

Efek pencampuran minyak plastik *polypropilane* (PP) dan solar terhadap kinerja dan emisi mesin diesel

Kuntang Winangun^{a,1}, Wawan Trisnadi Putra^a, Anas Nurgito^a, Yoyok Winardi^a, Munaji^a

^aProgram Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Ponorogo

kuntang@umpo.ac.id

ABSTRACT

Plastic waste is a significant societal problem. If it is hoarded, it will cause odor, and if it is incinerated, it will pollute the atmosphere. Alternative energy is one method for recycling plastic refuse. By pyrolyzing plastic waste, diesel oil, premium, and bitumen can be extracted. Diesel oil is produced through the pyrolysis of plastic waste. Diesel oil derived from plastic waste cannot be used directly in diesel engines due to its low cetane rating. This study seeks to determine the effect of blending diesel oil derived from polypropilane (PP) plastic waste with biodiesel and cetane booster on diesel engine performance and exhaust emissions. The fuel used in this investigation consisted of 100% biodiesel, 25% plastic oil plus 0.5% cetane booster, 75% biodiesel, 50% plastic oil plus 0.5% cetane booster, and 50% biodiesel. The diesel engine is a single-cylinder, four-stroke, 510 cc engine with indirect combustion. The diesel engine is coupled to a generator that is equipped with an incandescent lamp. The test results indicate that the addition of plastic oil and 0.5% cetane booster can enhance engine performance, including an increase in power and torque of 4.4% and a decrease in fuel consumption of 3.5% compared to using 100% diesel fuel. However, the addition of diesel oil derived from plastic waste resulted in a 5.4% increase in smoke opacity emissions. It is anticipated that this investigation will yield information regarding the use of polypropylene (PP) plastic waste for alternative energy.

Keywords: Cetane booster, Engine performance, Plastic oil, Polypropilane

Received 30 September 2023; **Presented** 5 October 2023; **Publication** 27 May 2024

PENDAHULUAN

Tingkat kemajuan dan peningkatan teknologi, mobilitas manusia semakin tinggi sehingga menuntut adanya dukungan teknologi transportasi sehingga mempermudah manusia dalam melakukan kegiatan dalam berpindah tempat serta beraktivitas. Seiring dengan meningkatnya penggunaan manusia dalam hal transportasi akan menyebabkan penggunaan bahan bakar minyak juga semakin tinggi [1], [2]. Kondisi ini akan berperan cukup serius karena selama kendaraan beroperasi mengeluarkan emisi gas buang [3]. Dampak lain yang ditimbulkan adalah munculnya polusi udara yang diakibatkan karena adanya emisi gas buang. Unsur yang terdapat dalam emisi gas buang antara lain gas CO, HC, NO_x, dan CO₂. Hasil penelitian menyatakan bahwa penyumbang tertinggi dalam pencemaran udara dari sektor transportasi dengan angka 60 persen, kemudian sektor industri 25 persen, sektor rumah tangga 10 persen, dan dari sampah 5 persen [4]. Semakin banyak kendaraan maka menghasilkan berbagai masalah antara lain yaitu kemacetan yang tinggi, polusi udara dan kebisingan. Hal ini menyebabkan adanya berbagai terobosan dalam

bidang otomotif khususnya adalah teknologi kendaraan agar dapat mengurangi emisi gas buang. Salah satu kemajuan dalam bidang teknologi kendaraan adalah penggunaan bahan bakar alternatif [5], [6]. Dari sekian banyak campuran bahan bakar alternatif salah satunya yaitu pemanfaatan minyak plastic [7]. Berdasarkan data maka kebutuhan plastik di Indonesia semakin naik pada tahun 2002 tercatat 1,9 juta ton di tahun 2003 naik menjadi 2,1 juta ton, selanjutnya tahun 2004 naik lagi menjadi 2,3 juta ton per tahun. Di tahun 2010 2,4 juta ton dan pada tahun 2011 sudah meningkat 26 juta ton. Dengan penggunaan sampah yang tinggi maka sampah plastik juga bertambah. Ada berbagai jenis limbah plastik yaitu : polyethylene low density polyethylene (LDPE), linear low density polyethylene (LLDPE), high density polyethylene (HDPE), polypropylene (PP), polyvinyl choride (PVC), polystyrene (PS) dan polyethylene terephthlate (PET), yang dicatat sepenuhnya mencapai 74% dari semua limbah plastik. Saat ini limbah hanya dibakar dan didaur ulang namun masalah sampah plastik belum selesai. Dengan cara pirolisis maka limbah plastik ini dapat diolah menjadi minyak bahan bakar sampah plastik [8]. Pada penelitian ini akan diuji campuran minyak

plastik polypropylene (PP) dengan solar terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang.

