



Analisis Pengaruh Bio Additive pada Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Mesin 4 Langkah

Analysis of the effect of bio additives in fuel on the performance of a 4 stroke engine

Muhammad Idris^{1*}, Rahmatullah², Darianto¹, Poppy Aprilya Sitorus¹

¹Universitas Medan Area, Indonesia

²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia

Diterima: 23-10-2021

Disetujui: 16-07-2022

Dipublikasikan: 30-12-2022

*Corresponding author: muhammad_idris@staff.uma.ac.id

Abstrak

Bioaditif merupakan unsur yang berasal dari tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai aditif untuk meningkatkan kualitas bahan bakar. Minyak sereh wangi adalah salah satu jenis minyak atsiri yang telah dikaji potensinya sebagai bahan bio additive bahan bakar dikarenakan bersifat mudah menguap dan larut ke dalam bahan bakar. Tujuan penggunaan Bioaditif ini untuk menaikkan performa mesin. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen, beberapa sampel yang diuji terdiri bahan bakar pertalite, bioethanol kemudian pengembangan dilakukan dengan menambahkan unsur Bioaditif Sereh Wangi pada bahan bakar tersebut dengan rasio 2,0 : 1000 ml, 3,0 : 1000 ml, dan 3,5 : 1000 ml. Pengujian sampel tersebut dilakukan untuk mengukur performa mesin menggunakan dinamometer. Hasil dari penelitian ini penggunaan bioaditif serah wangi mampu meningkatkan performa sepeda motor, daya maksimum meningkat sebesar 55% pada rasio 2.0 : 1000 ml, dan torsi optimum dicapai sebesar 39% pada rasio 2.0 : 1000 ml. Selain pengujian tersebut, pengukuran konsumsi bahan bakar juga dilakukan dengan menghasilkan penghematan sebesar 10%, dengan menggunakan rasio 2.0 : 1000 ml.

Kata Kunci: Bioaditif, Minyak Sereh Wangi, Performa Mesin, Daya, Torsi, Konsumsi Bahan Bakar

Abstract

Bioadditives are elements derived from plants that are used as additives to improve fuel quality. Citronella oil is one type of essential oil that has been studied for its potential as a fuel bio additive because of its volatility and ability to dissolve into fuel. The purpose of using this bioadditive is to increase engine performance. This research was conducted using an experimental method, some of the samples tested consisted of pertalite fuel, bioethanol then the development was carried out by adding the Bioadditive element citronella oil to the fuel with a ratio of 2,0 : 1000 ml, 3,0 : 1000 ml, and 3,5 : 1000 ml. The sample test was aimed to measure engine performance using a dynamometer. The results of this study show that the use of citronella bioadditives can improve motorcycle performance, the maximum power increases by 55% at a ratio of 2,0 : 1000 ml, and the optimum torque is achieved by 39% at a ratio of 2,0 : 1000 ml. In addition to these tests, measurement of fuel consumption is also carried out by producing a savings of 10%, using a ratio of 2,0 : 1000 ml.

Keywords: Bioadditives, Citronella Oil, Engine Performance, Power, Torque, Fuel Consumption

How to Cite: Idris, M. 2022, Analisis Pengaruh Bio Additive pada Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Mesin 4 Langkah, JMEMME (Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy), 6 (2): 227-231.

PENDAHULUAN

Energi sangat dibutuhkan untuk mendukung berbagai aktivitas manusia. Sektor energi memiliki peranan penting termasuk dalam mendukung pembangunan berkelanjutan. Namun, dikarenakan terjadinya peningkatan jumlah penduduk, industrialisasi, perbaikan transportasi, serta eksploitasi bahan bakar fosil secara terus menerus di berbagai sektor menjadi penyebab utama terjadinya kekurangan energi. Khususnya di negara-negara maju krisis energi menjadi salah satu perhatian utama [1]. Hal ini menjadi sorotan khusus bahwa pencarian sumber energi yang renewable merupakan suatu keharusan.

