



Uji Performa Mesin Diesel Isuzu C190 Menggunakan Campuran Bahan Bakar Biodiesel Minyak Jelantah 30% Dengan Pertamina Dex 70%

Luqmaanul Chakiim¹, Slamet Supriyadi², Rifki Hermana³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

Email : luqmaanulchakiim@gmail.com

Abstrak - Latar belakang penelitian ini untuk meneliti performa mesin diesel Isuzu C190 dengan campuran bahan bakar antara biodiesel minyak jelantah 30% dengan pertamina dex 70%. Sebagaimana dilakukannya pengujian ini yaitu untuk analisis torsi, daya, konsumsi bahan bakar pada mesin diesel. Tujuan penelitian ini adalah: 1. Membuat alat praktikum pengujian performa mesin diesel dengan beban dynotest, 2. Mengetahui Pengaruh waktu dan variasi beban pada dynotest terhadap performa mesin diesel Isuzu C190, 3. Mengetahui perbandingan hubungan daya output dengan konsumsi bahan bakar, putaran mesin, dan efisiensi pada pengujian performa mesin diesel Isuzu C190, 4. Mengetahui perbandingan hubungan antara torsi dengan konsumsi bahan bakar, putaran mesin, dan efisiensi pada pengujian performa mesin diesel Isuzu C190. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Hasil penelitian 1. Alat praktikum pengujian performa pada mesin diesel dengan dynotest berhasil dibuat dan bisa digunakan untuk pengujian performa mesin diesel dengan bahan bakar yang berbeda. 2. Semakin lama waktu pengujian semakin tinggi efisiensi, dan semakin banyak beban yang diberikan semakin tinggi juga efisiensinya. 3. Daya keluar dengan konsumsi bahan bakar, putaran mesin dan efisiensi, semakin besar daya yang keluar maka semakin besar konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin diesel, semakin besar daya yang keluar maka putaran mesin akan mengalami penurunan, dan semakin besar daya yang keluar maka semakin besar efisiensi. 4. Torsi dengan konsumsi bahan bakar, putaran mesin, dan efisiensi, semakin besar torsi maka semakin besar juga konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin diesel, semakin besar torsi maka putaran mesin akan mengalami penurunan, dan semakin besar torsi maka semakin besar efisiensi.

Kata kunci : Biodiesel Minyak Jelantah, Pertamina Dex, Dynotets, Mesin Diesel

PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak bumi diperkirakan akan habis jika dieksploitasi secara besar besaran. Ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bumi dapat dikurangi dengan cara memanfaatkan bahan bakar biodiesel, dimana bahan bakunya masih sangat besar untuk dikembangkan (Kapuji et al., 2021). Biodiesel merupakan bahan yang sangat potensial digunakan sebagai pengganti bahan bakar diesel. Hal ini disebabkan karena bahan bakunya yang berasal dari minyak nabati, dapat diperbaharui, dapat dihasilkan secara periodik dan mudah diperoleh. Selain itu harganya relatif stabil dan produksinya mudah disesuaikan dengan kebutuhan. Biodiesel juga merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan, tidak mengandung belerang sehingga dapat mengurangi kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh hujan asam (rain acid) (Aziz, 2010). Berdasarkan hasil evaluasi kelayakan beberapa bahan baku biodiesel, telah menentukan bahwa jenis minyak nabati yang paling layak digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak goreng bekas (minyak jelantah). Pengolahan biodiesel dari minyak jelantah merupakan cara yang efektif untuk menurunkan harga jual biodiesel karena murahnya biaya bahan baku. Selain itu pemanfaatan minyak goreng dapat juga mengatasi masalah pembuangan limbah minyak dan Kesehatan Masyarakat (Kapuji et al., 2021). Biodiesel telah banyak diaplikasikan sebagai campuran bahan bakar diesel, karena hasil pembakarannya lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar jenis fosil. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengembangkan biodiesel yang layak diaplikasikan pada mesin diesel. Penelitian ini melakukan pengujian unjuk kerja mesin diesel menggunakan bahan bakar campuran pertamina dex dan biodiesel dari minyak jelantah. Pertamina dex digunakan sebagai campuran karena pertamina dex merupakan jenis bahan bakar diesel fosil yang menghasilkan kinerja terbaik dibandingkan bahan bakar diesel fosil lainnya. (Wafir et al., 2020).

Dengan melakukan uji performa mesin diesel menggunakan campuran bahan bakar antara pertamina dex dan biodiesel minyak jelantah, diharapkan dapat memberikan wawasan baru tentang potensi dan kinerja bahan bakar alternatif ini dalam mengurangi dampak lingkungan dari sektor transportasi dan industri.

Tujuan dalam penelitian ini, yaitu: 1. Membuat alat praktikum pengujian performa mesin diesel dengan beban dynotest. 2. Mengetahui pengaruh waktu dan variasi beban pada dynotest terhadap performa mesin diesel Isuzu C190 dengan bahan bakar campuran antara biodiesel minyak jelantah 30% dengan Pertamina dex 70%. 3. Mengetahui pengaruh hubungan antara daya output dengan konsumsi



bahan bakar, putaran mesin, dan efisiensi pada pengujian performa mesin diesel Isuzu C190 dengan bahan bakar campuran antara biodiesel minyak jelantah 30% dengan Pertamina dex 70%. 4. Mengetahui perbandingan hubungan antara torsi dengan konsumsi bahan bakar, putaran mesin, dan efisiensi pada pengujian performa mesin diesel Isuzu C190 dengan bahan bakar campuran antara biodiesel minyak jelantah 30% dengan Pertamina dex 70%.

