

Pengaruh Penggunaan Variasi Bahan Bakar dan Beban Kelistrikan Terhadap Kinerja Engine Diesel

The Effect of Using Fuel and Electrical Load Variations on Diesel Engine Performance

Safri Gunawan¹, Mulia^{2*}, Rahma Doni¹, Yanuardi Gulo¹, Muhammad Reza Pratama¹,
Yodi Sitohang¹, Sofiya Vari Zan'nah¹, Dery Affandi¹

¹Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara 20371, Indonesia

²Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Tjut Nyak Dhien, Sumatera Utara 20123, Indonesia

*Corresponding author: mulia@utnd.ac.id

Diterima: 22-03-2025

Disetujui: 20-04-2025

Dipublikasikan: 30-04-2025

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Krisis energi global mendorong upaya pencarian alternatif bahan bakar yang efisien dan ramah lingkungan. Salah satu fokusnya adalah pengujian kinerja mesin diesel terhadap variasi bahan bakar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jenis bahan bakar diesel seperti Bio Solar, Dexlite, dan Pertamina Dex dengan *cetane number* 48, 51, dan 53 secara berurut terhadap kinerja engine diesel berdasarkan parameter daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik pada berbagai tingkat beban listrik. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan pengujian beban kelistrikan bertingkat dari 300–1500 Watt. Data diambil dari kondisi stasioner 1500 rpm dan menggunakan alat ukur seperti voltmeter, amperemeter, tachometer, dan buret bahan bakar. Hasil menunjukkan bahwa Pertamina Dex menghasilkan daya tertinggi pada beban puncak karena angka setananya yang tinggi, sementara Bio Solar memberikan torsi tertinggi karena penundaan pembakaran yang lebih panjang. Konsumsi bahan bakar spesifik tertinggi terjadi pada Pertamina Dex di beban rendah, sedangkan Bio Solar lebih efisien dalam kondisi beban rendah.

Kata Kunci: kinerja engine, *cetane number*, bio solar, dexlite, pertamina dex.

Abstract

The global energy crisis has driven efforts to find alternative fuels that are efficient and environmentally friendly. One focus is testing the performance of diesel engines against variations in fuel. This study aims to analyse the effect of diesel fuel types, including Bio Solar, Dexlite, and Pertamina Dex, with *cetane numbers* of 48, 51, and 53, respectively, on diesel engine performance in terms of power, torque and specific fuel consumption parameters at various levels of electrical load. The method used is an experiment involving a graded electrical load test ranging from 300 to 1500 Watts. Data were collected under stationary conditions at 1500 rpm using instruments such as voltmeters, ammeters, tachometers, and fuel burettes. The results show that Pertamina Dex produces the highest power at peak load due to its high *cetane number*, while Bio Solar provides the highest torque due to a longer combustion delay. The highest specific fuel consumption occurs in Pertamina Dex at low loads, while Bio Solar is more efficient at low load conditions.

Keywords: engine performance, *cetane number*, bio solar, dexlite, pertamina dex.

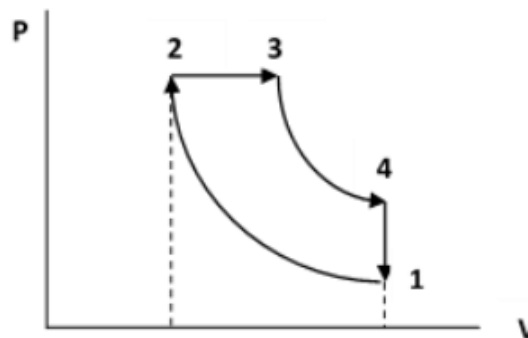
1. Pendahuluan

Isu krisis energi hal yang penting untuk diteliti karena merupakan masalah yang dialami oleh banyak masyarakat di berbagai negara. Sehingga hal ini merupakan isu yang banyak diteliti

oleh peneliti di seluruh negara (Tulus B Sitorus et al. 2022). Permasalahan bahan bakar fosil dan ketersediaannya merupakan hal yang perlu diperhatikan karena semakin meningkatnya laju perkembangan produksi namun semakin menipisnya ketersediaan fosil yang tersedia (Dewantara, Aritonang, and Suroto 2020). Solusi yang disajikan pada beragam hasil penelitian yang ada adalah bagaimana caranya mencari sumber energi baru untuk pengurangan konsumsi bahan bakar fosil. (Tulus Burhanuddin Sitorus, Ariani, and Lubis 2018) telah melakukan penelitian biodiesel dari bahan bakar alternatif seperti minyak kelapa sawit, minyak biji jarak, mentega, minyak goreng bekas (jelanta), dan minyak biji jarak.