Berdasarkan data Dewan Energi Nasional Republik Indonesia cadangan minyak bumi Indonesia yang berjumlah sekitar 3,77 miliar barrel hanya cukup untuk 11 tahun kedepan. Perhitungan ini dengan asumsi tidak adanya penemuan cadangan baru [2]. Disamping itu, terjadinya peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang dibuktikan dari data Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) menyebut, sepanjang 2019 tercatat 1.100.950 unit sepeda motor terjual naik 19,4% dari 2018 (922.123 unit) [3] sebagai pengonsumsi BBM terbesar di sektor transportasi utamanya bensin membuktikan konsumsi bahan bakar minyak sangat meningkat dan mengakibatkan menipisnya sumber daya petrokimia sehingga mengharuskan adanya pencairan bahan bakar alternatif.

Salah satu tanaman yang dimungkinkan sebagai bahan bio additive gasoline ialah sereh wangi. Kandungan geraniol yang terdapat didalam sereh wangi merupakan senyawa penyedia oksigen sehingga diharapkan mampu meningkatkan pembakaran gasoline dalam mesin [4]–[6]. Minyak sereh wangi adalah salah satu jenis minyak atsiri yang telah dikaji potensinya sebagai bahan bio additive bahan bakar karena memiliki karakteristik mirip seperti bahan bakar, baik berat jenis, titik didih, dan sifat mudah menguap [7] maka penggunaan bio additive ini bertujuan untuk menaikkan performa mesin.

Berdasarkan penelitian sebelumnya seperti yang telah dilakukan oleh Budi, dkk penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan bioaditif serai wangi mampu meningkatkan performa sepeda motor, daya maksimum meningkat sebesar 3,11 % pada rasio 3,0 : 1000 mL, torsi optimum dicapai sebesar 2,03 % pada rasio 2,0 : 1000 mL, pengukuran konsumsi bahan bakar juga dilakukan dan menghasilkan penghematan sebesar 20,93%, jarak tempuh 69,9 Km/l dengan menggunakan rasio 3,5 : 1000 mL. Selain

pengujian tersebut, unsur HC dan CO yang ditimbulkan dari penggunaan bioaditif serai wangi ini masih ramah lingkungan atau dalam rentang nilai ambang batas yang diperbolehkan [7]–[9].

Kemudian Dwi, dkk melakukan pengujian karakteristik bahan bakar yang meliputi densitas, viskositas, nilai kalor serta pengujian performa mesin dengan beberapa variable bahan bio additive. Peneliti memanfaatkan minyak atsiri sebagai bio additive penghemat bahan bakar solar dan dihasilkan formulasi yang menunjukkan adanya penghematan konsumsi bahan bakar pada putaran daya maksimal adalah formulasi eugenol-sitronellal 0.1 % , 0.5 % , dan 1.0%, Eugenol-minyak sereh wangi 0.1 % dan 0.5 % , Sitronellal-daun cengkeh 0.1 % dan 1%. Formulasi terbaik untuk menurunkan laju konsumsi spesifik bahan bakar adalah Eugenol-sereh wangi dengan konsentrasi 0.1 % yang dapat menurunkan laju konsumsi spesifik sebesar 7.55% [10]–[12].

Penelitian Widi, dkk yang berjudul Peningkatan Kadar Geraniol Dalam Minyak Serai Wangi dan Aplikasinya Sebagai Bio Additive Gasoline juga membuktikan terjadinya peningkatan. Pengujian ini meliputi uji performa mesin dan efisiensi konsumsi bahan bakar dengan variasi perbandingan volume gasoline dan bio additive. Hasilnya penambahan minyak sereh wangi dengan perbandingan volume gasoline berkadar tinggi : minyak sereh wangi = 1000:2 mampu meningkatkan daya mesin dari 7,8HP menjadi 8,6HP. Sementara, pada pengujian efisiensi bahan bakar, penambahan minyak sereh wangi dengan perbandingan volume gasoline : minyak sereh wangi = 1000:2 dapat meningkatkan efisiensi mesin sebesar 10,8% [4].