Tujuan penelitian ini adalah: Untuk mengetahui karakteristik minyak plastik polypropylene (PP) jenis solar meliputi nilai flash point, cetane number dan densitas. Dan untuk mengetahui campuran yang optimal campuran minyak plastik polypropylene (PP) jenis solar dengan biosolar pada performa mesin dan emisi gas buang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dari mencari studi literatur adalah suatu metode yang digunakan untuk mencari data dan informasi yang diambil dari buku-buku bacaan yang materinya berisi tentang masalah yang diteliti. Dalam proses pengumpulan data teknis terdapat dua metode, diantaranya: a. Metode Observasi dilaksanakan dengan melihat secara langsung ke Laboratorium. b. Metode Eksperimen Metode eksperimen adalah suatu metode untuk mendapatkan data karakteristik minyak plastik polypropylene (PP) jenis solar meliputi nilai flash point, cetane number, densitas dan kinerja mesin serta emisi gas buang. Bahan bakar yang digunakan meliputi: a. Biosolar 100%, b. Minyak Plastik polypropylene (PP) jenis solar 100 %, c. Minyak Plastik 25% + Biosolar 74,5 % dengan tambahan cetane booster 0,5 %, dan d. Minyak Plastik 50% + Biosolar 49,5 % dengan tambahan cetane booster 0,5 %.

Variabel yang termasuk dalam penelitian eksperimen ini adalah: a. Variabel Bebas Variabel bebas dalam penelitian ini adalah campuran minyak plastik PP jenis solar ditambah biosolar dan cetane booster. b. Variabel Terikat Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kinerja mesin dan kadar emisi gas buang. c. Variabel kontrol Variabel Kontrol dalam penelitian ini adalah Mesin Diesel dengan putaran mesin 1500 rpm. Kemudian suhu oli mesin, suhu udara luar dan kelembaban udara.

Langkah pertama yaitu melaksanakan pengujian dari minyak plastik Polypropylene (PP) jenis solar untuk mencari flash point, nilai cetane number dan densitas. Alat pengujian kimia bahan bakar campuran minyak sampah plastik Polypropylene jenis solar dengan biosolar. Langkah kedua adalah melakukan pengujian bahan bakar ke mesin disel secara langsung dengan penghitungan dan catat waktu setiap pemakaian untuk 100 ml bahan bakar.dengan beban 1000 watt, 1500 watt, 2000 watt, 1500 watt, 2000 watt, 2500 watt, 3000 watt, 3500 watt, 4000 watt. catat juga putaran mesin, voltase, amper, 24 Temperatur intake,

exhaust, oli dan radiator dan emisi gas buang. Spesifikasi mesin dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi mesin

Deskripsi	Spesifikasi
Model	Dongfeng R185
Type	Satu silinder, empat Langkah
Combustion system	indirect injection
Bore x stroke	85 x 90 mm
Displacement	510 cc
Maximum power	9 HP (5.22 kW)/2200 rpm
Compression Ratio	21:1
Cooling system	Hopper

HASIL DAN PEMBAHASAN

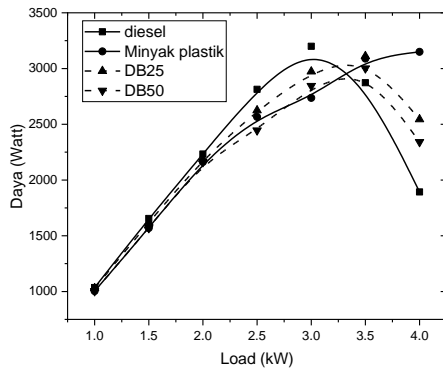
Sebelum melakukan pengujian mesin disel, pertama melakukan pengujian bahan bakar yang akan digunakan. Pengujian dilakukan di laboratorium dengan beberapa parameter yang sudah ditentukan. Tabel 2 menjelaskan propertis bahan bakar yang digunakan untuk pengujian.

