SSN: 2614-6754 (print)
ISSN: 2614-3097(online)

Halaman 42722-42730
Volume 8 Nomor 3 Tahun 2024

Analisis Performa Mesin dan *Smoke Emission* Pada Mesin Diesel Yanmar TF105 MR- di Menggunakan Campuran Bahan Bakar Biodiesel Minyak Kelapa Sawit

Difa Yovindra[1], Dori Yuvenda[2], Arwizet. K[3], Yolli Fernanda[4]

[1234]Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
e-mail: Yovindradifa@gmail.com, doriyuvenda@ft.unp.ac.id, arwizet@ft.unp.ac.id, yollifernanda@ft.unp.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengkaji performa mesin seperti daya, torsi, konsumsi bahan bakar spesifik, efesiensi thermal, dan *smoke emissions* pada mesin diesel dengan campuran bahan bakar biodesel minyak kelapa sawit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa pengaruh bahan bakar dexlite dan biodiesel terhadap performa mesin dan *smoke emission.* Metode pengumpulan data pada penelitian adalah analisa kuantitatif dengan melakukan eksperimen terhadap mesin diesel dengan bahan bakar dexlite dan bahan bakar biodiesel (B30, B40, B50, B50, B60, B70) dengan melakukan pengetesan motor diesel dengan beban konstan di 2000 Rpm dengan variasi beban 1000, 2000, 3000, dan 4000 watt. Hasil uji performa menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar B70 pada beban 4000 watt menghasilkan torsi dan daya tertinggi dibandingkan dengan dexlite. Pada uji *smoke emission*, bahan bakar biodiesel menghasilkan nilai terendah pada beban 4000, namun nilai tertinggi pada bahan bakar dexlite dengan beban yang sama yakni 4000 watt. Kesimpulannya, penggunaan bahan bakat B70 dapat meningkatkan performa mesin dan menurunkan *smoke emission* pada beban 4000 watt yang artinya lebih ramah lingkungan.

Kata kunci: *Mesin Diesel, Dexlite, Biodiesel, Performa, Smoke Emission*

Abstract

This study examines engine performance such as power, torque, specific fuel consumption, thermal efficiency, and *smoke emissions* in diesel engines with palm oil biodesel fuel blends. The purpose of this study is to determine how the effect of dexlite and biodiesel fuel on engine performance and *smoke emissions.* The method of data collection in the research is quantitative analysis by conducting experiments on diesel engines with dexlite fuel and biodiesel fuel (B30, B40, B50, B50, B60, B70) by testing diesel motors with constant load at 2000 Rpm with load variations of 1000, 2000, 3000, and 4000 watts. The performance test results show that the use of B70 fuel at a load of 4000 watts produces the highest torque and power compared to dexlite. In the *smoke emission* test, biodiesel fuel produces the lowest value at a load of 4000, but the

highest value in dexlite fuel with the same load of 4000 watts. In conclusion, the use of B70 talent can improve engine performance and reduce *smoke emission* at a load of 4000 watts, which means it is more environmentally friendly.

Keywords: *Diesel Engine, Dexlite, Biodiesel, Performance, Smoke Emission*

PENDAHULUAN

Kelangkaan bahan bakar fosil merupakan masalah serius yang diakui secara global, akibat eksplorasi besar-besaran yang dilakukan oleh berbagai negara di seluruh dunia (Darmana 2017). Cadangan energi akan segera habis jika tidak ditemukan ladang baru untuk gas alam dan minyak bumi. Pada tahun 2030, diperkirakan Indonesia akan mengimpor sekitar 540 juta barel minyak per tahun, atau setara dengan 1,5 juta barel per hari (Diwyanto and Priyanti 2009).

