

## UNJUK KERJA MESIN DIESEL SATU SILINDER MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR PLASTIK

Agung Sudrajad<sup>1\*</sup>, Sunardi Sunardi<sup>2</sup>, Kevin Rafael<sup>3</sup>

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Indonesia<sup>1,2,3</sup>

Email: agung@untirta.ac.id\*

### Abstrak

IPST Asari, di bawah naungan PT Chandra Asri Petrochemical, mengelola sampah plastik menjadi solar plastik melalui proses pirolisis. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja mesin diesel satu silinder menggunakan bahan bakar solar plastik yang diproduksi oleh IPST Asari. Mesin diuji pada putaran 1200 RPM, 1600 RPM, dan 2000 RPM dengan pembebanan tetap 1000 Watt. Bahan bakar yang diuji meliputi solar plastik murni dan campuran solar plastik dengan dextrite dalam rasio D100, PO30, PO50, PO70, dan PO100. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja mesin dengan PO100 lebih rendah dibandingkan dengan dextrite; secara spesifik, pada 1200 RPM, daya efektif lebih rendah 16,73%, torsi lebih rendah 17,34%, dan efisiensi termal hanya mencapai 10,59%. Selain itu, konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) dari solar plastik 33,81% lebih tinggi dibandingkan dextrite. Meskipun demikian, solar plastik tetap menjadi bahan bakar alternatif yang layak, menghadirkan solusi berkelanjutan untuk pemanfaatan energi dari sampah. Penelitian ini menyimpulkan bahwa meskipun solar plastik menghasilkan metrik kinerja yang lebih rendah dibandingkan dextrite konvensional, ia menawarkan jalur yang menjanjikan untuk konversi sampah menjadi energi, menyoroti potensi manfaat lingkungan dan ekonomi yang lebih luas.

**Kata kunci:** motor diesel, bahan bakar plastik, daya efektif, torsi, konsumsi bahan bakar

### Abstract

*IPST Asari, under PT Chandra Asri Petrochemical, processes plastic waste into plastic diesel through pyrolysis. This study aims to evaluate the performance of a single-cylinder diesel engine using plastic diesel fuel produced by IPST Asari. The engine was tested at rotational speeds of 1200 RPM, 1600 RPM, and 2000 RPM with a constant load of 1000 Watts. The fuels tested included pure plastic diesel and blends of plastic diesel with dextrite in the ratios of D100, PO30, PO50, PO70, and PO100. The results indicated that the engine performance with PO100 was lower compared to dextrite; specifically, at 1200 RPM, the effective power was 16.73% lower, torque was 17.34% lower, and thermal efficiency reached only 10.59%. Furthermore, the specific fuel consumption (SFC) of plastic diesel was 33.81% higher than dextrite. Despite these findings, plastic diesel remains a viable alternative fuel, presenting a sustainable solution for energy utilization from waste. The study concludes that while plastic diesel may result in lower performance metrics compared to conventional dextrite, it offers a promising avenue for waste-to-energy conversion, highlighting the potential for broader environmental and economic benefits.*

**Keywords:** diesel engine, plastic fuel, effective power, torque, fuel consumption

### Pendahuluan

Bahan bakar yang sering dipakai dalam kegiatan manusia adalah minyak bumi yang tergolong dalam sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui dan terbatas. Sehingga potensi besar akan krisis bahan bakar minyak (BBM) akan terjadi juga dan potensi akan kenaikan harga minyak. Selain potensi terjadinya krisis ketersediaan bahan bakar minyak

bumi (BBM), terdapat juga masalah sampah plastik yang sulit terurai. Jumlah sampah plastik di Indonesia pada tahun 2022 adalah 35,9 juta ton atau 17,98% dari jumlah total komposisi sampah lainnya (Abdurrojaq et al., 2021; Dharma et al., 2018; Effendi, 2018).

Dalam perkembangan teknologi yang terus meningkat, sampah plastik dapat di daur ulang menjadi energi biomassa yang berupa bahan bakar minyak (BBM) dengan menggunakan proses pirolisis (Novia, 2021). Sehingga bahan bakar minyak dari hasil daur ulang plastik tersebut dapat menjadi bahan bakar minyak alternatif dengan. Salah satu lembaga yang telah berpartisipasi untuk membuat bahan bakar alternatif tersebut adalah Industri Pengelolaan Sampah Terpadu Atasi Sampah – Kelola Mandiri (IPST ASARI) di Kota Cilegon dengan metode teknologi pirolisis. Bahan bakar yang dihasilkan berasal dari sampah plastik (waste plastic oil /wpo), dengan produk yang dihasilkan adalah solar plastik (CN 49,2) , kerosene plastik, dan bensin plastic (Prasetyo & Wahyudi, 2022; Rahmayetty et al., 2021).