Kinerja motor bensin maupun motor diesel sangat dipengaruhi oleh syarat terjadinya pembakaran. Pada motor bensin telah banyak diteliti pengaruh penggunaan jenis bahan bakar dan variasi busi yang digunakan. (Hasan and Maksum 2022) meneliti pengaruh penambahan ethanol yang terbuat dari tongkol jagung dengan variasi konsentrasi ethanol dan mendapati bahwa dengan E70 diperoleh torsi maksimal. Penelitian lainnya terkait penggunaan bahan bakar dari plastik dengan proses pirolisis juga telah diteliti dan menghasilkan daya yang maksimal pada campuran 15% konsentrasi bahan bakar plastik pirolisis dengan pertalite (Giovani and Lapis 2020). (Almanda 2021) meneliti mengenai pengaruh variasi penggunaan busi dan bahan bakar tidak terlalu signifikan mempengaruhi kinerja engine.

Konsep pembakaran motor diesel berbeda dengan motor bensin, motor diesel menyala bahan bakar melalui kompresi udara tekanan tinggi. Temperatur dan tekanan yang dihasilkan oleh kompresi ruang bakar motor diesel mengakibatkan penyalaan bahan bakar. Gambar 1 menunjukkan siklus diesel, yang dikenal sebagai siklus tekanan tetap (diagram P-V) (Dharma, Nugroho, and Fatkuahman 2018).



Gambar 1. Diagram siklus tekanan tetap (P-V)

Urutan siklus yang terjadi pada Gambar 1. Secara detail sebagai berikut; a) 1-2 merupakan langkah kompresi isentropis adiabatik, b) 2-3 merupakan proses pembakaran isobarik, c) 3-4 merupakan langkah ekspansi isentropis adiabatik, dan d) 4-1 merupakan langkah pelepasan kalor isokhorik.

Diagram P-V pada Gambar 1. merupakan siklus ideal. Hal ini tentunya berbeda dengan siklus aktual yang akan diteliti. Kinerja engine diesel yang akan diteliti meliputi torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik sebagai berikut:

a. Torsi

Pada penelitian ini akan dilakukan pengambilan data untuk mendapatkan nilai torsi dari hasil proses pembakaran. Torsi adalah energi yang diperlukan untuk menggerakkan suatu poros untuk melakukan kerja yang diperoleh dari proses pembakaran. Torsi merupakan suatu besaran turunan yang dapat digunakan untuk menggerakkan poros. Poros mesin yang berputar memiliki gaya sentrifugal sebesar F , dengan jari-jari sebesar b . Sehingga persamaan untuk mencari torsi adalah seperti pada persamaan (1) di bawah (Mafruddin, Segara, and Dharma 2019).

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

Dimana:

T = Torsi hasil proses pembakaran (N.m)

F = Gaya dari benda yang berputar (N)

b = jarak benda ke pusat rotasi (m)

b. Daya

Daya engine adalah kemampuan menggerakkan suatu poros yang diperoleh dari proses pembakaran di dalam ruang bakar. Secara matematis daya engine dapat dilihat pada persamaan (2) sebagai berikut.

$$Ne = \omega \times T \quad (2)$$

$$Ne = 2\pi nT/60 \quad (3)$$

Dimana:

Ne = Daya engine (Nm/s)

ω = Kecepatan sudut putar poros (rad/s)

n = Putaran poros engkol (rpm)

c. Konsumsi bahan bakar spesifik (KBBS)

Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/watt.jam) adalah jumlah bahan bakar yang terpakai persatuan waktu yang digunakan untuk menghasilkan daya pembakaran dalam ruang bakar. Untuk mengetahui nilai dari KBBS dapat digunakan persamaan (4) sebagai berikut (Martin, Anwar, and Zein 2020).

$$KBBS = Gf/Ne \quad (4)$$

Dimana:

Gf = Laju bahan bakar yang digunakan (kJ/kg)

Dari uraian mengenai kinerja engine di atas, peneliti melakukan penelitian dengan tujuan menentukan kinerja engine diesel dengan menggunakan variasi bahan bakar dan beban kelistrikan yang dihasilkan dari beban kelistrikan yang sudah terinstall sebagai dinamometer.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental dengan menggunakan variasi bahan bakar dan beban kelistrikan. Adapun variasi bahan bakar dan beban listrik yang digunakan pada penelitian ini seperti terlihat pada Tabel 1.