Tabel 2. Propertis bahan bakar

Propertis	D100	DB25	DB50
Nilai setane	48	51.1	50.9
Flash Point	66	48.2	50.0
Densitas	0.817	0.74	0.70

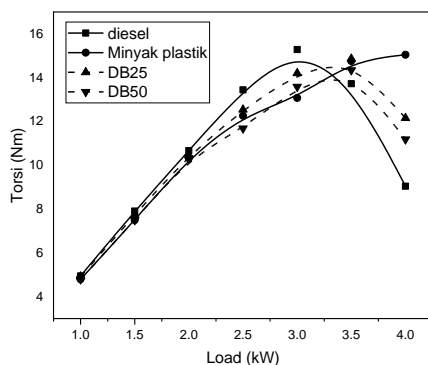
Berdasarkan dari hasil tabel di atas bio solar murni dan campuran minyak plastik 25,5% dan 0,5% cetane booster terlihat bahwa kandungan nilai cetane bio solar yaitu 51,1 dengan penambahan cetane booster yang mana hasil tersebut dapat lebih tinggi. hasil pengujian flash point yang terkandung pada minyak bio solar murni yaitu 66°C sedangkan campuran minyak sampah plastik PP jenis solar 25% dengan bio solar 74,5% dan cetane booster 0,5% menghasilkan nilai flash point 48,2°C. hasil pengujian nilai density kandungan bio solar murni yaitu 0,817 campuran minyak sampah plastik PP jenis solar 25% bio solar 74,5% dan cetane booster 0,5% tersebut menghasilkan 0,74, yang mana hasil tersebut tidak jauh dengan hasil dari bio solar murni. Hasil dari pengujian ini bisa ditarik kesimpulan bahwa minyak sampah plastik PP jenis solar tersebut termasuk kategori minyak diesel dikarenakan nilai yang terkandung di dalamnya termasuk ke dalam kategori solar berdasarkan standar dan mutu bahan bakar jenis solar nomor 28.K/10/DJ.M.T/2016 [9].

Pembahasan meliputi performa mesin diesel dongfeng R185 berupa daya, torsi, kumsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang. Data di peroleh dari percobaan bahan bakar campuran minyak sampah plastik LDPE jenis solar dan bio solar serta penambahan cetana booster dan bahan bakar bio solar murni.



Gambar 1. Daya mesin

Idealnya untuk putaran mesin konstan daya akan sebanding dengan bertambahnya beban, karena nilai putaran tidak berpengaruh pada perubahan nilai daya mesin. Untuk beban 1000 sampai 4000 watt mengikuti kenaikan daya yang linier dengan kenaikan beban. Pada Gambar 1 menunjukkan bahan bakar biosolar murni memenuhi hingga 3180 watt, untuk bahan bakar minyak plastik 25% + biosolar 74,5% + 0,5 % memenuhi 2417 watt. Untuk bahan bakar minyak plastik 50% + biosolar 49,5 % + 0,5% memenuhi 2224 watt. Untuk minyak plastik jenis Polyppilane murni menghasilkan 2992 watt. Pada beban 1000- 3500 watt daya cenderung linear mengalami kenaikan akan tetapi pada beban 4000 watt daya turun selain dari bahan bakar biosolar yang tetap naik. Penelitian tersebut di klarifikasi juga oleh penelitian sebelumnya bahwa bahan bakar dari limbah plastic juga mempengaruhi hasil daya mesin disel karena perbedaan spesifikasi bahan bakar [6], [10].



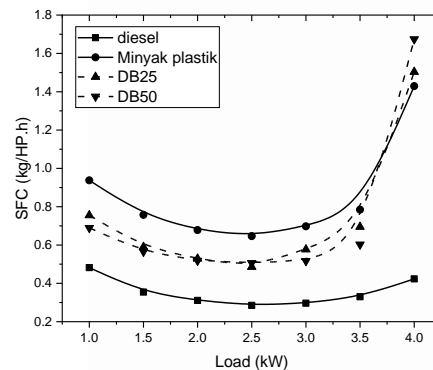
Gambar 2. Torsi mesin

Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian torsi mesin diesel dongfeng R185 dengan variasi beban 1000 watt sampai 4000 watt. Arah sumbu x adalah grafik beban (watt) dan arah sumbu y adalah grafik torsi (N.m).

Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel satu silinder menggunakan biosolar murni didapat torsi maksimal sebesar 15,11 N.M pada beban 4000 watt dan torsi minimal 4.53 N.M pada beban 1000 watt. Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel dengan campuran bahan bakar 25% minyak plastik Polyppropilane + 74,5% biosolar + 0,5% cetane booster didapat torsi maksimal 11.55 N.M dan torsi minimal 4.67 N.M. Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel dengan campuran bahan bakar 50% minyak plastik Polyppropilane + 49,5% biosolar+ 0,5% cetane booster didapat torsi maksimal 10.63 N.M dan torsi minimal 4.55 N.M. Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel dengan campuran bahan bakar minyak plastik Polyppropilane murni didapat torsi maksimal 14.29 N.M dan torsi minimal 4.55 N.m.

Specific Fuel Consumption

Di bawah ini merupakan grafik SFC terhadap beban pada pengujian kinerja mesin yang menggunakan bahan bakar minyak plastik Polypropilane dengan biosolar dan ditambahkan cetane booster.



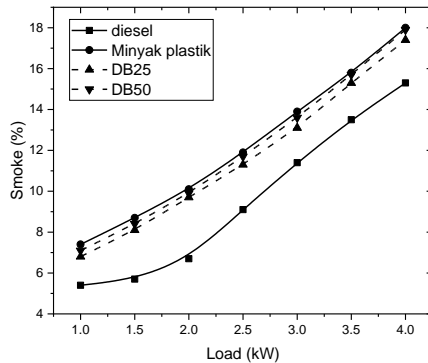
Gambar 3. Konsumsi bahan bakar

Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian SFC (kg/kWh) mesin diesel dongfeng R185 dengan variasi beban 1000 watt sampai 4000 watt. Arah sumbu x adalah grafik beban (watt) dan arah sumbu y adalah grafik SFC.

Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel dengan biosolar murni didapat SFC maksimal 0.4949 (kg/kWh) dan minimal 0.3181 (kg/kWh). Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel dengan campuran bahan bakar 25% minyak plastik Polyppropilane + 74,5%

biosolar + 0,5% cetane booster didapat SFC tertinggi 2.397 (kg/kWh) dan terendah 0.7747 (kg/kWh). Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel dengan campuran bahan bakar 50% minyak plastik Polypropilane + 49,5% biosolar + 0,5% cetane booster didapat SFC tertinggi 2.8558 kg/kWh dan terendah 0.8634 kg/kWh.

Emisi Gas Buang



Gambar 4. Emisi smoke mesin

Gambar 4 adalah hasil pengujian emisi (%) mesin diesel dongfeng R185 dengan variasi beban 1000 watt sampai 4000 watt. Arah sumbu x adalah grafik beban (watt) dan arah sumbu y adalah grafik emisi (%).

Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel dengan bahan bakar biosolar murni didapat emisi tertinggi 15,5 % pada beban 4000 watt dan terendah 5,4% pada beban 1000 watt. Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel dengan campuran bahan bakar 25% minyak plastik Polypropilane + 74,5% biosolar + 0,5% cetane booster didapat emisi tertinggi 17,4% dan terendah 6,8%. Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel dengan campuran bahan bakar 50% minyak plastik Polypropilane + 49,5% biosolar + 0,5% cetane booster didapat emisi tertinggi 17,9 % pada beban 4000 watt dan terendah 7,1 % pada beban 1000 watt. Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel dengan bahan bakar minyak plastik Polypropilane murni didapat SFC tertinggi 18% pada beban 4000 watt dan terendah 7,4% pada beban 1000 watt.

Dari grafik terlihat bahwa adanya kenaikan smoke opacity setiap kenaikan beban dari 1000 sampai 4000 watt, hal ini dikarenakan bertambahnya jumlah energi input ke dalam ruang bakar untuk memberikan daya engine terhadap kenaikan beban listrik sehingga mempengaruhi emisi gas buang [6], [10]–[13]. Dari grafik terlihat Minyak Plastik Jenis Polypropilane (PP)

mempunyai smoke opacity tertinggi dibandingkan campuran bahan bakar lainnya.