Penelitian ini menggunakan bahan bakar plastik hasil proses pyrolysis IPST ASARI sebagai bahan bakar motor diesel satu silinder di laboratorium Motor Bakar Departemen Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Sementara itu pengujian karakteristik bahan bakar seperti angka setana, spesifik gravity, viskositas, dan nilai kalori dilaksanakan di laboratorium uji Lemigas.

Salah satu metode mengurangi sampah plastic yang efektif adalah metode pirolisis, karena metode ini dapat menghasilkan bahan bakar alternatif (Ariani et al., 2017). Pirolisis adalah suatu proses dekomposisi bahan secara kimia dengan cara degradasi thermal biomassa oleh bantuan panas tanpa oksigen (O<sub>2</sub>) (Arifin, 2017; Mustofa, 2016). Hasil produk dari metode pirolisis yakni bahan bakar minyak dan gas, serta arang. Sehingga sampah plastik dapat berkurang hingga 90% (Gabe, 2015). Salah satu lembaga yang melakukan kegiatan pengolahan limbah/ sampah plastik dengan menggunakan metode pirolisis di Indonesia adalah Industri Pengelolaan Sampah Terpadu Atasi Sampah – Kelola Mandiri (IPST ASARI) di Kota Cilegon. Dalam proses kegiatan pengolahan sampah plastik di Industri Pengelolaan Sampah Terpadu Atasi Sampah – Kelola Mandiri (IPST ASARI) di Kota Cilegon dengan menggunakan metode pirolisis, ada lima alur proses utama yang dilakukan yaitu:

- a. Proses penyortiran (pemilahan) sampah plastik
- b. Proses pencacahan sampah plastik
- c. Proses pembakaran sampah
- d. Proses pemisahan hasil pembakaran
- e. Proses penyerapan (absorpsi) gas



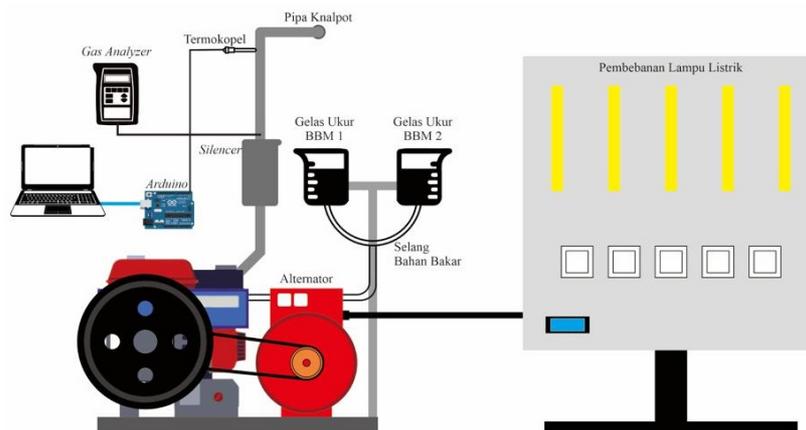
**Gambar 1. Reaktor Pirolisator IPST ASARI**

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja mesin diesel satu silinder menggunakan bahan bakar solar plastik yang diproduksi oleh IPST Asari.