Kemudian juga penggunaan bahan bakar berbasis minyak bumi menyebabkan polusi udara akibat dari proses pembakaran. Polusi udara yang disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar minyak berkontribusi pada pencemaran udara secara global (Kurnia and Sudarti 2021). Emisi ini dihasilkan dari proses pembakaran dalam silinder mesin, menghasilkan gas dan partikel sisa pembakaran yang mengandung polutan berbahaya bagi Kesehatan (Mara et al. 2019). Penelitian yang dilakukan (Fanani 2016) dengan berjudul "Uji Prestasi dan Emisi Gas Buang Kendaraan dengan Bahan Bakar Biodiesel Nyamplung (Calophyllum inophyllum)" bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan biodiesel nyamplung terhadap performa mesin dan emisi gas buang, khususnya opasitas (kepekatan asap). Penelitian ini membandingkan performa antara penggunaan 100% bahan bakar solar Pertamina dan 100% biodiesel nyamplung pada mobil Isuzu Panther pick-up. Data uji daya mesin diambil pada putaran 3500 rpm, sementara data torsi diukur pada putaran 2000 rpm. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan biodiesel nyamplung menghasilkan daya sebesar 35,73 HP dan torsi 103,4 Nm. Sebagai perbandingan, bahan bakar solar Pertamina menghasilkan daya sebesar 38,47 HP dan torsi 106,97 Nm. Untuk uji emisi gas buang berupa opasitas pada kondisi bukaan katup gas penuh (wide open throttle), biodiesel nyamplung mencatat opasitas sebesar 96,23%, sedangkan solar Pertamina mencapai 100%.

Secara keseluruhan, kendaraan yang menggunakan biodiesel nyamplung menghasilkan daya, torsi, dan tingkat opasitas yang lebih rendah dibandingkan dengan kendaraan yang menggunakan solar Pertamina, menunjukkan penurunan performa namun dengan emisi yang sedikit lebih bersih. Penelitian ini menyimpulkan bahwa bahan bakar fosil masih menyumbang tingkat polusi udara yang tinggi, sehingga diperlukan solusi alternatif, seperti penggunaan bahan bakar biodiesel dari minyak kelapa sawit. Indonesia sendiri merupakan salah satu produsen biodiesel terbesar di dunia, dengan produksi mencapai 51,9 juta ton pada tahun 2019.

Biodiesel merupakan bahan bakar yang dihasilkan dari sumber alami seperti minyak nabati, lemak hewani, atau minyak goreng bekas yang didaur ulang. Bahan bakar ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan solar berbasis fosil. Salah satu

kelebihan utama biodiesel adalah sifatnya yang terbarukan karena berasal dari produk pertanian (Suryatini and Made 2023). Selain itu, biodiesel memiliki angka setana yang tinggi, tingkat kelarutan yang rendah, serta bebas dari kandungan belerang. Keuntungan lainnya adalah biodiesel dapat diproduksi dalam skala industri kecil, sehingga dapat mendukung peningkatan ekonomi di sektor pertanian (Sholihin and Arifa 2024).

Penggunaan bahan bakar biodiesel (B100) telah banyak diteliti pada mesin diesel, termasuk oleh (Saputro and Abdurrahman 2022) dalam penelitiannya yang berjudul "Karakteristik Unjuk Kerja Mesin Diesel Menggunakan Bahan Bakar B100 dan B20 dalam Jangka Panjang." Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar B100 umumnya menghasilkan daya, torsi, dan efisiensi termal yang sedikit lebih rendah, meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Secara spesifik, bahan bakar B100 mencatat daya sebesar 3,88 kW, torsi 16,43 Nm, dan efisiensi termal 15,3%. Sementara itu, bahan bakar B20 menunjukkan daya sebesar 3,96 kW, torsi 16,55 Nm, dan efisiensi termal 15,1%.

Meskipun biodiesel B100 menghasilkan performa yang sedikit lebih rendah dibandingkan bahan bakar B20, hasil ini menunjukkan bahwa biodiesel B100 masih belum mampu memberikan performa mesin yang lebih unggul dibandingkan dengan bahan bakar diesel standar (Sandhiyoga 2020).

Berdasarkan permasalahan dengan penggunaan bahan bakar (B100) pada mesin diesel, maka solusi yang diberikan para peneliti adalah dengan mencampurkan bahan bakar biodiesel (B100) dengan bahan bakar solar (B0) seperti (Havendri 2008) telah melakukan penelitian dengan judul "kaji eksperimental perbandingan prestasi dan emisi gas buang motor bakar diesel menggunakan bahan bakar campuran solar dengan biodiesel CPO sawit, minyak jarak, dan minyak kelapa". Dalam peneltian ini menunjukkan bahwa prestasi mesin tidak ada perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan pemakaian solar murni, pemakaian campuran bahan bakar tersebut secara langsung tanpa modifikasi pada mesin juga dapat dilakukan. Dari emisi gas buangnya, maka campuran bahan bakar solar dengan biodiesel akan memberikan emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan. Dari ketiga macam campuran bahan bakar tersebut yang paling baik digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti solar adalah biodiesel minyak jarak, terutama dengan campuran biodiesel di bawah 30% (Wahyuni, Kadarwati, and Latifah 2011). Namun, penggunaan persentase campuran bahan bakar biodesel dengan bahan bakar solar masih di bawah 30%, sedangkan potensi penggunaan campuran bahan bakar biodiesel masih bisa di maksimalkan (bahan bakar nabati 2008).