Peneliti Dhande, dkk melakukan pengujian pada campuran gasoline dan bioethanol dengan rasio PE10, PE15, PE20, and PE25 terhadap performa, pembakaran, serta emisi buang sebuah mesin. Penelitian ini menghasilkan terjadinya peningkatan dan PE15 merupakan campuran yang menghasilkan hasil terbaik di antara semua campuran bahan bakar dengan maksimal efisiensi termal 28,33% saat mesin beroperasi pada 1500 rpm. Campuran PE 25 menunjukkan BSFC tertinggi pada kecepatan rendah. Sedangkan PE10 merupakan campuran dengan hasil kecepatan yang paling tinggi [1].

Motor empat langkah membutuhkan dua kali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu siklus di dalam silinder. Dengan kata lain, setiap silinder membutuhkan empat langkah torak pada dua putaran poros engkol untuk melengkapi siklusnya [13].

Cairan campuran yang berasal dari minyak bumi dan tersusun dari sebagian besar hidrokarbon serta digunakan mesin pembakaran dalam sebagai bahan bakar disebut sebagai bensin atau petroleum. Kualitas bensin dinyatakan dengan angka oktan atau octane number yang merupakan prosentase volume isooctane di dalam campuran antara isooctane dengan normal heptana yang menghasilkan intensitas knocking atau daya ketokan dalam proses pembakaran ledakan dari bahan bakar yang sama dengan bensin yang bersangkutan. Isooctane sangat tahan terhadap ketokan atau dentuman yang kita beri angka oktan 100, heptane yang sangat sedikit tahan terhadap ketokan di beri bilangan 0 [14].

Bioethanol dibedakan menjadi 2 jenis yaitu Fuel-grade dan Food-grade. Fuel-grade adalah jenis etanol yang digunakan untuk bahan bakar. Sedangkan food-grade digunakan untuk penambahan dibahan makanan. Jenis bioetanol yang digunakan adalah Bioetanol 99,5%. Etanol memerlukan campuran yang lebih kaya dari pada bensin, tetapi karena bilangan oktannya yang lebih tinggi maka pembakaran etanol lebih efisien. Dari penelitian B2TP BPPT konsumsi bahan bakar dengan menggunakan gasohol 20% angkanya mencapai 23.25 gr/jam, sedangkan pada premium mencapai 23 gr/jam dan premium 20.57 gr/jam [15].

Ekstrak dari berbagai bahan tanaman dan tidak berasal dari bunga, tetapi dari pohon, tumbuh-tumbuhan, dan berbagai bahan tanaman lainnya disebut sebagai minyak atsiri. Tanaman yang termasuk dalam famili pinaceae, labitae, compositae, myrtaceae, dan umbelliferaceae biasanya menghasilkan minyak atsiri yaitu minyak yang terdapat pada setiap bagian tanaman seperti dari bunga, buah, batang, dan akar [16]. Beberapa bahan alami lain dapat dikembangkan untuk mendapatkan ekstrak minyak sebagai bahan baku bioethanol, seperti tanaman jute, pisang, dll [5], [6], [8], [9], [11], [17].

Parameter kinerja motor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1), dimana (T) merupakan Torsi, (F) merupakan gaya yang diberikan terhadap rotor yang dikalikan dengan jarak (r).

$$T = F \times r \quad (1)$$

Daya yang dihasilkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2), dimana N merupakan kecepatan putaran Crankshaft (RPM).

$$P = \frac{2\pi nT}{60 \times 1000} \quad (2)$$

dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3).