### Metode Penelitian

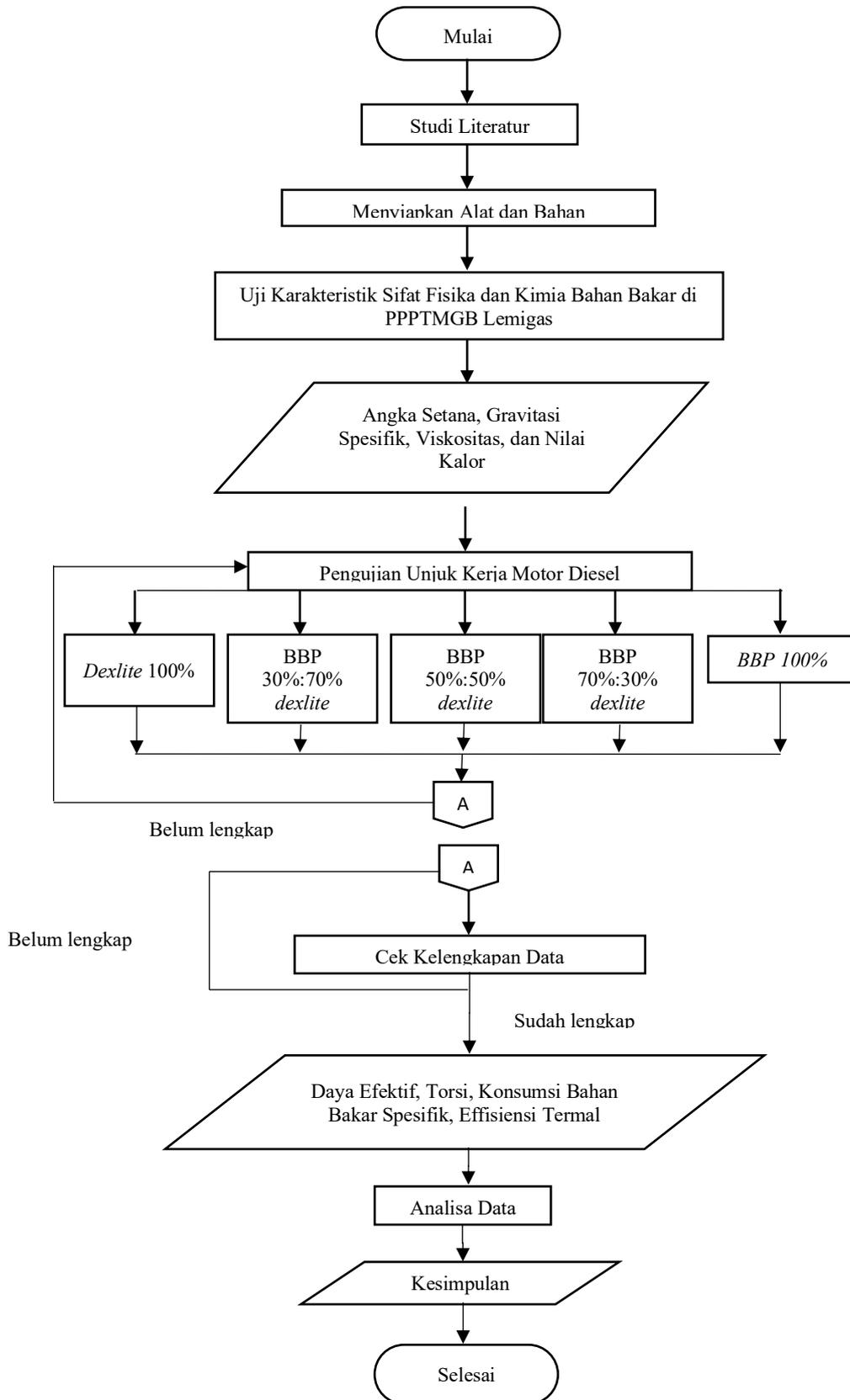
Untuk mendapatkan hasil penelitian sesuai tujuan, maka penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan prosedur yang harus dilakukan. Tahapan prosedur penelitian tersebut telah disajikan dalam bentuk gambar diagram alir sebagai berikut:

Pengujian karakteristik bahan bakar dilaksanakan di PPPTMGB Lemigas dengan mengukur spesifik gravity, kinematic viskositas dan angka setana. Sementara itu penelitian uji bahan bakar dilaksanakan di laboratorium motor bakar dengan menggunakan mesin diesel satu silinder type Dong Feng R175A dengan pendingin air dan putaran mesin maksimal 2600 rpm. Pengujian dilaksanakan dengan melakukan starting mesin menggunakan dexlite 100% dan diikuti dengan campuran bahan Bakar PO30, PO50, sampai ke PO100 dengan variabel kecepatan putaran mesin yang telah ditetapkan yakni  $\geq 1200$  RPM,  $\geq 1600$  RPM, dan  $\geq 2000$  RPM. Berikut bentuk skema pengujian unjuk kerja motor diesel Dong Feng R175A menggunakan bahan bakar plastik dan campuran dengan bahan bakar dexlite.



Gambar 3. Skema Pengujian

# Unjuk Kerja Mesin Diesel Satu Silinder Menggunakan Bahan Bakar Plastik



**Gambar 2. Diagram Alir Penelitian**

**Hasil dan Pembahasan**

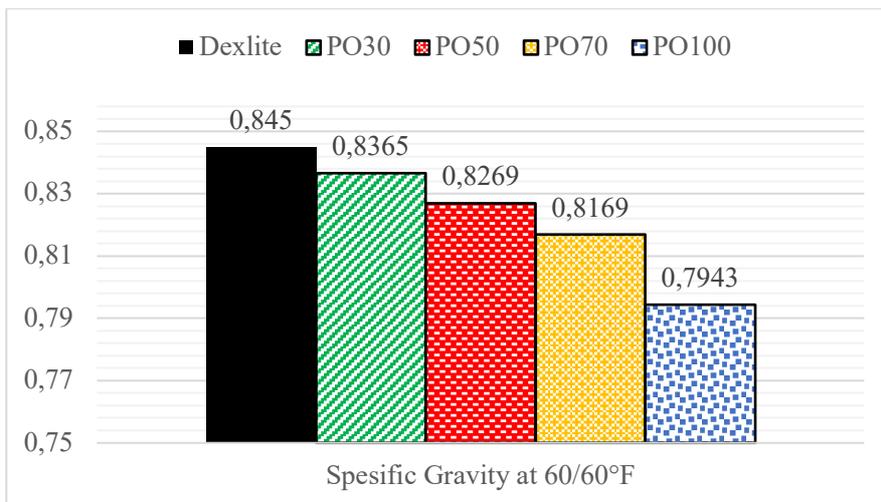
**Data Pengujian Karakteristik Solar Plastik dan Campuran Dexlite**

Berdasarkan perhitungan indeks setana ASTM D975 pada campuran solar plastik dengan dexlite didapat angka setana sebagaimana tercantum dalam table 1 dibawah ini.