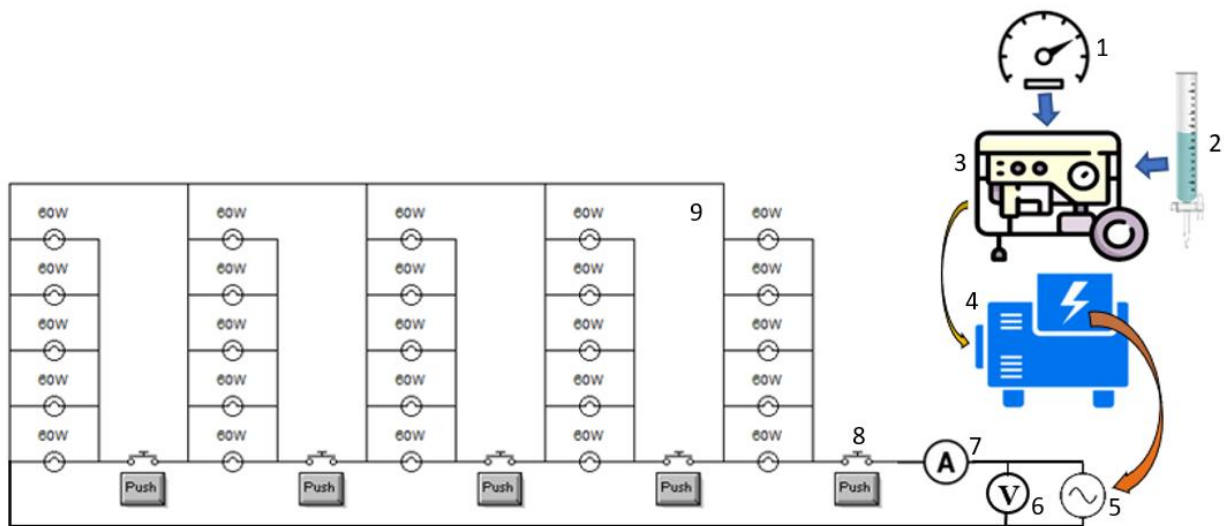
Tabel 1. Skematik pengujian kinerja motor Diesel

Beban Listrik (Watt)		
Bio Solar	Dexlite	Pertadex
300	300	300
600	600	600
900	900	900
1200	1200	1200
1500	1500	1500

Bahan bakar yang digunakan adalah bio solar, dexlite, dan pertadex. Beban kelistrikan yang digunakan bervariasi dari 300 Watt, 600 Watt, 900 Watt, 1200 Watt, dan 1500 Watt. Pengujian dilakukan dengan cara bertahap selama 5 menit untuk masing-masing beban, dimana

setiap menit akan dicatat tegangan listrik, rpm engine, arus listrik, dan konsumsi bahan bakar yang terpakai. Bahan bakar yang digunakan adalah bio solar, Dexlite, dan Pertamina Dex dengan *cetane number* (CN) 48, 51, dan 53, secara berurut.

Pengujian yang dilakukan menggunakan beberapa alat ukur seperti voltmeter, tachometer, Amperemeter, dan burret bahan bakar yang digunakan untuk mengukur tegangan listrik, rpm engine, arus listrik, konsumsi bahan bakar, secara berurut. Set-up yang dilakukan seperti terlihat pada Gambar 2. dimana terdapat 5 *miniature circuit breaker* (MCB) yang digunakan sebagai sakelar untuk beban kelistrikan secara bertahap, dan 1 buah sekering (*fuse*) untuk mencegah terjadi konsleting listrik.



Gambar 2. Eksperimental Set-Up

Tabel 2. merupakan deskripsi dari nama-nama komponen yang terdapat pada eksperimental set-up.