$$sfc = \frac{\dot{m}_f}{P} \quad (3)$$

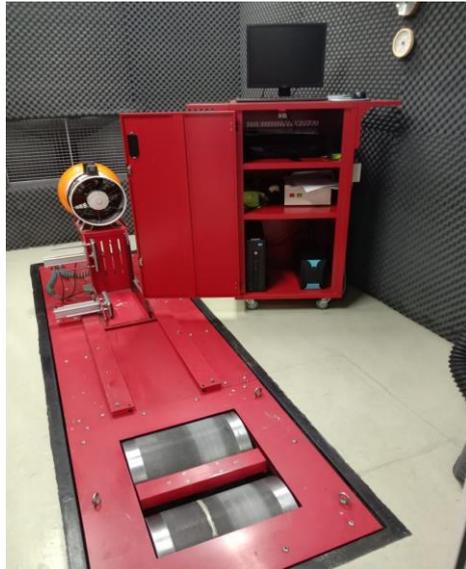
Berdasarkan beberapa penelitian tersebut terbukti bahwa penggunaan minyak serai mampu meningkatkan kualitas bahan bakar dan memperbaiki performa mesin. Tujuan penelitian ini ialah menganalisis pengaruh variasi pencampuran pertalite dan bioethanol terhadap performa mesin 4 langkah, menganalisis pengaruh variasi pencampuran antara pertalite dan bioethanol dengan penambahan bio additive terhadap performa mesin 4 langkah, dan menentukan komposisi yang tepat pada campuran pertalite dan bioethanol dengan penambahan bio additive 2 mL, 3 mL, 3.5 mL untuk menghasilkan performa mesin 4 langkah yang optimal.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan pada pengujian ini adalah melalui eksperimen. Variabel yang ada dalam penelitian ini terdiri dari pertalite, bioethanol serta bio additive minyak serai wangi dengan perbandingan PE20:2 mL, PE20:3 mL dan PE20:3.5 mL. Kemudian yang menjadi bahan analisa dalam penelitian ini sebagai dampak dari variable tersebut adalah performa mesin dan konsumsi bahan bakar.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji performa Dinamometer yang digunakan untuk mengukur torsi (gambar 1) dan Tachometer yang merupakan alat pengujian yang dirancang untuk mengukur kecepatan rotasi dari sebuah objek (gambar 2). Alat-alat ini bekerja seperti alat pengukur dalam sebuah mobil yang mengukur putaran per menit (RPM) dari poros engkol mesin [18].

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah pertalite yang memiliki kadar Research Oktan Number (RON) 90. Dan pada penelitian ini penggunaan pertalite sebesar 80% atau senilai 800 mL (Gambar 3a). Bioethanol adalah hasil fermentasi dari beraneka ragam sumber daya hayati. Dalam penelitian ini bioethanol yang menjadi campuran bahan bakar akan digunakan sebesar 20% atau senilai 200 mL (Gambar 3b). Suatu bahan yang ditambahkan ke dalam bahan bakar minyak dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja pembakaran minyak sehingga tenaga yang dihasilkan lebih besar sering disebut sebagai aditif bahan bakar. Pada penelitian ini aditif yang akan dipakai berasal dari tumbuhan serai wangi maka disebut sebagai bio additive (Gambar 3c).



