Hartana et al. [7], yang menunjukkan bahwa penggunaan Pertamina Dex mampu meningkatkan daya sekitar 5,25% dan menurunkan konsumsi bahan bakar dibandingkan Biosolar pada mesin diesel tipe 4JA1. Selain memengaruhi performa mesin, jenis bahan bakar juga berpengaruh terhadap karakteristik emisi gas buang. Rosdiyanti dan Kaharmen [9] menemukan bahwa Pertamina Dex menghasilkan tingkat opasitas asap yang lebih rendah dibandingkan Dexlite maupun Biosolar karena kandungan sulfur yang lebih rendah dan proses pembakaran yang lebih sempurna. Sementara itu, berbagai penelitian internasional juga menunjukkan bahwa peningkatan angka setana, kandungan oksigen bahan bakar, serta karakteristik fisik seperti densitas dan viskositas berperan penting dalam menentukan efisiensi termal, konsumsi bahan bakar spesifik, serta pembentukan emisi pada mesin diesel [2], [3], [8]. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik fisik dan kimia bahan bakar merupakan faktor penting yang menentukan kualitas pembakaran serta performa mesin diesel.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas pengaruh jenis bahan bakar terhadap performa mesin diesel, sebagian besar penelitian hanya membandingkan satu atau dua jenis bahan bakar serta berfokus pada parameter tertentu, seperti daya, torsi, konsumsi bahan bakar spesifik, atau emisi, sehingga belum memberikan gambaran yang komprehensif mengenai pengaruh karakteristik masing-masing bahan bakar terhadap performa mesin secara keseluruhan [6], [7], [9]. Selain itu, perbedaan spesifikasi mesin, kondisi operasi, putaran mesin, dan metode pengujian pada penelitian-penelitian terdahulu menyebabkan hasil yang diperoleh sulit dibandingkan secara langsung [2], [3], [10].

Penelitian yang mengevaluasi Biosolar B40, Dexlite, dan Pertamina Dex secara bersamaan menggunakan mesin diesel yang sama, pada kondisi operasi yang identik, serta menganalisis parameter daya, torsi, *Specific Fuel Consumption* (SFC), efisiensi termal, dan efisiensi volumetrik secara terpadu masih relatif terbatas [10]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa mesin diesel satu silinder menggunakan ketiga jenis bahan bakar tersebut melalui pengujian eksperimental pada variasi beban yang sama sehingga diperoleh perbandingan yang lebih objektif mengenai pengaruh karakteristik bahan bakar terhadap kinerja mesin diesel. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan teknis dalam pemilihan bahan bakar diesel yang tidak hanya mempertimbangkan aspek performa, tetapi juga efisiensi energi dan potensi penggunaannya pada berbagai aplikasi transportasi maupun industri.

2. Metodologi penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen (*experimental method*) untuk menganalisis pengaruh variasi jenis bahan bakar terhadap performa mesin diesel. Pengujian dilakukan menggunakan mesin diesel satu silinder tipe TV-1 yang diproduksi oleh APEX Innovations Pvt. Ltd. dan dihubungkan dengan eddy current dynamometer sebagai sistem pembebanan. Pengujian dilakukan pada kondisi putaran konstan sekitar 1500 rpm, sedangkan variasi beban yang diberikan terdiri atas 3 kg, 6 kg, 9 kg, dan 12 kg. Konfigurasi ini memungkinkan evaluasi karakteristik performa mesin pada berbagai kondisi pembebanan secara terkendali.

Spesifikasi utama mesin diesel yang digunakan meliputi daya terpasang sebesar 3,5 kW, satu silinder, empat langkah (*four stroke*), diameter silinder (*bore*) 87,5 mm, panjang langkah piston (*stroke*) 110 mm, volume langkah (*displacement*) 661 cc, serta panjang batang penghubung (*connecting rod*) 234 mm. Mesin menggunakan bahan bakar *high-speed diesel* (H.S. diesel) dengan rasio kompresi yang dapat divariasikan pada rentang 12:1 hingga 18:1. Sistem pemasukan udara dilengkapi dengan orifice meter berdiameter 20 mm, sedangkan dynamometer memiliki panjang lengan pembebanan (*dynamometer arm length*) sebesar 185 mm. Spesifikasi lengkap mesin dan dynamometer disajikan pada Tabel 1 dan dapat dilihat juga pada Gambar 1.