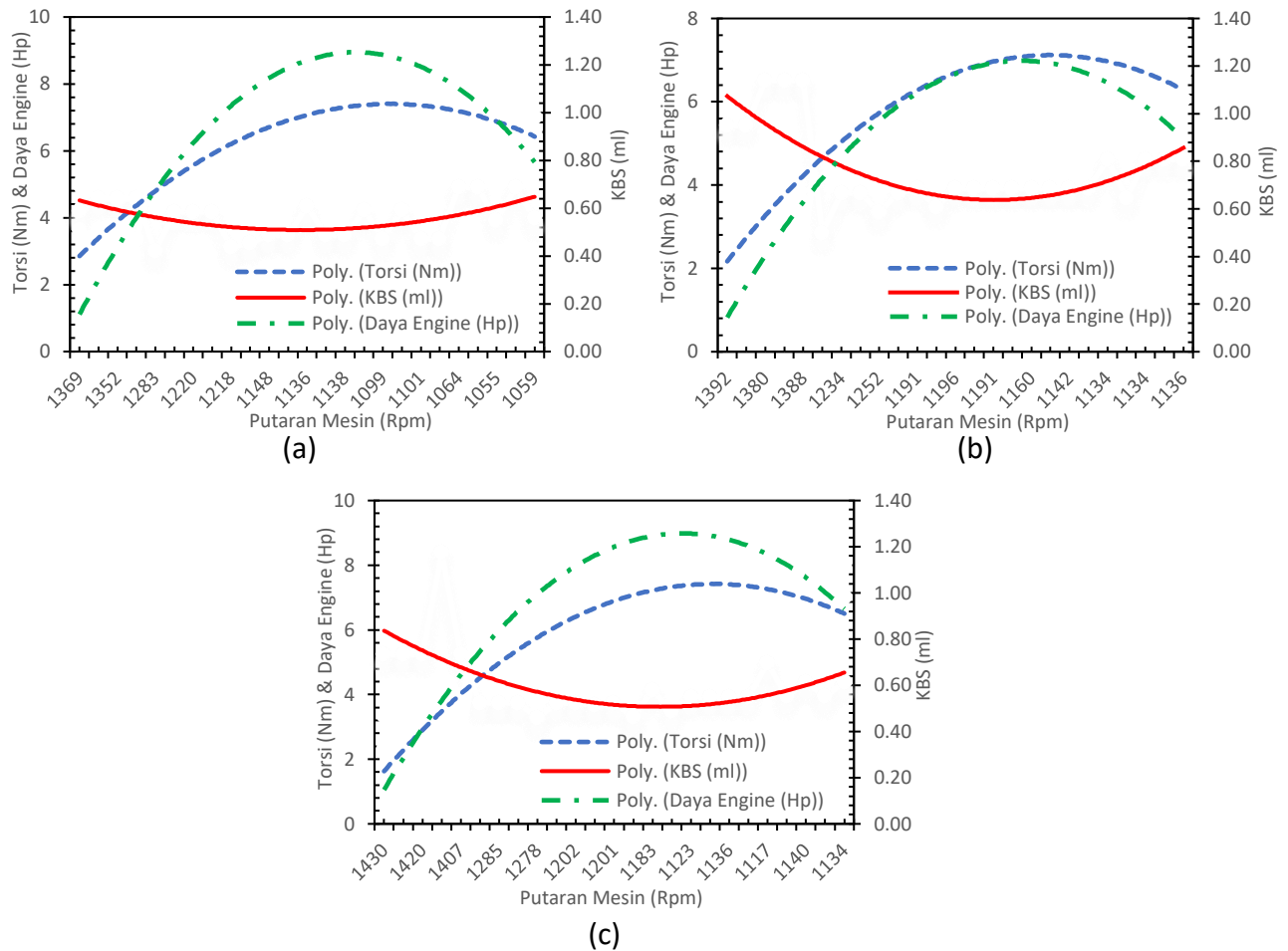
Tabel 2. Keterangan nama-nama komponen pada eksperimental set-up

No.	Deskripsi	Jumlah
1	Tachometer	1
2	Burret	1
3	Engine Diesel	1
4	Generator	1
5	Sekering	1
6	Voltemeter	1
7	Amperemeter	1
8	MCB (Saklar)	1
9	Bola Lampu	25

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

Parameter kinerja engine pada penelitian ini adalah daya, torsi, dan konsumsi bahan spesifik. Pengumpulan data dilakukan dengan putaran stasioner engine pada 1500 rpm dengan pembebanan awal kelistrikan 300 Watt dan dilanjutkan dengan pembebanan 600 Watt, 900 Watt, 1200 Watt, dan 1500 Watt secara bertahap. Data hasil penelitian terlihat seperti pada Gambar 3.