**Tabel 1. Hasil Data Pengujian Indeks Setana & Angka Setana**

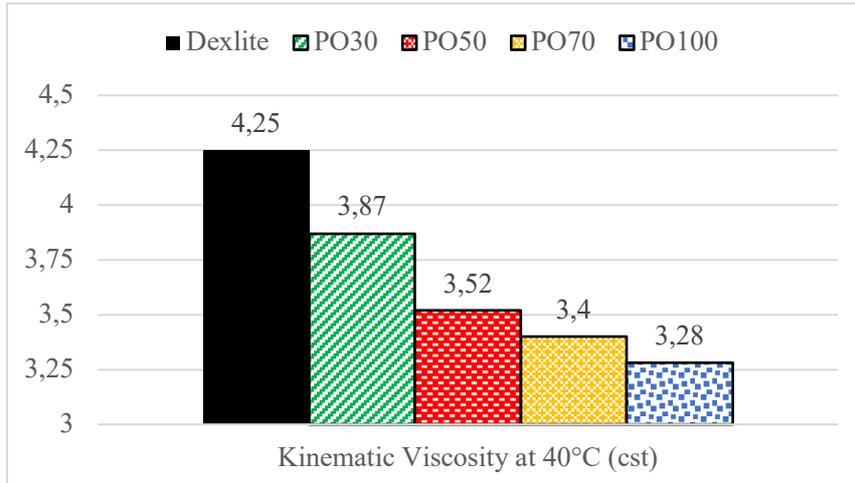
Jenis Sampel	Indeks Setana IS	Metode Indeks Setana	Angka Setana	Metode Angka Setana
<i>Dexlite</i>	48	<i>ASTM D4737</i>	51	ASTM D 613
<i>PO30</i>	52,64	<i>ASTM D975</i>	50,46	ASTM D 613
<i>PO50</i>	53,39	<i>ASTM D975</i>	50,1	ASTM D 613
<i>PO70</i>	52,04	<i>ASTM D975</i>	49,74	ASTM D 613
<i>PO100</i>	-	-	49,2	ASTM D 613

Karakteristik bahan bakar minyak yang diambil sebagai data dalam penelitian ini adalah pengujian distilasi, pengujian gravitasi spesifik 60/60oF, pengujian viskositas kinematik, pengujian angka setana, perhitungan indeks setana, dan perhitungan nilai kalori bersih. Gambar 3 menunjukkan hasil data pengujian dari gravitasi spesifik 60/60oF (specific gravity at 60/60oF) dapat juga disebut densitas 15oC (dengan satuan g/cm<sup>3</sup>) pada bahan bakar minyak dexlite murni, solar plastik murni, dan campurannya dengan dexlite:



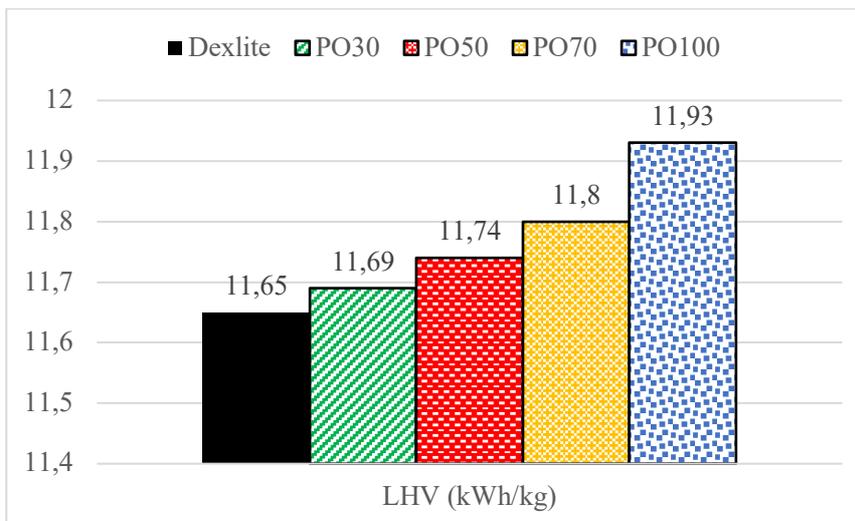
**Gambar 3. Perbandingan Nilai Gravitasi Spesifik**

Gambar 4 menunjukkan hasil data pengujian viskositas kinematik (kinematic viscosity) pada bahan bakar minyak dexlite murni, solar plastik murni, dan campurannya dengan dexlite:



Gambar 4. Perbandingan Nilai Viskositas Kinematik Suhu 40°C

Nilai kalori bersih (Net Calorific Value/ NCV) atau dapat disebut dengan nilai kalori rendah (Low Heat Value/ LHV) dapat dicari nilainya dari hasil pengujian data gravitasi spesifik. Berdasarkan perhitungan Analisa maka didapat nilai kalor seperti terlihat dalam gambar 5 dibawah ini.