Gambar 1. Dinamometer



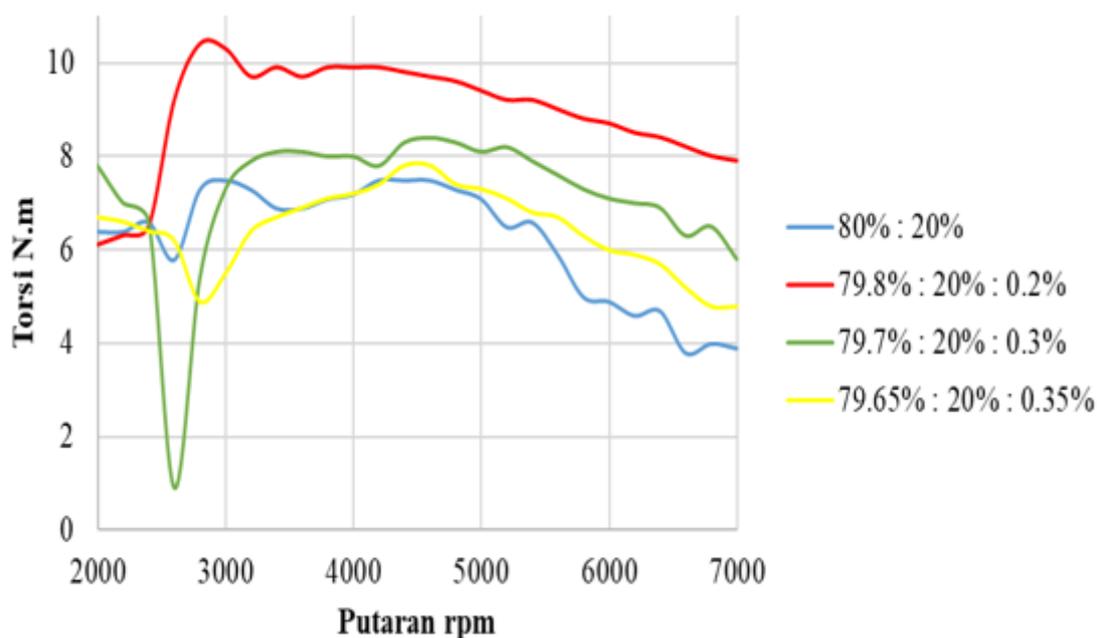
Gambar 2. Tachometer



Gambar 3. Bahan-bahan penelitian: (a) Bahan Bakar Pertalite, (b) Bioethanol, dan (c) bio additive

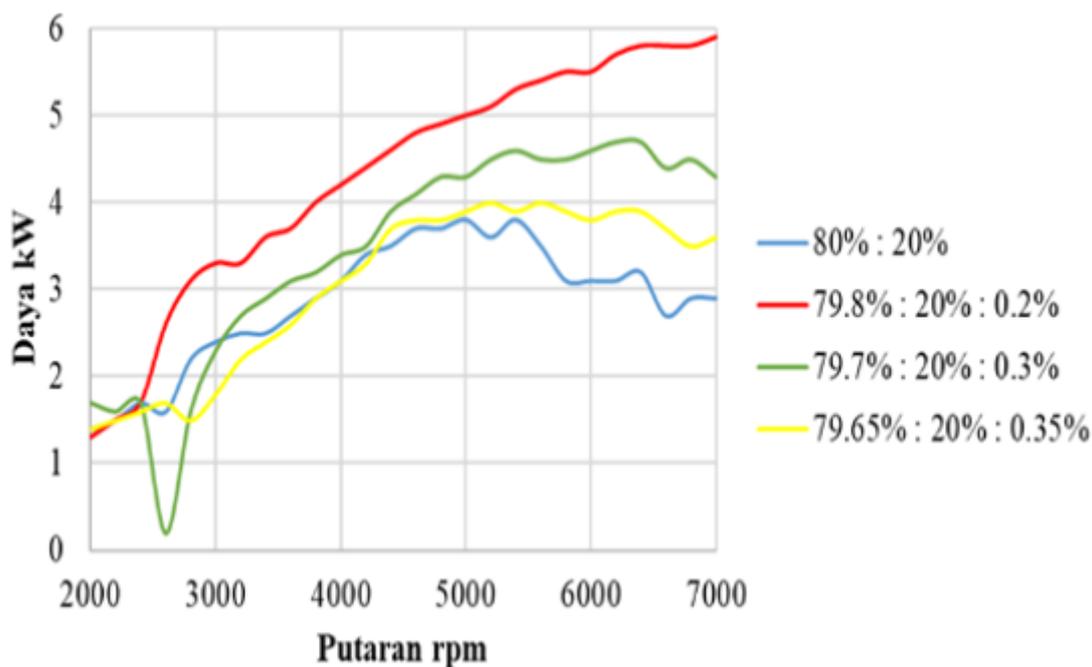
HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan bakar yang diuji terdiri dari campuran bahan bakar pertalite dan bioethanol, serta campuran bioaditif serai wangi dengan variasi 2 : 1000 mL, 3: 1000 mL, 3.5: 1000 mL. Campuran bahan bakar tersebut kemudian dilakukan pengukuran performa torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik. Grafik hasil pengukurannya diperlihatkan pada Gambar 4.