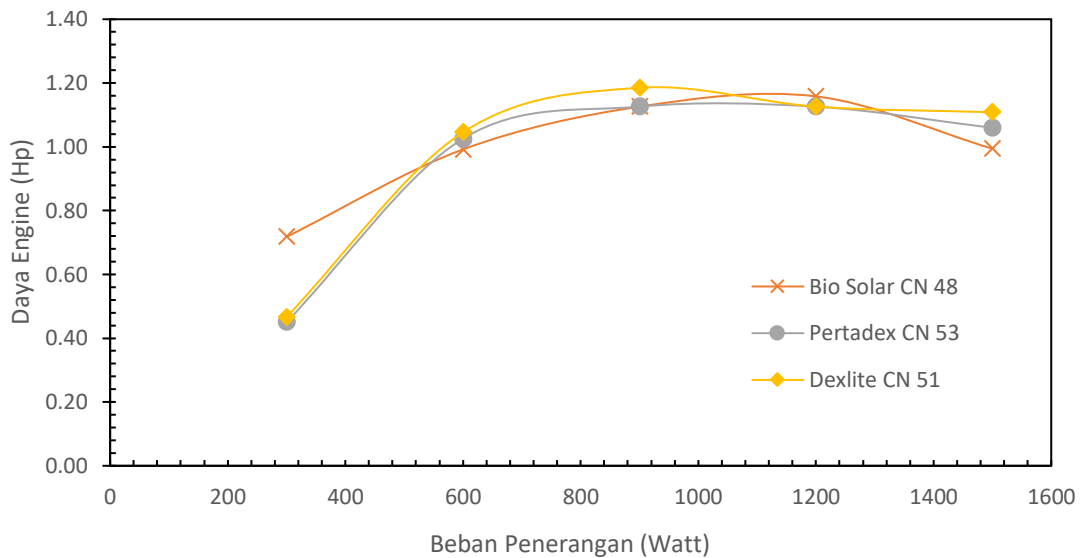
Gambar 3. Grafik kinerja engine diesel (a) bahan bakar bio solar; (b) bahan bakar pertadex; (c) bahan bakar dextlite

3.2. Pembahasan

Gambar 4. menunjukkan ketiga kurva bahan bakar (Biosolar CN48, Dextlite CN51, Pertamina Dex CN53) dengan tren naik yang selatif sama, khususnya pada rentang beban rendah hingga menengah. Pada rentang tersebut, setiap kenaikan beban penerangan diikuti dengan kenaikan daya yang relatif proporsional, hal ini seperti penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan perbandingan nilai oktan yang berbeda (Fajri 2021).