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka peneliti melakukan penelitan menggunakan campuran bahan bakar biodiesel *palm oil* dengan konsentari biodiesel yang lebih banyak (di atas 30%) pada mesin diesel 1 silinder,sehingga dapat di analisis performa mesin seperti daya, torsi, konsumsi bahan bakar, dan efesiensi thermal serta menganalisis *smoke emission* yang dihasilkan dari proses pembakaran.

METODE

Metode penelitian dalam artikel ini dilaksanakan pada Juli hingga Oktober 2024 di Laboratorium Pengujian Kendaraan Otomotif, Universitas Negeri Padang. Alat-alat yang digunakan meliputi mesin Yanmar TF105MR-di, gelas ukur 50ml, *smoke tester, stopwatch, tachometer,* dan beban lampu 5000 watt. Penelitian ini menggunakan bahan bakar dexlite dan campuran bahan bakar biodiesel minyak kelapa sawit dengan konsentrasi 30% hingga 70% interval 10. Kemudian dilakukan pengujian pada mesin diesel dengan beban lampu (1000,2000,3000,4000) watt persetiap proporsi bahan bakar. Data dari pengujian ini dianalisis untuk mengevaluasi sifat setiap bahan bakar, serta menentukan komposisi optimal untuk campuran bahan bakar bidoesel yang diteliti.

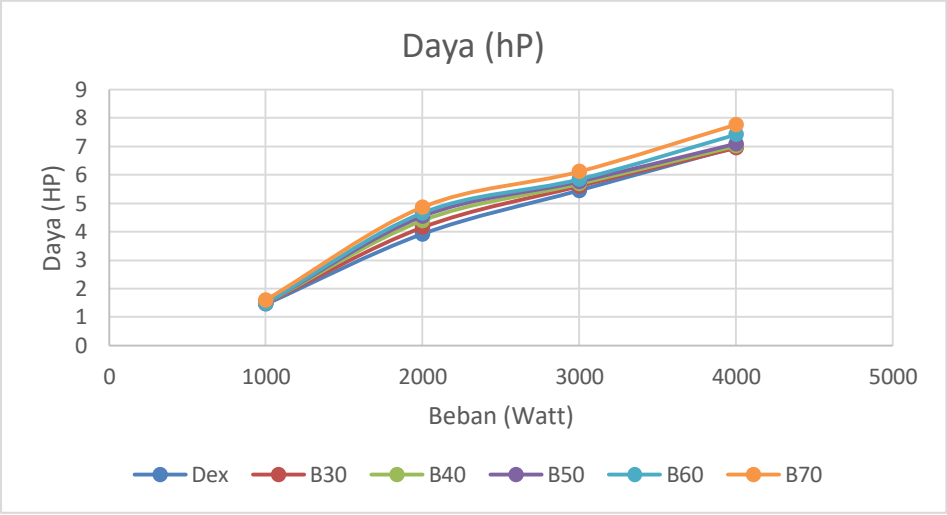
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Uji Performa Mesin

a. Daya

Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel maka dapat ditabulasikan grafik daya fungsi beban pada mesin diesel sebagai berikut:

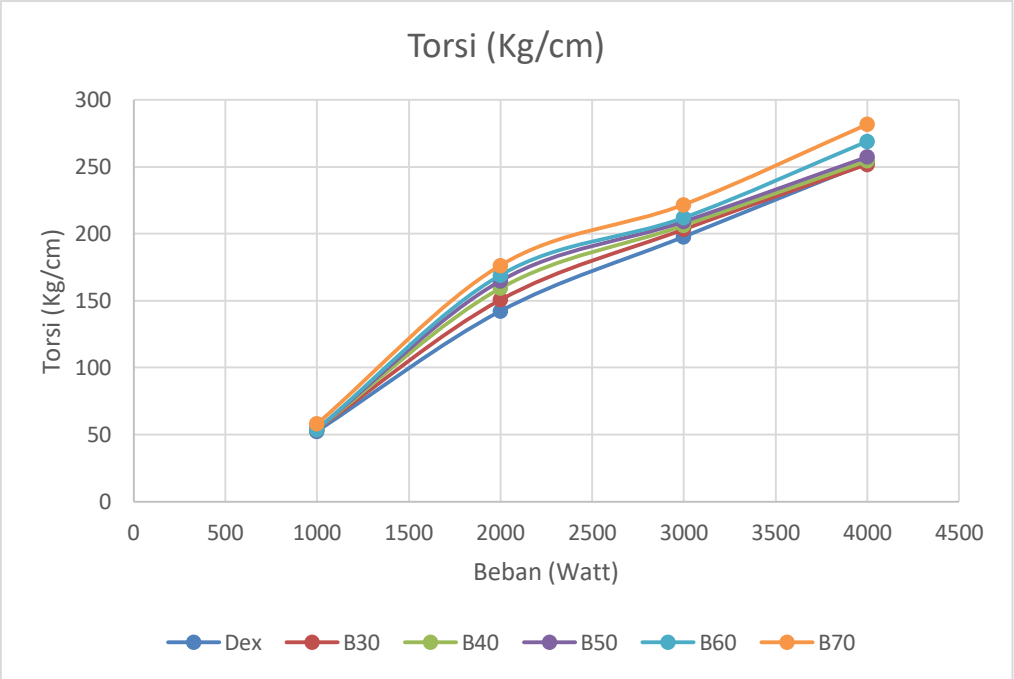


Gambar 1. Grafik daya mesin diesel dengan putaran konstan 2000 Rpm

Dari pengujian daya pada putaran konstan 2000 Rpm didapat daya tertinggi pada bahan bakar biodiesel B70 dengan campuran 70% yakni sebesar 7,76 Hp dengan beban pada 4000 Watt dan daya terendah pada bahan bakar Dexlite yakni sebesar 6,97 Hp dengan beban 1000 watt. Hal ini diakibatkan karena nilai cetane pada setiap bahan bakar yang berbeda, semakin tinggi nilai centana, semakin cepat bahan bakar menyala yang mengakibatkan pembakaran lebih efisien dan daya yang lebih tinggi (Topayung et al., 2024).

b. Torsi

Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel maka dapat ditabulasikan grafik torsi fungsi beban pada mesin diseel sebagai berikut



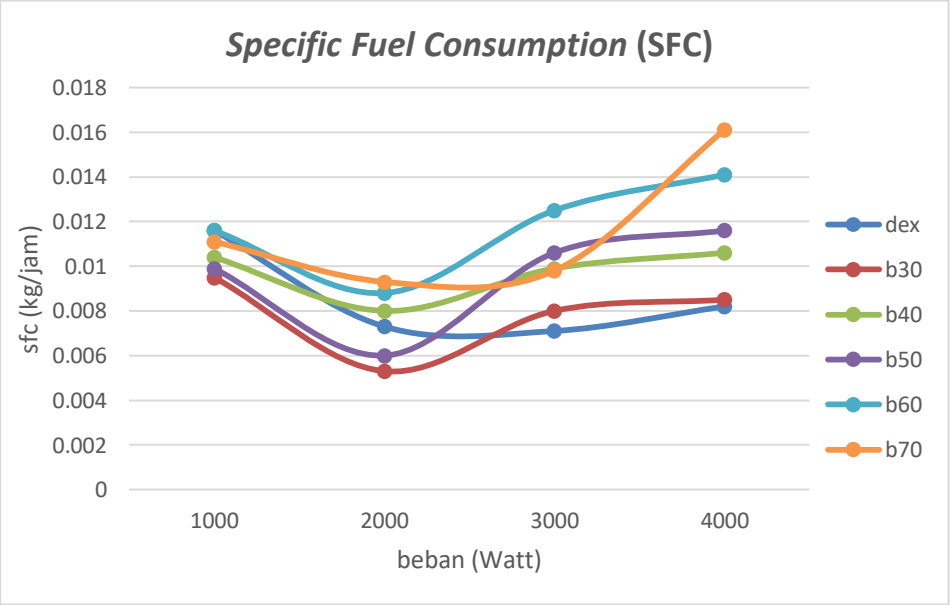
Gambar 2. Grafik torsi pada mesin diesel dengan putaran konstan 2000 Rpm