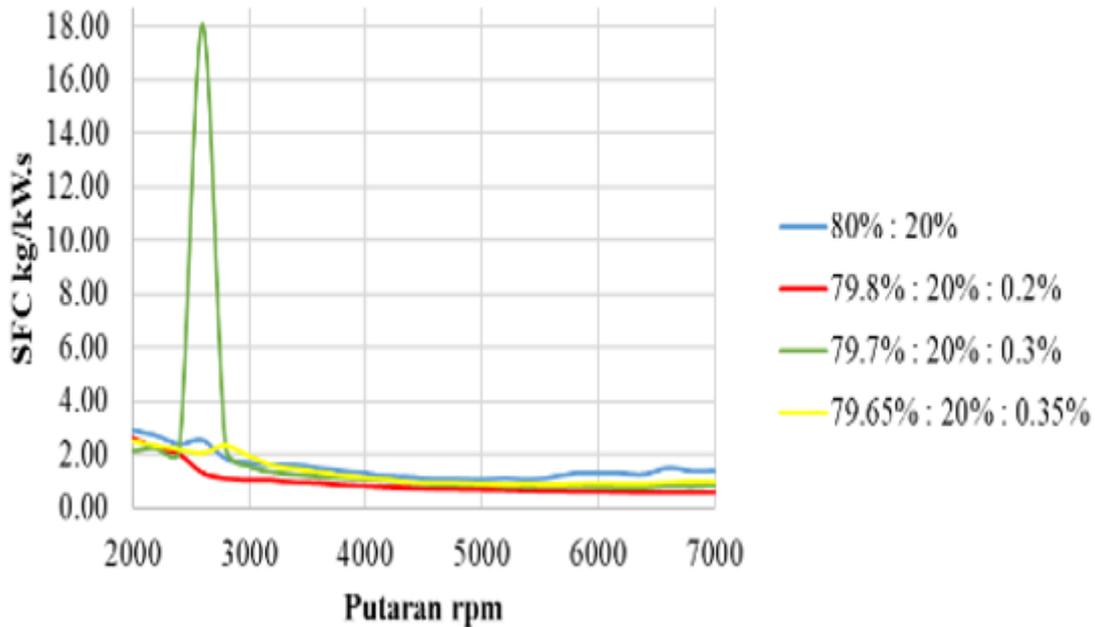
Gambar 4. Grafik Performa Torsi

Grafik pada gambar 4 diatas menjelaskan performa torsi maksimum yang dihasilkan dengan menggunakan bahan bakar (80% dan 20%) bernilai sebesar 7.5 N.m pada putaran 3000 rpm. Kemudian dengan bahan bakar (79.8%, 20%, dan 0.2%) menghasilkan torsi maksimum sebesar 10.4 N.m pada putaran 2800 rpm. Pada bahan bakar (79.7%, 20%, dan 0.3%) menghasilkan performa torsi maksimum sebesar 8.4 N.m pada putaran 4600 rpm. Terakhir performa torsi maksimum yang dihasilkan dengan bahan bakar (79.65%, 20%, dan 0.35%) pada putaran 4400 rpm bernilai sebesar 7.8 N.m. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut peningkatan yang optimal dihasilkan pada campuran bahan bakar (79.8%, 20%, dan 0.2%) dengan peningkatan sebesar 39%. Namun secara menyeluruh penambahan bioaditif minyak sereh pada bahan bakar mampu meningkatkan torsi maksimum pada sepeda motor dengan baik.



Gambar 5. Grafik Performa Daya

Hasil uji dinamometer yang dilakukan pada campuran bahan bakar terhadap daya diperlihatkan pada gambar 5. Berdasarkan grafik dapat diketahui bahwa daya yang diperoleh menggunakan bahan bakar dengan penambahan bioaditif mengalami peningkatan. Hal ini dibuktikan pada campuran bahan bakar (80% dan 20%) daya maksimum yang dihasilkan ialah sebesar 3.8 kW pada putaran 5000 rpm. Sedangkan pada pengujian bahan bakar dengan penambahan bioaditif secara keseluruhan hasilnya mengalami peningkatan performa. Seperti pada pengujian bahan bakar (79.8%, 20%, dan 0.2%) diperoleh daya maksimum sebesar 5.9 kW pada putaran 7000 rpm. Kemudian pada pengujian bahan bakar (79.7%, 20%, dan 0.3%) daya maksimum yang dihasilkan sebesar 4.7 kW diputaran 6200 rpm. Dan terakhir pada pengujian bahan bakar (79.65%, 20%, dan 0.35%) menghasilkan daya maksimum sebesar 4 kW pada putaran 5200 rpm. Hasil-hasil tersebut dapat membuktikan bahwa penambahan bioaditif minyak sereh pada bahan bakar mampu meningkatkan daya maksimum sepeda motor secara optimal.