Dalam penelitian ini digunakan tiga jenis bahan bakar diesel yang umum dipasarkan di Indonesia, yaitu Biosolar B40, Dexlite, dan Pertamina Dex. Sebelum pengujian, sistem bahan bakar dikosongkan dan dibersihkan setiap kali dilakukan pergantian jenis bahan bakar untuk menghindari kontaminasi sisa bahan bakar sebelumnya. Mesin kemudian

dioperasikan hingga mencapai kondisi kerja yang stabil sebelum proses pengambilan data dimulai.

Tabel 1. Data utama mesin diesel dan dynamometer

Parameter	Spesifikasi
Manufacturer	APEX Innovations Pvt. Ltd.
Engine type	TV-1
Engine cycle	Four-stroke
Number of cylinders	1
Rated power	3.5 kW
Rated speed	1500 rpm
Bore	87.5 mm
Stroke	110 mm
Displacement	661 cc
Connecting rod length	234 mm
Compression ratio	12:1–18:1
Fuel	High-Speed Diesel (HSD)
Orifice diameter	20 mm
Dynamometer type	Eddy current dynamometer
Dynamometer arm length	185 mm



Gambar 1. Mesin dan dynamometer

Parameter performa yang dianalisis meliputi daya rem (*brake power*), torsi, *Specific Fuel Consumption* (SFC), efisiensi termal, dan efisiensi volumetrik. Seluruh parameter diperoleh melalui sistem akuisisi data yang terintegrasi dengan perangkat lunak pengujian mesin, sedangkan pembebanan dilakukan menggunakan dynamometer sehingga perubahan performa mesin pada setiap variasi beban dapat diamati secara langsung.

Pengambilan data dilakukan pada setiap variasi beban setelah putaran mesin mencapai kondisi tunak (*steady-state*). Untuk meningkatkan keandalan hasil pengujian, setiap kondisi pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan, kemudian hasil yang diperoleh dirata-ratakan sebelum dilakukan analisis lebih lanjut. Pendekatan ini bertujuan untuk meminimalkan pengaruh fluktuasi pengukuran selama proses eksperimen.

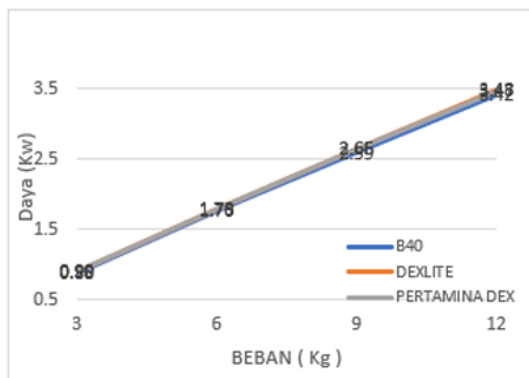
Data hasil pengujian dianalisis secara kuantitatif dengan membandingkan rata-rata nilai setiap parameter performa pada masing-masing jenis bahan bakar dan variasi beban. Selanjutnya, hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah interpretasi pengaruh penggunaan Biosolar B40, Dexlite, dan Pertamina Dex terhadap karakteristik performa mesin diesel.

3. Hasil dan pembahasan

Pengujian awal dilakukan pada mesin diesel menggunakan bahan bakar B40, Dexlite, dan Pertamina Dex pada kondisi operasi standar sebagai baseline penelitian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan beban menyebabkan kenaikan daya dan torsi mesin serta penurunan nilai specific fuel consumption (SFC) pada seluruh jenis bahan bakar. Pada beban maksimum 12 kg, daya mesin yang dihasilkan berada pada kisaran 3,40–3,42 kW dengan torsi sebesar 21,66–21,80 Nm. Nilai efisiensi thermal tertinggi diperoleh pada bahan bakar Pertamina Dex sebesar 40,87%, sedangkan nilai SFC terendah diperoleh sebesar 0,19 kg/kWh. Data awal ini menunjukkan bahwa variasi jenis bahan bakar memberikan pengaruh terhadap performa mesin diesel, sehingga analisis komparatif diperlukan untuk menentukan bahan bakar yang menghasilkan performa mesin paling optimal.