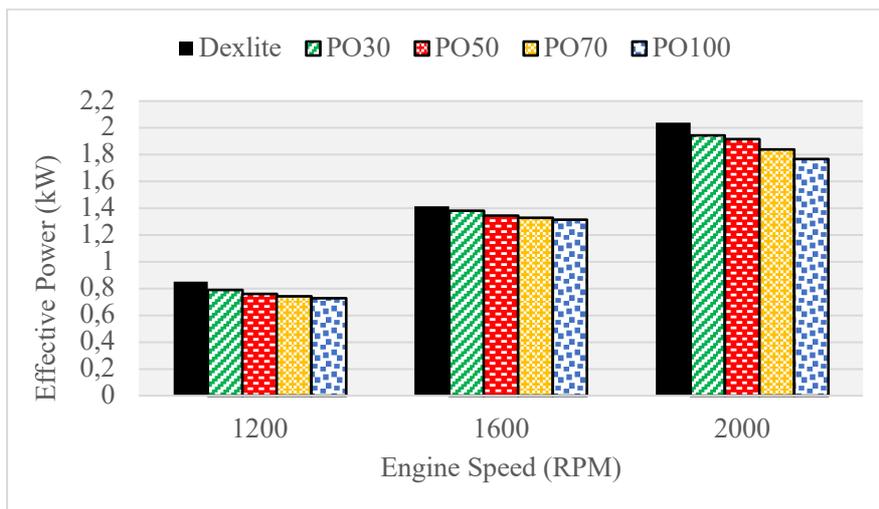


Grafik 5. Perbandingan Nilai Kalori Bersih

#### Data Pengujian Karakteristik Solar Plastik dan Campuran Dexlite

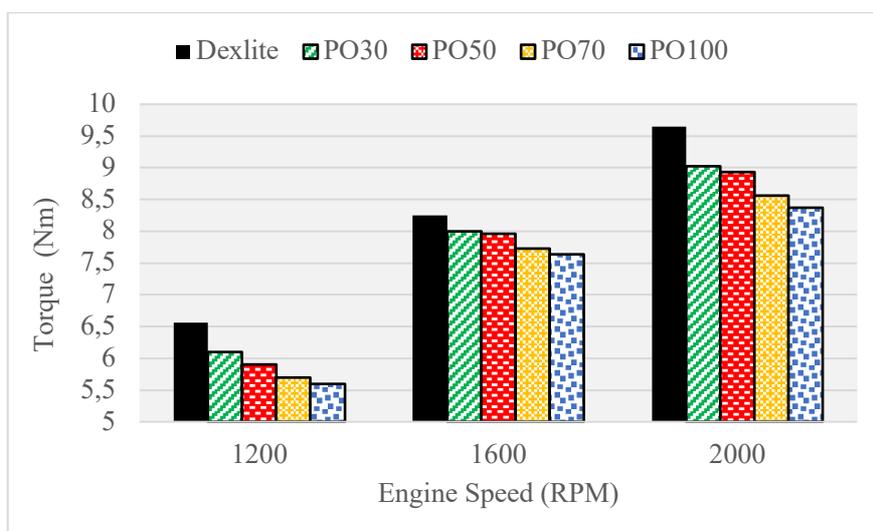
Gambar 6 memperlihatkan nilai daya mesin menggunakan bahan bakar campuran berada diantara nilai daya mesin menggunakan bahan bakar dexlite dan PO100. Dari hasil data nilai daya efektif yang telah didapat, nilai daya efektif dengan menggunakan bahan bakar dexlite lebih tinggi pada setiap putarannya dibandingkan dengan variabel bahan bakar lainnya. Hal ini dikarenakan nilai angka setana pada dexlite lebih tinggi dibandingkan variabel bahan bakar PO30, PO50, PO70, dan PO100. Perlu diketahui nilai angka setana dan nilai kalori rendah (low heating value) sangat memengaruhi nilai daya efektif pada motor diesel. Semakin tinggi nilai angka setana, maka semakin tinggi kualitas bahan bakar diesel tersebut. Dimana bahan bakar akan semakin mudah dikompresi, yang

membuat ketukan pada mesin diesel akan berkurang sehingga dapat melakukan proses pembakaran yang lebih efisien sehingga menghasilkan daya pada mesin yang lebih tinggi (Attalasyah et al., 2024; Fahri, 2021; Milenia et al., 2022). Selain itu nilai kalori rendah yang lebih rendah pada dexlite membuat lebih mudah terbakar dibandingkan dengan dengan variabel bahan bakar PO30, PO50, PO70, dan PO100. Untuk itu dari segi daya efektif yang dikeluarkan pada motor diesel, bahan bakar dexlite lebih unggul dibandingkan dengan variabel bahan bakar PO30, PO50, PO70, dan PO100.