Gambar 6. Data Konsumsi Bahan Bakar

Hubungan nilai konsumsi bahan bakar spesifik sfc (kg/kW.s) motor bakar terhadap putaran mesin (rpm) diperlihatkan pada gambar 6. Bahan bakar (80% dan 20%) menghasilkan nilai konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0.002907519 kg/kW.s pada putaran 2000 rpm dan mengalami penurunan hingga pada nilai konsumsi bahan bakar spesifik terendah menjadi 0.001071191 kg/kW.s pada putaran 5000 rpm. Kemudian pada campuran bahan bakar (79.8%, 20%, dan 0.2%) nilai konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran 2000 rpm bernilai 0.002625618 kg/kW.s pada pengujian bahan bakar ini nilai terendah konsumsi bahan bakar spesifik terjadi pada putaran 7000 rpm yaitu sebesar 0.000578526 kg/kW.s. Pada bahan bakar (79.7%, 20%, dan 0.3%) putaran 2000 rpm menghasilkan nilai konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0.00212422 kg/kW.s, nilai terendah dari pengujian ini terjadi pada putaran 6200 rpm menghasilkan 0.000768335 kg/kW.s. Dan pada pengujian bahan bakar (79.65%, 20%, dan 0.35%) putaran 2000 rpm menghasilkan nilai konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0.002486052 kg/kW.s pada putaran 5200 rpm merupakan nilai konsumsi bahan bakar spesifik terendah yaitu bernilai 0.000870118 kg/kW.s.

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa penambahan Bioaditif Minyak Sereh mampu meningkatkan Performa Torsi maksimum mesin sebesar 39%, Performa Daya sepeda motor sebesar 55% dan Konsumsi Bahan Bakar dari penggunaan Bioaditif Minyak Sereh ini mampu menghasilkan nilai konsumsi bahan bakar spesifik yang rendah yaitu sebesar -10%. Hasil pengujian tersebut merupakan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Adapun saran yang dapat diberikan peneliti yang menjadi penting untuk dikembangkan lebih lanjut adalah perlu adanya pengujian terhadap kandungan bioaditif minyak sereh sehingga mengetahui reaksi yang dihasilkan ketika dicampurkan pada beberapa bahan bakar, melakukan pengujian terhadap nilai Geraniol yang dihasilkan oleh bioaditif minyak sereh setelah mengalami pencampuran dengan beberapa bahan bakar, melakukan pengujian terhadap emisi gas buang (CO₂) yang dihasilkan dengan variasi pencampuran bahan bakar tersebut, serta diharapkan menggunakan kendaraan dengan kondisi optimum.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan tinggi kepada Universitas Medan Area yang telah mendukung penelitian ini sehingga penulis dapat mempublikasikannya dengan baik. Penelitian ini didanai oleh proyek Kampus Merdeka, Universitas Medan Area pada tahun 2021.