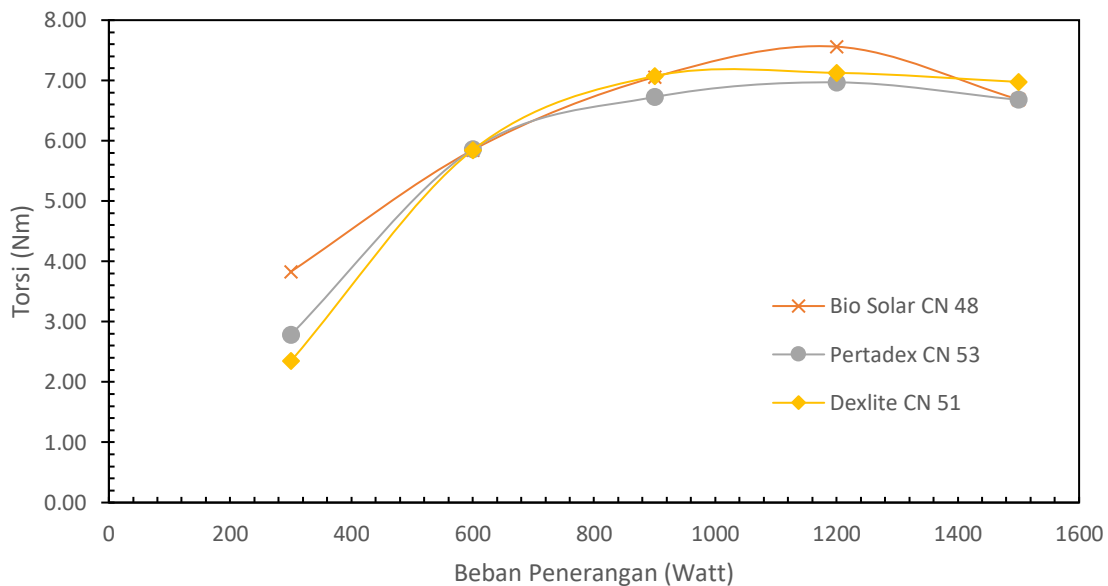
Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada beban puncak, Pertamina Dex (CN 53) menghasilkan daya engine tertinggi, diikuti oleh Dextlite (CN 51) dan Biosolar (CN 48) dengan nilai daya terendah. Urutan tersebut konsisten dengan efek *cetane number*: bahan bakar dengan CN lebih tinggi terbakar lebih cepat dan efisien sehingga cenderung memberikan tenaga engine lebih besar (AUTO2000 2020). Sebaliknya, Biosolar dengan angka setana terendah memiliki proses penyalaan yang lebih lambat sehingga daya puncaknya lebih rendah. Dengan demikian, perbedaan angka setana tersebut secara teknis menjelaskan perbedaan posisi puncak daya antar bahan bakar tersebut. Secara teknis, perbedaan kinerja ini dapat dipengaruhi oleh CN terhadap penundaan waktu penyalaan dan efisiensi pembakaran di dalam ruang bakar. Bahan bakar dengan CN lebih tinggi menyala lebih cepat saat tekanan kompresi tinggi, sehingga pembakaran berlangsung lebih merata dan efisien, menghasilkan tekanan silinder yang maksimal dan daya engine yang lebih besar. Dengan kata lain, Biosolar (CN 48) yang lebih sulit terbakar cenderung membuat engine kurang responsif dibandingkan Dextlite dan Pertamina Dex yang lebih mudah

terbakar. Perlu dicatat bahwa engine diesel umumnya mencapai efisiensi optimal pada bahan bakar dengan CN sekitar 50–55.



Gambar 4. Perbandingan daya engine dengan variasi bahan bakar

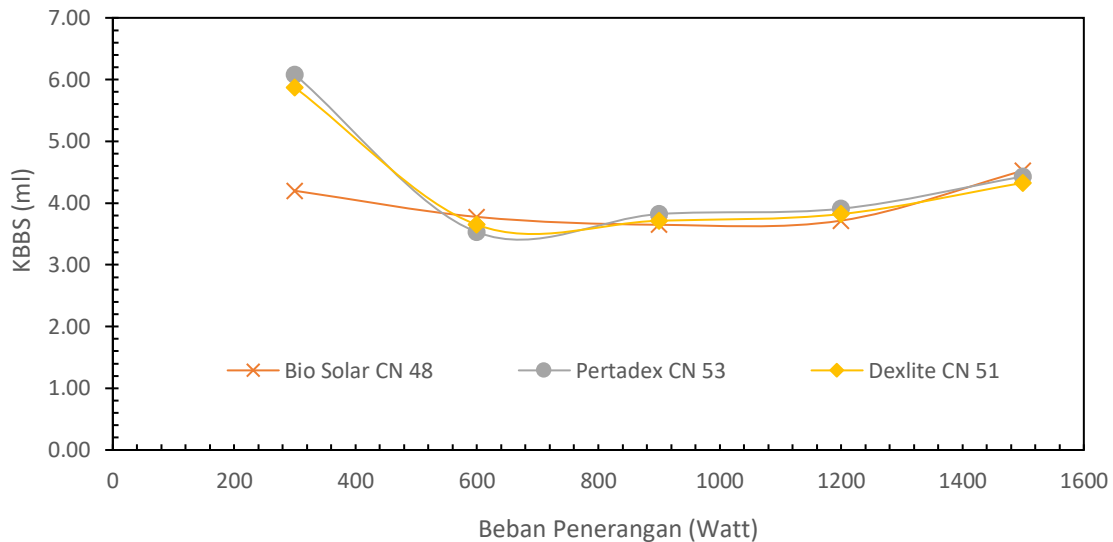
Gambar 5. menunjukkan bahwa torsi engine meningkat seiring bertambahnya beban penerangan hingga mencapai titik maksimum pada beban sekitar 1200 Watt.