Tabel 2. Perbandingan daya teoritis dan aktual pada 3 bahan bakar

Beban (kg)	Daya					
	B40		Dexlite		Pertamina Dex	
	Teoritis	Aktual	Teoritis	Aktual	Teoritis	Aktual
3	0.88	0.88	0.90	0.88	0.90	0.88
6	1.76	1.75	1.78	1.74	1.79	1.75
9	2.59	2.59	2.65	2.60	2.66	2.61
12	3.42	3.42	3.48	3.40	3.47	3.41

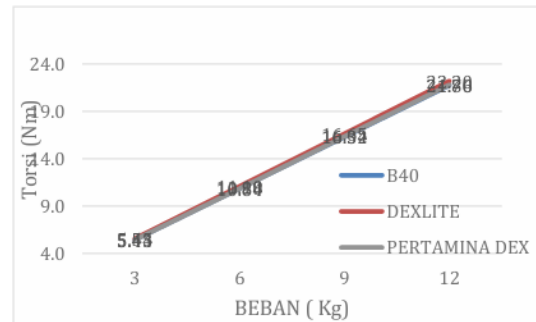


Gambar 2. Perbandingan daya dengan beban

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, daya mesin meningkat seiring bertambahnya beban pada seluruh jenis bahan bakar. Pada beban 3 kg, ketiga bahan bakar menghasilkan daya yang relatif sama yaitu sebesar 0,88 kW. Namun pada beban maksimum 12 kg, bahan bakar B40 menghasilkan daya tertinggi sebesar 3,42 kW, diikuti Pertamina Dex sebesar 3,41 kW dan Dexlite sebesar 3,40 kW. Peningkatan daya yang dapat dilihat pada Gambar 2 mesin terjadi karena bertambahnya beban menyebabkan peningkatan torsi yang dihasilkan mesin. Semakin besar torsi maka daya mesin juga meningkat. Perbedaan daya antar bahan bakar relatif kecil, namun B40 menunjukkan performa daya yang sedikit lebih baik dibandingkan bahan bakar lainnya.

Tabel 3. Perbandingan torsi teoritis dan aktual pada 3 bahan bakar

Beban (kg)	Torsi (Nm)					
	B40		Dexlite		Pertamina Dex	
	Teoritis	Aktual	Teoritis	Aktual	Teoritis	Aktual
3	5.44	5.43	5.55	5.42	5.55	5.43
6	10.88	10.84	11.10	10.83	11.10	10.84
9	16.32	16.29	16.65	16.33	16.65	16.34
12	21.76	21.78	22.20	21.66	22.20	21.80

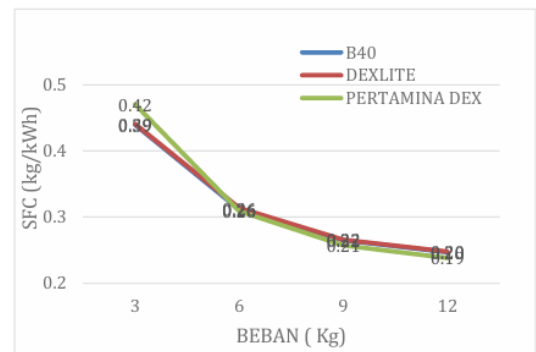


Gambar 3. Perbandingan torsi dengan beban

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3, nilai torsi mesin meningkat secara linier seiring bertambahnya beban pada seluruh jenis bahan bakar karena semakin besar beban yang diberikan maka semakin besar pula gaya puntir yang harus dihasilkan mesin untuk mempertahankan putaran, dengan Pertamina Dex menghasilkan torsi tertinggi sebesar 21,80 Nm pada beban maksimum 12 kg akibat proses pembakaran yang lebih cepat dan stabil, meskipun secara keseluruhan ketiga bahan bakar menunjukkan performa torsi yang relatif setara yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 4. Perbandingan SFC teoritis dan aktual pada 3 bahan bakar

Beban (kg)	SFC (Specific Fuel Consumption) (kg/kWh)					
	B40		Dexlite		Pertamina Dex	
	Teoritis	Aktual	Teoritis	Aktual	Teoritis	Aktual
3	0.39	0.39	0.39	0.40	0.42	0.43
6	0.26	0.28	0.26	0.27	0.26	0.27
9	0.22	0.24	0.22	0.22	0.21	0.21
12	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19



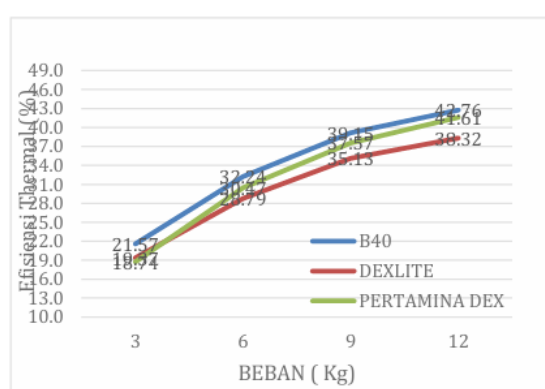
Gambar 4. Perbandingan SFC dengan beban

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4, nilai Specific Fuel Consumption (SFC) menurun seiring meningkatnya beban mesin karena daya yang dihasilkan semakin besar sehingga pemanfaatan

energi bahan bakar menjadi lebih efisien, dimana nilai SFC terendah diperoleh pada Pertamina Dex sebesar 0,19 kg/kWh pada beban 12 kg akibat memiliki angka setana tinggi dan proses pembakaran yang lebih stabil dibandingkan B40 dan Dexlite dimana grafiknya dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 5. Perbandingan efisiensi thermal teoritis dan aktual pada 3 bahan bakar