Dari pengujian Torsi pada putaran konstan 2000 Rpm didapat daya tertinggi pada bahan bakar biodiesel dengan campuran 70% yakni sebesar 281,72 Kg/cm dengan beban di 4000 watt dan Torsi terendah pada bahan bakar Dexlite yakni sebesar 52,64 kg/cm dengan beban 1000 watt. Saat beban yang diterapkan pada mesin meningkat, torsi yang dihasilkan oleh mesin juga meningkat, karena mesin harus menghasilkan lebih banyak gaya untuk mengatasi beban yang lebih besar.

Hal ini dapat dilihat pada grafik 2. mengalami kenaikan dengan selisih yang tidak terlalu jauh dari bahan bakar dexlite sampai bahan bakar Biodiesel (B30,B40,B50,B60,B70) dengan variasi beban dari 1000 watt hingga 4000 watt dengan putaran konstan 2000 Rpm. . Berdasarkan hasil penelitian maka bahan bakar dexlite memiliki porsi yang paling rendah, sehingga bahan bakar biodiesel (B30, B40, B50, B60, B70) lebih cocok digunakan pada mesin diesel untuk meningkatkan torsi pada mesin diesel.

c. SFC (*specific fuel compsumsion)*

Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel maka dapat ditabulasikan grafik SFC (*specific fuel compsumsion)* fungsi beban pada mesin diesel sebagai



berikut :

Gambar 3. Grafik *Specific Fuel Consumption* (SFC) pada mesin diesel dengan putaran konstan 2000 Rpm

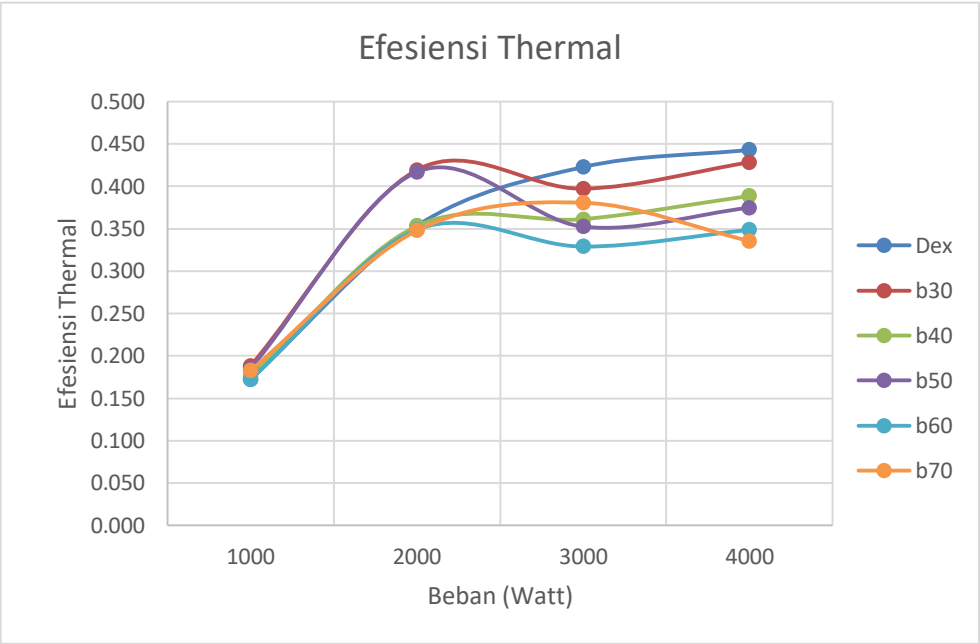
Pada grafik dapat dilihat pada beban 2000 watt cenderung mengalami penurunan konsumsi bahan bakar dexlite maupun biodiesel. Dan pada beban 3000 sampai dengan 4000 mengalami kenaikan konsumsi bahan bakar.