Gambar 5. Perbandingan torsi engine dengan variasi bahan bakar

Bio Solar (CN 48) mencatat torsi maksimum tertinggi, sekitar 7,6 Nm, melebihi Dexlite (CN 51) dan Pertadex (CN 53) yang masing-masing mencapai sekitar 7,2 Nm dan 7,0 Nm. Hasil ini cukup menarik karena meskipun Bio Solar memiliki angka setana lebih rendah, justru menghasilkan torsi lebih tinggi (Hermawan, Idris, and Siahaan 2021). Hal ini terjadi karena bahan bakar dengan angka setana rendah cenderung memiliki waktu tunda penyalaan (ignition delay) yang lebih panjang, sehingga lebih banyak bahan bakar yang terakumulasi dan terbakar secara serentak, menghasilkan tekanan pembakaran yang tinggi dan meningkatkan torsi engine. Sebaliknya, Pertadex, dengan angka setana tertinggi, menghasilkan pembakaran yang lebih cepat dan stabil. Pembakaran yang lebih merata tersebut mengurangi tekanan puncak di ruang bakar, sehingga torsi sedikit lebih rendah, namun efisiensi termal biasanya lebih baik.

Gambar 6. menunjukkan hubungan antara beban penerangan dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (KBS) untuk ketiga jenis bahan bakar diesel: Bio Solar, Dexlite, dan Pertadex dengan CN 48, 51, dan 53, secara berurut. Pola umum dari grafik tersebut memperlihatkan bahwa KBS cenderung menurun saat beban meningkat hingga titik tertentu, lalu stabil atau sedikit meningkat pada beban lebih tinggi. Pada beban rendah (300 Watt), Pertadex CN 53 menunjukkan KBS tertinggi ($\pm 6,2$ ml), diikuti oleh Dexlite CN 51, sedangkan Bio Solar CN 48 memiliki KBS paling rendah ($\pm 4,1$ ml).



Gambar 6. Perbandingan KBBS dengan variasi bahan bakar

Kondisi ini menunjukkan bahwa bahan bakar dengan angka setana tinggi (seperti Pertadex) memiliki penyalaan lebih cepat yang menyebabkan pembakaran kurang optimal saat beban rendah, sehingga konsumsi bahan bakarnya lebih tinggi (Wafir et al. 2019). Sebaliknya, Bio Solar yang memiliki angka setana rendah justru lebih efisien pada beban ringan karena pembakaran lebih lambat memungkinkan waktu pembakaran yang lebih lama, meskipun tidak selalu efisien pada kondisi beban tinggi. Pada beban menengah hingga tinggi (800–1400 Watt), perbedaan nilai KBBS antar bahan bakar menjadi lebih kecil. Ini menunjukkan bahwa pada beban tinggi, karakteristik pembakaran masing-masing bahan bakar mulai menyesuaikan secara optimal dengan kondisi kerja engine, sehingga efisiensi menjadi lebih seragam. Walau demikian, Pertadex dan Dexlite tetap menunjukkan sedikit keunggulan efisiensi pada beban tinggi, yang sesuai dengan karakteristik angka setana tinggi yang mendukung pembakaran cepat dan stabil. Kenaikan KBBS pada beban tertinggi (1500 Watt) mengindikasikan bahwa engine mulai bekerja mendekati kapasitas maksimumnya, di mana efisiensi termal menurun akibat meningkatnya temperatur pembakaran dan kemungkinan pembentukan endapan karbon serta ketidaksempurnaan pembakaran.

4. Kesimpulan

Perbedaan daya engine antara ketiga bahan bakar dalam grafik ini terutama disebabkan oleh perbedaan CN pada bahan bakar tersebut. Dimana CN dapat menentukan kemudahan penyalaan dan pembakaran di dalam ruang bakar engine. Dengan demikian, secara langsung hal tersebut berdampak pada torsi yang dihasilkan pada engine. Pemilihan bahan bakar harus mempertimbangkan kebutuhan. Secara keseluruhan, Pertadex CN 53 dan Dexlite CN 51 menunjukkan efisiensi bahan bakar yang baik pada beban menengah hingga tinggi, sedangkan Bio Solar CN 48 menunjukkan efisiensi lebih baik pada beban rendah. Hal ini menegaskan bahwa

pemilihan bahan bakar sebaiknya disesuaikan dengan kondisi operasional engine agar didapat efisiensi maksimum dan konsumsi bahan bakar minimum.