Beban (kg)	Efisiensi Thermal (%)					
	B40		Dexlite		Pertamina Dex	
	Teoritis	Aktual	Teoritis	Aktual	Teoritis	Aktual
3	21.57	21.84	19.37	18.91	18.74	18.26
6	32.24	30.11	28.79	28.11	30.47	29.49
9	39.15	35.93	35.13	34.47	37.57	37.08
12	42.76	40.82	38.32	37.39	41.61	40.87



Gambar 5. Perbandingan efisiensi thermal dengan beban

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5, efisiensi termal meningkat seiring bertambahnya beban mesin karena tekanan dan temperatur pembakaran di dalam silinder menjadi lebih tinggi sehingga proses konversi energi panas menjadi energi mekanik berlangsung lebih optimal, dimana efisiensi termal tertinggi diperoleh pada bahan bakar B40 sebesar 40,82% pada beban 12 kg akibat kandungan oksigen dari biodiesel yang membantu pembakaran menjadi lebih sempurna dibandingkan Dexlite dan Pertamina Dex yang dapat dilihat pada Gambar 5.

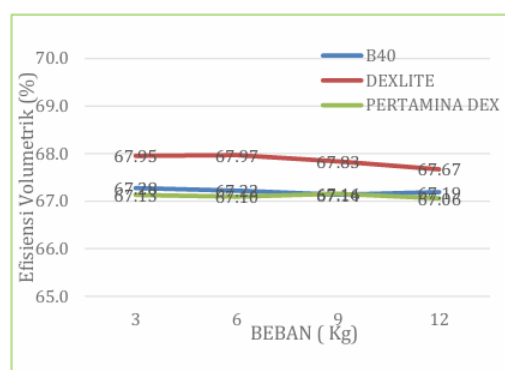
Berdasarkan Tabel 6 dan Gambar 6, efisiensi volumetrik pada ketiga jenis bahan bakar menunjukkan nilai yang relatif stabil pada seluruh variasi beban, yaitu berada pada kisaran 66,80–67,69%. Bahan bakar Dexlite menghasilkan efisiensi volumetrik aktual tertinggi, yaitu sebesar 67,67% pada beban 3 kg dan 67,40% pada beban 12 kg, sedangkan B40 dan Pertamina Dex memiliki nilai yang relatif lebih rendah namun dengan selisih yang sangat kecil. Secara umum, peningkatan beban tidak memberikan perubahan yang signifikan terhadap efisiensi volumetrik pada seluruh jenis bahan bakar.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kemampuan mesin dalam mengisap udara ke dalam silinder selama langkah hisap relatif tidak dipengaruhi oleh jenis bahan bakar yang digunakan. Efisiensi volumetrik lebih dipengaruhi oleh karakteristik sistem

pemasukan udara (air intake system), geometri saluran masuk, bukaan katup, putaran mesin, temperatur udara masuk, dan tekanan atmosfer dibandingkan karakteristik kimia bahan bakar. Karena seluruh pengujian dilakukan pada mesin yang sama dengan putaran konstan sekitar 1500 rpm dan kondisi lingkungan yang relatif seragam, massa udara yang masuk ke dalam silinder pada setiap siklus pembakaran cenderung tetap sehingga menghasilkan nilai efisiensi volumetrik yang hampir konstan.

Tabel 6. Perbandingan efisiensi volumetrik teoritis dan aktual pada 3 bahan bakar

Beban (kg)	Efisiensi Volumetrik (%)					
	B40		Dexlite		Pertamina Dex	
	Teoritis	Aktual	Teoritis	Aktual	Teoritis	Aktual
3	67.28	67.01	67.95	67.67	67.13	66.87
6	67.22	66.95	67.97	67.69	67.10	66.84
9	67.14	66.87	67.83	67.57	67.16	66.89
12	67.19	66.91	67.67	67.40	67.06	66.80



Gambar 6. Perbandingan efisiensi volumetrik dengan beban

4. Kesimpulan

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa penggunaan bahan bakar B40 pada mesin diesel satu silinder tipe TV 1 menghasilkan performa dan tingkat efisiensi yang sebanding dengan Dexlite dan Pertamina Dex. Pada kondisi beban menengah hingga tinggi, B40 mampu menunjukkan efisiensi termal yang relatif tinggi disertai nilai Specific Fuel Consumption (SFC) yang rendah, yang menandakan pemanfaatan energi bahan bakar yang cukup optimal. Sementara itu, Pertamina Dex menunjukkan keunggulan tipis pada aspek torsi dan kemampuan konversi energi menjadi daya poros berdasarkan hasil analisis neraca kalor.