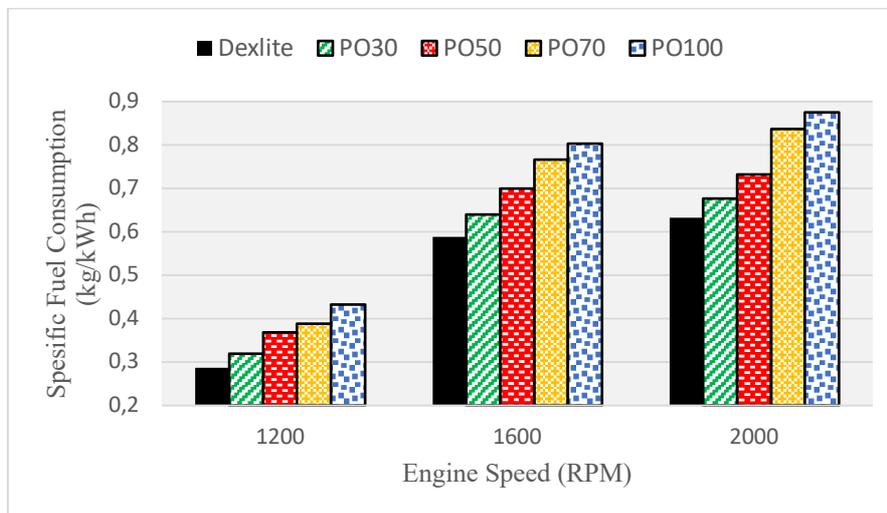
**Gambar 6. Perbandingan Nilai Daya Efektif**

Pada putaran rendah 1200 RPM, perbedaan nilai daya yang dihasilkan antara penggunaan bahan bakar dexlite dan PO100 memiliki persentase perbandingan adalah 16,73%. Namun pada putaran 1600 RPM, persentase perbandingan nilai daya yang dihasilkan antara penggunaan bahan bakar dexlite dan PO100 yaitu 7,4%. Akan tetapi pada putaran 2000 RPM, persentase perbedaan nilai daya yang dihasilkan antara penggunaan bahan bakar dexlite dan PO100 adalah 15,22%.



**Gambar 7. Perbandingan Nilai Momen Torsi**

Gambar 7 menunjukkan momen torsi mesin menggunakan bahan bakar campuran berada diantara nilai torsi mesin menggunakan bahan bakar dexlite dan PO100. Dari hasil data nilai momen torsi yang telah didapat, momen torsi dengan menggunakan bahan bakar dexlite lebih tinggi. Nilai momen torsi dipengaruhi oleh nilai angka setana pada setiap variabel bahan bakar yang digunakan (Setyadji, 2008). Nilai angka setana pada dexlite lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan variabel bahan bakar PO30, PO50, PO70, dan P100, sehingga nilai momen torsi dengan menggunakan bahan bakar dexlite memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan variabel bahan bakar PO30, PO50, PO70, dan P100. Ketika nilai angka setana tinggi, maka akan menghasilkan pembakaran yang lebih cepat sehingga dapat menghasilkan daya yang tinggi. Dari hasil daya yang tinggi akan mengakibatkan besaran gaya yang bekerja pada roda (momen torsi) akan meningkat. Untuk itu kenaikan dan penurunan nilai momen torsi berbanding lurus dengan kenaikan dan penurunan nilai daya efektif, semakin tinggi nilai daya efektif ( $N_e$ ) maka nilai momen torsi ( $M_t$ ) akan semakin tinggi juga.