Daftar Pustaka

- Almanda, Ishadhol. 2021. "The Effect of Use of Spark Plugs and Fuel Variations on Matic 110 CC Motorcycles on Torque and Power Pengaruh Penggunaan Variasi Busi Dan Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Matic 110 CC Terhadap Torsi Dan Daya." *Journal of Automotive Engineering and Vocational Education*, 113–22.
- AUTO2000. 2020. "Pengaruh Cetane Pada Mesin Diesel." *AUTO2000*. 2020. <https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/pengaruh-cetane-pada-mesin-diesel>.
- Dewantara, Mahardika Adi, Sovian Aritonang, dan Bambang Joko Suroto. 2020. "Analysis of B30 Fuel Usage With Storage Effects on Diesel." *Jurnal Teknologi Daya Gerak* 3 (1): 73–86.
- Dharma, Untung Surya, Eko Nugroho, dan M. Fatkuahman. 2018. "Analisa Kinerja Mesin Diesel Berbahan Bakar." *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro* 7 (1): 1–10.
- Fajri, Muhammad. 2021. "Pengaruh Bahan Bakar Premium, Peralite dan Pertamina terhadap Performa Mesin Motor Honda Supra X 125 R." 6 (1): 27–32.
- Giovani, Beni, dan Remon Lapisa. 2020. "The Effect of Additional Plastic Pyrolysis Fuel on Power and Torque in the 108 Cc Injection Motorcycle." *AEEJ: Journal of Automotive Engineering and Vocational Education* 1 (2): 101–10.
- Hasan, Hanapi, dan Hasan Maksum. 2022. "Influence of Compression Ratio on the Sinjai Engine Type Flexible Fuel Vehicle 150 CC with E70 Fuel on Performance and Exhaust Emissions Pengaruh Rasio Kompresi Pada Mesin Sinjai Tipe Flexible Fuel Vehicle 150 CC Berbahan Bakar E70 Terhadap Performa Dan Emisi." *Journal of Automotive Engineering and Vocational Education*, 43–52.
- Hermawan, Indra, Muhammad Idris, dan M. Yusuf R. Siahaan. 2021. "Kinerja Mesin Motor 4 Langkah dengan Bahan Bakar Campuran Bioetanol dan Pertamina." *Journal of Mechanical Engineering* 5 (2): 202–10. <https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i2.5787>.
- Mafruddin, Mafruddin, Cipta Gani Segara, dan Untung Surya Dharma. 2019. "Kinerja Mesin Sepeda Motor dengan Sistem Vaporasi Bahan Bakar." *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin* 8 (1): 56–63. <https://doi.org/10.24127/trb.v8i1.922>.
- Martin, Muhammad, Syahrul Anwar, dan Nasrul Zein. 2020. "Biodiesel B-20 Minyak Kelapa Sawit terhadap Performance Engine Komatsu Saa12V140E-3 Comparative Analysis of Solar Fuel with Biodiesel B-20 Oil Palm Oil on Komatsu Performance Engine Saa12V140E3." *Jurnal Baut dan Manufaktur*.
- Ridwan, Muhammad, Iwan Gunawan, dan Said Hi Abbas. 2023. "Analisis Modifikasi Filter Fuel Caterpillar C15 Di Pusat Listrik Laiwui". *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 2 (1):1-10. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v2i1.28>.
- Sitorus, Tulus B., Zebua F. S. R. Yosua, Daniel F. B. Sianturi, Jonathan A. R. Siagian, Suprihatin, dan Lestina Siagian. 2022. "Pengaruh Bahan Bakar Biodiesel dari Dimetil Ester terhadap Kinerja Mesin Diesel Empat Langkah." *SJoME* 3 (2): 106–14.
- Sitorus, Tulus Burhanuddin, Farida Ariani, dan Zulkifli Lubis. 2018. "Efek Bahan Bakar Biodiesel dari Minyak Kedelai terhadap Emisi Gas Buang dan Temperatur Ruang Bakar Mesin Diesel." *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer* 9 (2): 1083–90. <https://doi.org/10.24176/simet.v9i2.2569>.
- Wafir, Moh., Digdo Listyadi S., Rahma Rei S., dan Nasrul Ilminnafik. 2019. "Analisis Unjuk Kerja Mesin Diesel dan Biodiesel Biji Kemiri." 12 (November): 10–16.