Meskipun demikian, perbedaan kinerja dan efisiensi yang dihasilkan oleh ketiga bahan bakar tersebut tidak terlalu besar dan masih berada dalam batas yang dapat diterima. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan teknis dalam pemilihan bahan bakar diesel yang efisien, serta mengindikasikan bahwa B40 berpotensi digunakan sebagai alternatif bahan bakar yang lebih ramah

lingkungan tanpa memberikan penurunan performa mesin diesel yang berarti.

Referensi

- [1] G. Wu, J. C. Ge, and N. J. Choi, "A Comprehensive Review of the Application Characteristics of Biodiesel Blends in Diesel Engines," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 22, p. 8015, 2020, doi: 10.3390/app10228015.
- [2] D. L. Loo *et al.*, "Applications Characteristics of Different Biodiesel Blends in Modern Vehicles Engines: A Review," *Sustainability*, vol. 13, no. 17, p. 9677, 2021, doi: 10.3390/su13179677.
- [3] Y. Zhang, Y. Zhong, S. Lu, Z. Zhang, and D. Tan, "A Comprehensive Review of the Properties, Performance, Combustion, and Emissions of the Diesel Engine Fueled with Different Generations of Biodiesel," *Processes*, vol. 10, no. 6, p. 1178, 2022, doi: 10.3390/pr10061178.
- [4] N. G. Mengistu, M. W. Mekonen, Y. G. Ayalew, L. F. Demisie, and T. Nega, "Experimental Investigation on Diesel Engine Performance and Emission Characteristics using Waste Cooking Oil Blended with Diesel as Biodiesel Fuel," *Discov. Energy*, vol. 4, p. 26, 2024, doi: 10.1007/s43937-024-00051-7.
- [5] H. M. Dinganga *et al.*, "Comparative Study of Performances of a Single-Cylinder Diesel Engine fueled with Pure Diesel and Blends of Biodiesels/Pure Diesel," *Energy Power Eng.*, vol. 13, no. 03, pp. 111–125, 2021, doi: 10.4236/epe.2021.13315.
- [6] T. Kristiyadi, D. I. Permana, M. P. N. Sirodz, E. Saefudin, and I. Farkas, "Performance and Emission of Diesel Engine Fuelled by Commercial Bio-Diesel Fuels in Indonesia," *Acta Technol. Agric.*, vol. 5, pp. 221–228, 2022, doi: 10.2478/ata-2022-0032.
- [7] D. R. Hartana, Harianto, and W. Anwar, "The Effect of Biosolar and Pertamina Dex on Power Performance, Torque and Diesel Fuel Consumption," *Energy Manag. Sustain. Environ.*, vol. 8, no. 1, pp. 39–44, 2023, doi: 10.33579/krvtk.v8i1.4030.
- [8] H. Yuan, T. Tsukuda, Y. Yang, G. Shibata, Y. Kobashi, and H. Ogawa, "Effects of Chemical Compositions and Cetane Number of Fischer–Tropsch Fuels on Diesel Engine Performance," *Energies*, vol. 15, no. 11, p. 4047, 2022, doi: 10.3390/en15114047.
- [9] C. Rosdiyanti and H. M. Kaharmen, "Pengaruh Penggunaan Jenis Bahan Bakar Solar B20, Dexlite B20, dan Pertamina Dex terhadap Opatitas, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar pada Innova Diesel Common Rail," *J. Keselam. Transp. Jalan*, vol. 7, no. 1, pp. 76–82, 2020.
- [10] T. Nurcahyadi, N. H. M. Ramadhan, and M. B. A. Samputra, "A Comparative Study of a Single-Cylinder 211cc Diesel Engine Performance Using B100 Biodiesel, Dexlite, and Pertamina Dex Fuels," *JMPM J. Mater. dan Proses Manufaktur*, vol. 9, no. 2, pp. 146–156, 2025, doi: 10.18196/jmpm.v9i2.29548.