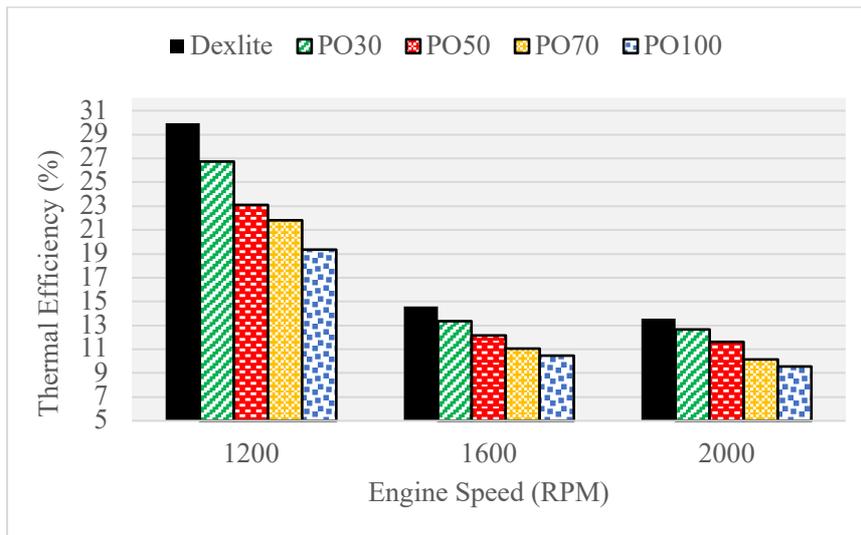


**Gambar 8. Perbandingan Nilai SFC**

Gambar 8 menunjukkan nilai SFC untuk setiap bahan bakar mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya kecepatan putaran mesin. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa nilai SFC yang dihasilkan menggunakan bahan bakar PO100 lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar campuran PO70, PO50, PO30 dan dexlite pada setiap putaran mesin. Pada kecepatan putaran mesin 1200 RPM, perbandingan nilai SFC menggunakan bahan bakar dexlite dengan PO100 memiliki perbedaan yang lumayan jauh dengan persentase sebesar 33,81%. Pada putaran 1600 RPM, persentase perbandingan nilai SFC menggunakan bahan bakar dexlite dengan PO100 memiliki perbedaan juga masih lumayan jauh yakni mencapai 26,69%. Begitu juga dengan pada putaran 2000 RPM, persentase perbandingan nilai SFC menggunakan bahan bakar dexlite dengan PO100 masih memiliki perbedaan yang cukup jauh yakni mencapai 27,78%.

Berdasarkan grafik dan nilai persentase diatas, dapat dilihat nilai SFC dengan menggunakan bahan bakar dexlite lebih kecil atau dalam artian lebih irit dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar variabel lainnya. Nilai viskositas dan angka setana dapat juga memengaruhi nilai SFC (Apriansyah, 2022). Diketahui nilai viskositas dan angka setana pada bahan bakar dexlite lebih tinggi dibandingkan nilai viskositas dengan bahan bakar PO30, PO50, dan PO70, sehingga saat bahan bakar mengalir lebih lama ke

dalam ruang kompresi dan lebih sempurna saat dikompresikan. Bahan bakar PO30, PO50, dan PO70 yang bahan bakarnya lebih mengalir lebih cepat ke dalam ruang kompresi tapi tidak sempurna saat dikompresikan karena memiliki nilai angka setana yang lebih kecil, sehingga residu bahan bakar dengan menggunakan PO30, PO50, PO70, dan PO100 akan lebih banyak terbuang keluar melalui celah saat mesin diesel sedang melakukan kompresi bahan bakar. Akan tetapi dari hasil persentase perbandingan SFC antara dexlite dengan PO100 yang tidak mencapai setengah konsumsinya, maka bahan bakar PO100 masih layak menjadi bahan bakar alternatif.



**Gambar 9. Perbandingan Nilai Efisiensi Termal**

Nilai efisiensi thermal yang terjadi pada pengujian bahan bakar plastic pada mesin diesel ditunjukkan pada Gambar 9 diatas. Selisih persentase perbandingan nilai efisiensi termal pada kecepatan putaran 1200 RPM dengan menggunakan bahan dexlite dan PO100 yakni mencapai 10,59%. Pada kecepatan putaran mesin 1600 RPM, perbedaan nilai efisiensi termal dengan menggunakan bahan bakar dexlite dan PO100 adalah 4%. Pada kecepatan putaran mesin 2000 RPM, perbedaan nilai efisiensi termal dengan menggunakan bahan bakar dexlite dan PO100 adalah 3,99%. Berdasarkan dari hasil yang dapat dilihat pada tabel dan grafik efisiensi termal, bahwasannya bahan bakar dexlite lebih tinggi dibandingkan dengan variabel bahan bakar PO30, PO50, PO70, dan PO100 pada setiap putaran. Hal ini dikarenakan nilai angka setana yang lebih tinggi pada bahan bakar dexlite, sehingga menghasilkan daya pada mesin yang lebih tinggi. Semakin tinggi nilai daya mesin yang dihasilkan, maka semakin tinggi nilai efisiensi termal yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan nilai efisiensi termal berbanding lurus dengan nilai daya efektif dan momen torsi. Apabila dihubungkan dengan nilai SFC, nilai efisiensi termal akan berbanding terbalik. Semakin rendah nilai SFC pada dexlite, maka semakin tinggi nilai efisiensi termal pada dexlite. Dari hasil selisih persentase perbandingan efisiensi termal antara menggunakan bahan bakar dexlite dengan PO100 yang tidak mencapai 25%, maka bahan bakar PO100 dapat dikatakan layak sebagai bahan bakar alternatif.