KESIMPULAN

Pengaruh penggunaan campuran bahan bakar minyak plastic Polypropilane (PP) jenis solar ditambah biosolar telat di selidiki secara komprehensif. Didapatkan hasil bahwa torsi tertinggi pada campuran DB25 sebesar 14.86Nm, daya tertinggi pada campuran DB25 sebesar 4.17HP, konsumsi bahan bakar terendah pada bahan bakar disel sebesar 0.28 kg/HP.h, dan emisi smoke terendah pada bahan bakar disel sebesar 5.40%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa bahan bakar minyak plastic dapat mengurangi konsumsi bahan bakar minyak dengan cara dicampurkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada laboratorium prestasi mesin Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah memberikan fasilitas alat dan bahan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. S. J. D. E. Nasional, *Indonesia Energy Out Look 2019*, vol. 53, no. 9. 2019.
- [2] H. S. Tira, "Impact of alternative fuels and hydrogen-enriched gaseous fuel on combustion and emissions in diesel engines," *PQDT - UK Irel.*, no. March, p. 1, 2013, [Online]. Available: <https://search.proquest.com/docview/1512400681?accountid=29068>.
- [3] M. Harun Kumar, V. Dhana Raju, P. S. Kishore, and H. Venu, "Influence of injection timing on the performance, combustion and emission characteristics of diesel engine powered with tamarind seed biodiesel blend," *Int. J. Ambient Energy*, vol. 41, no. 9, pp. 1007–1015, 2020, doi: 10.1080/01430750.2018.1501741.
- [4] I. C. Setiawan and M. Setiyo, "Renewable and Sustainable Green Diesel (D100) for Achieving Net Zero Emission in Indonesia Transportation Sector," *Automot. Exp.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–2, 2022, doi: 10.31603/ae.6895.
- [5] K. Winangun, A. Setiawan, B. Sudarmanta, and G. Asrofi, "Penggunaan bahan bakar terbarukan (biodiesel-hidrogen) pada mesin diesel dual fuel untuk mendukung energy transition di

- Indonesia,” *TURBO*, vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2023.
- [6] F. Faat Nur Rhomadhon, Wawan Trisnadi Putra, “ANALISA CAMPURAN MINYAK PLASTIK DENGAN PERTAMAX TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG HONDA BEAT 2011,” *AutoMech*, vol. 01, no. 01, pp. 17–22, 2022.
- [7] K. Winangun, W. T. Putra, G. A. Buntoro, A. Nirmala, and I. Puspitasari, “Performance and engine exhaust emissions in a mixture of pertamax with PET plastic oil,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 980, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/980/1/012059.
- [8] D. Iswadi, F. Nurisa, and E. Liastuti, “Pemanfaatan sampah plastik LDPE dan PET menjadi bahan bakar minyak dengan proses pirolisis,” *J. Ilm. Tek. Kim. UNPAM*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2017, [Online]. Available: openjournal.unpam.ac.id/index.php/JITK/article/download/718/585.
- [9] P. T. Pertamina, “Spesifikasi produk bbm, bbn & lpg,” 2019.
- [10] S. Mohan and P. Dinesha, “Emulsification of waste cooking oil biodiesel blend with hydrogen peroxide to assess tailpipe emissions and performance of a compression ignition engine,” *Heat Transf.*, 2022, doi: 10.1002/htj.22518.
- [11] G. Su, H. C. Ong, M. Mofijur, T. M. I. Mahlia, and Y. S. Ok, “Pyrolysis of waste oils for the production of biofuels: A critical review,” *Journal of hazardous ... Elsevier*, 2022, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389421023645>.
- [12] M. Karthick, K. Logesh, S. Baskar, and A. Sharma, “Performance and Emission Characteristics of Single-Cylinder Diesel Engine Fueled with Biodiesel Derived from Cashew Nut Shell,” *Adv. Mater. ...*, 2022, doi: 10.1007/978-981-16-8341-1_44.
- [13] S. Daud, M. A. Hamidi, and R. Mamat, “A review of fuel additives’ effects and predictions on internal combustion engine performance and emissions,”

AIMS Energy. aimspress.com, 2022, doi: 10.3934/energy.2022001.