REFERENSI

- [1] D. Y. Dhande, N. Sinaga, and K. B. Dahe, "Heliyon Study on combustion , performance and exhaust emissions of bioethanol-gasoline blended spark ignition engine," *Heliyon*, vol. 7, no. October 2020, p. e06380, 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e06380.
- [2] B. Sitorus, R. D. R. Hidayat, and O. Prasetya, "Pengelolaan Penggunaan Bahan Bakar Minyak yang Efektif pada Transportasi Darat," *J. Manaj. Transp. dan Logistik*, vol. 01, no. 02, pp. 117-126, 2014.
- [3] A. Octa, "Literature Review : Meningkatkan Kepuasan Pelanggan Di Bengkel Resmi Menggunakan Sistem Manajemen Pelanggan Elektronik," *Inform. J. Ilmu Komput.*, vol. 4221, 2019.
- [4] M. Idris, "Bio Additive Gasoline," *J. Bahan Alam Terbarukan*, vol. 4, no. 1, pp. 24-28, 2015, doi: 10.15294/jbat.v3i1.3098.
- [5] M. Y. Yuhazri, A. J. Zulfikar, and A. Ginting, "Fiber Reinforced Polymer Composite as a Strengthening of Concrete Structures: A Review," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1003, no. 1, pp. 1-12, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/1003/1/012135.
- [6] A. J. Zulfikar, "The Flexural Strength of Artificial Laminate Composite Boards made from Banana Stems," *Budapest Int. Res. Exact Sci. J.*, vol. 2, no. 3, pp. 334-340, 2020.
- [7] B. U. Wisesa and D. Dahlan, "BENSIN TERHADAP PERFORMA MESIN DAN EMISI GAS BUANG," vol. 10, no. 2, pp. 29-35, 2017.

- [8] D. Alamsyah, A. J. Zulfikar, and M. Y. R. Siahaan, "Optimasi Kekuatan Tekan Beton Kolom Silinder Diperkuat Selubung Komposit Laminat Jute Dengan Metode Anova," *JCEBT (Journal Civ. Eng. Build. Transp.*, vol. 6, no. 1, pp. 30–36, 2022.
- [9] D. A. Siregar and A. J. Zulfikar, "Analisis Kekuatan Tekan Selubung Komposit Laminat E-glass pada Beton Kolom Silinder dengan Metode Vacuum Bagging," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 5, no. 1, pp. 20–25, 2022.
- [10] D. Setyaningsih, M. N. Faiziin, and N. Muna, "Pemanfaatan Minyak Atsiri sebagai Bioaditif Penghemat Bahan Bakar Biosolar," *Indones. J. Essent. OILx, No.x*, vol. 3, no. 1, pp. 45–54, 2018.
- [11] A. T. Muzakir, A. J. Zulfikar, and M. Y. R. Siahaan, "Analisis Kekuatan Tekan Beton Kolom Silinder Diperkuat Komposit Hibrid Laminat Jute E-Glass Epoksi," *JCEBT (Journal Civ. Eng. Build. Transp.*, vol. 6, no. 1, pp. 12–19, 2022.
- [12] A. J. Zulfikar, M. Y. R. Siahaan, A. Irwan, F. A. K. Nasution, and D. A. A. Ritonga, "Analisis Kekuatan Mekanik Pipa Air dari Bahan Komposit Serbuk Kulit Kerang," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 5, no. 2, pp. 83–93, 2022.
- [13] P. Kristanto, *Motor Bakar Torak-Teori & Aplikasinya*, 1st ed. Yogyakarta: Andi Offset, 2015.
- [14] S. Mulyono, G. Gunawan, and B. Maryanti, "Pengaruh Penggunaan dan Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar Premium dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin," *J. Teknol. Terpadu*, vol. 2, no. 1, pp. 28–35, 2014.
- [15] S. U. Handayani, "Pemanfaatan Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin. Semarang," in *Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*, .
- [16] G. B. K. Suryawanshil, M.A, V.B.Manez, "No Title," in *Methodology To Extract Essential Oils From Ongrass Leaves: Solvent Extraction Approach. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET).*, 2016.
- [17] N. Hidayat, A. J. Zulfikar, and M. Y. R. Siahaan, "Analisis Kekuatan Tekan Struktur Beton Kolom Silinder Diperkuat Komposit Laminat Hibrid Jute E-glass Epoksi Eksperimental dan ANOVA," *JCEBT (Journal Civ. Eng. Build. Transp.*, vol. 6, no. 1, pp. 37–44, 2022.
- [18] I. T. Harsoyo, A. K. Nugroho, and N. Nuriman, "Rancang Bangun Tachometer Digital Berbasis Arduino Dilengkapi Charging Dan Mode Penyimpan Data," *Elektrika*, vol. 11, no. 2, p. 6, 2019, doi: 10.26623/elektrika.viii2.1692.