## Kesimpulan

Pengujian bahan bakar plastik dan campuran dexlite pada mesin diesel satu silinder telah dilaksanakan. Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai unjuk kerja mesin diesel yang berupa daya efektif, momen torsi, dan efisiensi termal yang berbanding lurus dengan nilai angka setana. Untuk itu dapat diketahui semakin tinggi nilai angka setana, maka nilai unjuk kerja akan semakin bagus. Dari data perhitungan dan Analisa di laboratorium angka setana bahan bakar dexlite adalah 51 sementara bahan bakar plastic memiliki angka setana 49,2. Dari data tersebut dapat dijelaskan bahwa bahan bakar dexlite masih lebih unggul dibandingkan bahan bakar uji yaitu bahan bakar plastik PO30, PO50, PO70, dan PO100 dari nilai daya efektif, momen torsi, dan efisiensi termal, dan SFC. Meskipun demikian melalui penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa bahan bakar PO100 layak digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada mesin diesel wujud implementasi konsep waste to energy.

## BIBLIOGRAFI

- Abdurrojaq, N., Devitasari, R. D., Aisyah, L., Faturrahman, N. A., Bahtiar, S., Sujarwati, W., Wibowo, C. S., & Anggarani, R. (2021). Perbandingan Uji Densitas Menggunakan Metode ASTM D1298 dengan ASTM D4052 pada Biodiesel Berbasis Kelapa Sawit. *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*, 55(1), 49–57.
- Apriansyah, M. R. (2022). *Analisa pengujian karakteristik fisika kimia biodiesel 20% dan uji kinerja pada mesin diesel statis dynamometer serta emisinya*.
- Ariani, F., Ginting, E., & Sitorus, T. B. (2017). Karakteristik Kinerja Mesin Diesel Stasioner dengan Bahan Bakar Campuran Biodiesel dari Biji Kemiri Sunan. *Media Teknika*, 12(1).
- Arifin, Z. (2017). *Proses Pirolisis Bertingkat Berkatalis Alam Untuk Meningkatkan Kualitas Bio-Oil Dari Sampah Kota*.
- Attalasyah, T., Firmansyah, M. R., Al Kafy, M. N., Suhartian, M. R., Harisandi, N., Aisyahrani, G. M., & Alfarizy, I. (2024). Karakterisasi untuk Kerja Mesin Diesel Generator Set Sistem Dual Fuel Menggunakan Gas Hasil Gasifikasi dan Minyak Solar. *Jurnal Majemuk*, 3(1), 104–123.
- Dharma, U. S., Nugroho, E., & Fatkurahman, M. (2018). Analisa Kinerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Solar dan Minyak Plastik. *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, 7.
- Effendi, Y. (2018). Uji Performa Mesin Diesel Satu Silinder Menggunakan Metode Standar Nasional Indonesia (Sni) 0119: 2012. *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin*, 2(2).
- Fahri, N. (2021). *Efek penambahan ozon dalam udara suplay terhadap prestasi pembakaran biodiesel (B30) pada mesin diesel tipe TV 1*.
- Gabe, F. A. P. A. (2015). *Analisa termal pada rancang bangun reaktor pirolisis untuk memproduksi bahan bakar minyak dari limbah plastik*.
- Milenia, R., Islam, L. S., Ihsan, M., & Sarosa, A. H. (2022). Studi Potensi Minyak Sereh Wangi Sebagai Alternatif Bahan Aditif Pada Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam Dan Energi Berkelanjutan*, 6(1), 6–15.
- Mustofa, A. (2016). *Karakteristik Bio-Oil Sampah Kota Bandar Lampung Menggunakan Metode Pirolisis Isotermal Berkatalis Alam*.
- Novia, T. (2021). Pengolahan Limbah Sampah Plastik Polythylene Terephthlate (PET)

Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Proses Pirolisis. *Gravitasi: Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 4(01), 33–41.

Prasetyo, D. H. T., & Wahyudi, D. (2022). Pengaruh rasio ekuivalen dan komposisi bahan bakar terhadap karakteristik api dengan menggunakan bahan bakar biodiesel kesambi. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 11(2).

Rahmayetty, R., Bahauddin, A., Kurniawan, B., Suhendi, E., & Fuad, A. (2021). *Pengembangan Pengolahan Industri Sampah Plastik Terpadu Berbasis Circular Economy di Kota Cilegon-Banten*.

Setyadji, M. (2008). Karakteristik biodiesel dari minyak jelantah dan solar di dalam mesin diesel. *BIMIPA*, 18(2), 102–113.

---

**Copyright holder:**

Agung Sudrajad, Sunardi Sunardi, Kevin Rafael (2024)

**First publication right:**

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

**This article is licensed under:**