Bahan bakar B70 menghasilkan SFC yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan bahan bakar dexlite dan campuran bahan bakar biodiesel (B30,B40,B50,B60) pada beban 4000 watt. Hal tersebut dikarenakan karakteristik bahan bakar B70 yang nilai cetana yang lebih rendah, memiliki nilai viskositas, dan densitas yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar campuran yang lebih rendah (Fanani, G. 2016).

Dari data penelitian SFC dapat disimpulkan bahwa efisiensi penggunaan bahan bakar dexlite maupun biodiesel lebih optimal pada beban 2000 watt. SFC pada Beban 3000 dan 4000 watt cenderung meningkat terutama pada bahan bakar B70 memiliki nilai SFC paling tinggi pada beban 4000 watt, sehingga bahan bakar dexlite lebih efisien dalam uji SFC pada beban rendah hingga tinggi (Wu et al., 2020).

d. Efisiensi Thermal

Berdasarkan hasil pengujian performa mesin diesel maka dapat ditabulasikan grafik efisiensi thermal fungsi beban mesin diesel sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik efisiensi thermal pada mesin diesel dengan putaran konstan 2000 Rpm

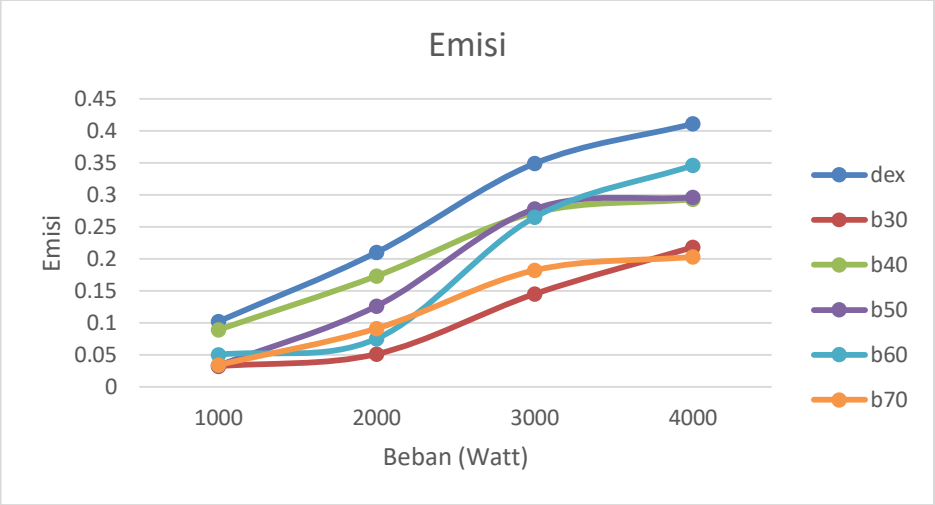
Grafik pengujian efisiensi thermal pada beban 2000 watt cenderung mengalami kenaikan pada bahan bakar dexlite maupun biodiesel, seiring pertambahan beban di 3000 watt bahan bakar dexlite mengalami peningkatan efisiensi thermal sampai dengan beban 4000 watt. Bahan bakar B70 mengalami kenaikan pada beban 3000 dan turun pada beban 4000 watt.

Semua jenis bahan bakar pada beban 1000 watt menunjukan peningkatan efisiensi thermal saat beban 1000 hingga 4000 watt. Hal ini disebabkan karena mesin bekerja lebih efisien pada beban yang lebih tinggi sehingga meningkatkan konversi energi bahan bakar menjadi energi mekanik (Kusuma et al. 2017).

Uji *Smoke Tester*

a. *Smoke emission*

Berdasarkan hasil pengujian *smoke tester* pada meisin diesel, maka dapat ditabulasikan grafik *smoke emission* fungsi beban pada mesin diesel sebagai berikut:



Gambar 5. *smoke emission* pada mesin diesel dengan putaran konstan 2000 Rpm

Pada grafik pengujian emisi dari beban 1000 sampai dengan 4000 menggunakan bahan bakar dexlite dan bahan bakar biodiesel (B30,B40,B50,B60,B70) trus mengalami kenaikan. Uji emisi tertinggi yakni pada bahan bakar Dexlite yakni 10,2% pada Beban 4000 watt dan uji emisi terendah pada bahan bakar B70 pada Beban 1000 watt.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka, dapat disimpulkan hasil penelitian yang dilakukan pada mesin diesel Yanmar TF105 MR-di telah dilakukan uji performa mesin dan *Smoke tester* dapat diketahui hasil analisis bahwa penggunaan bahan bakar biodisel lebih menigkatkan torsi dan daya mesin dari pada menggunakan bahan bakar Dexlite dengan variasi Beban dilakukan saat pengujian 1000,2000,3000 dan 4000 watt dengan putaran konstan di 2000 Rpm. Pada uji *Smoke Emission* bahan bakar biodiesel (B30, B40, B50, B60, B70) lebih mampu menurunkan kadar *Smoke emission* dari pada bahan bakar Dexlite dengan putaran konstan pada 2000 Rpm dari beban 1000 hingga 4000 watt.

DAFTAR PUSTAKA

Darmana, Eka. 2017. “Studi Eksperimental EGT Dan Smoke Opacity Pada Mesin Diesel Menggunakan Bahan Bakar Campuran Jatropha Dengan Sistem Cold EGR.” *Eksergi: Jurnal Teknik Energi* 13 (2).

Diwyanto, Kusuma, and Atien Priyanti. 2009. “Pengembangan Industri Peternakan Berbasis Sumber Daya Lokal.” *Pengembangan Inovasi Pertanian* 2 (3): 208–28.

Fanani, Guarsi. 2016. “Uji Prestasi Dan Emisi Gas Buang Kendaraan Dengan Bahan Bakar Biodiesel Nyamplung (Calophyllum Inophyllum).” *Skripsi, Universitas Negeri, Semarang*.

Havendri, Adly. 2008. “Kaji Eksperimental Prestasi Dan Emisi Gas Buang Motor Bakar Diesel Menggunakan Variasi Campuran Bahan Bakar Biodiesel Minyak Jarak (Jatropha Curcas L) Dengan Solar.” *Jurnal TeknikA*, no. 20.

Kurnia, Alfi, and Sudarti Sudarti. 2021. “Efek Rumah Kaca Oleh Kendaraan Bermotor.” *Gravitasi* 4 (02): 1–9.

Mara, I M, I M Nuarsa, I B Alit, and I M A Sayoga. 2019. “Analisis Emisi Gas Buang Kendaraan Berbahan Bakar Etanol.” *Dinamika Teknik Mesin* 9 (1): 45–57.

N, Tim Nasional Pengembangan B B. 2008. *BBN, Bahan Bakar Nabati: Bahan Bakar Alternatif Dari Tumbuhan Sebagai Pengganti Minyak Bumi Dan Gas*. Niaga Swadaya.

Sandhiyoga, Geza. 2020. “Analisis Karakteristik Spray Biodiesel Dan Campurannya Dengan Variasi Temperatur Injeksi.”

Saputro, Bayu Aji, and Abdurrahman Abdurrahman. 2022. “Karakteristik Biodiesel Dari Campuran Bahan Bakar Dexlite Dan Minyak Jelantah Tanpa Perlakuan Pada Mesin Diesel.” *Jurnal Teknik Kimia* 28 (2): 51–59.

Sholihin, Muhammad Fikri, and Qonitha Arifa. 2024. “Pra Rancangan Pabrik Biodiesel Dari Palm Fatty Acid Distillate Dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun.” Universitas Islam Indonesia.

Suryatini, Kadek Yuniari, and Milati Ni Made. 2023. “Pemanfaatan Potensi Minyak Goreng Bekas (Jelantah) Sebagai Biodiesel.” *Emasains: Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains* 12 (1): 116–24.

Topayung, C. Y. (2024) Karakteristik dan Temperatur Nyala Api Pembakaran Biodiesel Berdasarkan Kadar Fatty Acid Methyl Esters. *Journal of Mechanical Design and Testing*, *6*(1), 45-53.

Wahyuni, Sri, Sri Kadarwati, and Latifah Latifah. 2011. “Sintesis Biodiesel Dari Minyak Jelantah Sebagai Sumber Energi Alternatif Solar.” *Sainteknol: Jurnal Sains Dan Teknologi* 9 (1).

Wu, G., Ge, J. C., & Choi, N. J. (2020). A comprehensive review of the application characteristics of biodiesel blends in diesel engines. *Applied Sciences (Switzerland)*, *10*(22), 1–31.