A. Motor diesel

Motor bakar Diesel atau dikenal dengan Mesin Diesel adalah mesin yang menghasilkan tenaga mekanis melalui proses pembakaran bahan bakar di dalam mesin (internal combustion) dengan menggunakan panas kompresi untuk menyalakan bahan bakar sehingga menghasilkan tenaga untuk memutar batang torak atau piston (Philip Kristanto & Rahardjo Tirtoatmodjo, 2000). Pada dasarnya siklus termodinamika mesin Diesel sama dengan siklus termodinamika mesin bensin. Perbedaannya hanya pada proses pembakarannya, mesin Diesel hanya menggunakan tekanan adiabatik untuk menaikkan temperatur dan tekanan dari udara hisap, tidak menggunakan busi layaknya mesin bensin untuk penyalaan bahan bakarnya.

B. Pertamina Dex

Pertamina Dex merupakan bahan bakar mesin diesel modern yang telah memenuhi dan mencapai standar emisi gas buang EURO 2, memiliki angka performatinggi dengan cetane number 53 keatas, memiliki kualitas tinggi dengan kandungan sulfur di bawah 300 parts per million (PPM), jenis BBM ini direkomendasikan untuk mesin diesel teknologi injeksi terbaru (Diesel Common Rail System), sehingga pemakaian bahan bakarnya lebih irit dan ekonomis serta menghasilkan tenaga yang lebih besar. Serta, memiliki titiknyala api pada suhu diatas 55°C (131°F).

C. Biodiesel

Biodiesel adalah suatu energi pengganti yang berasal dari sumber yang dapat diperbarui, yaitu minyak nabati dan lemak hewan. Biodiesel dapat dibuat secara kimiawi dengan cara mencampurkan minyak nabati atau hewani dengan methanol atau ethanol dalam lingkungan katalis asam, basa atau enzim. Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang dapat digunakan pada mesin disel. Sifat-sifat fisik dan kimiawi biodiesel mirip dengan bahan bakar diesel atau solar (Kurdi, 2006).

D. Dynotest

Dynotest adalah metode pengujian performa mesin kendaraan, baik mobil maupun sepeda motor, dengan menggunakan alat yang disebut dynamometer. Dynotest bertujuan untuk mengukur daya, torsi, dan kecepatan tertinggi yang dapat dicapai oleh mesin kendaraan. Beban pada dynotest adalah beban yang diberikan pada mesin kendaraan saat diuji dengan dynotest. Beban ini biasanya diberikan untuk meniru kondisi penggunaan kendaraan di jalan raya, sehingga pengujian dapat memberikan hasil yang lebih akurat dan realistis.

E. Uji Performa Mesin

Motor diesel disebut juga dengan motor bakar atau mesin pembakaran dalam karena perubahan tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanik dilaksanakan didalam mesin itu sendiri, didalam silinder itu terjadi pembakaran antara bahan bakar biosolar dengan oksigen yang berasal dari udara.

1. Torsi

Torsi merupakan parameter indikator yang cukup baik untuk mengetahui kemampuan mesin dalam melakukan suatu usaha. Torsi didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada jarak tertentu dan memiliki satuan Nm atau lbf-ft. Besar torsi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$T = K \times r \text{ (satuan)} \dots\dots\dots (2.1) \text{ (Subagyo, 2017)}$$

Dengan :

T = torsi (Kg m) kilogram

meter K = beban (kg)

kilogram

R = jari –jari alat (m) meter



2. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar merupakan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi per satuan unit daya yang dihasilkan per jam operasi. Besarnya konsumsi bahan bakar spesifik dapat dihitung dengan

persamaan sebagai berikut :

$$Q_s = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot s/t \dots\dots\dots (2.2)(\text{Subagyo, 2017})$$

Dengan :

Q_s = Konsumsi bahan bakar (m^3/s) meter kubik per second

D = Diameter tabung bahan bakar (m) meter

S = Penurunan bahan bakar (mm)

milimeter t = Waktu (detik)

3. Daya

Daya adalah suatu istilah yang digunakan untuk menyatakan seberapa besar kerja yang dapat dilakukan dalam suatu periode waktu tertentu. Daya tersebut dipengaruhi oleh putaran mesin dan torsi yang dihasilkan mesin. Daya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$P_{out} = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60 \cdot 75} (\text{Hp}) \quad 1\text{Hp} = 746 \text{ Watt} \dots\dots\dots (2.3)(\text{Subagyo, 2017})$$

Dengan :

$$P_{out} = \text{Daya output (Hp)} \dots\dots\dots (2.4)(\text{Subagyo, 2017})$$

η = Putaran mesin (Rpm)

T = torsi (Kg m) kilogram meter

$$P_{in} = Q_s \cdot P_s \cdot C_s (\text{Watt}) \dots\dots\dots (2.5)(\text{Subagyo, 2017})$$

P_{in} = Daya input

Q_s = Konsumsi bahan

bakar P_s = Massa jenis

bahan bakar C_s = Nilai

kalor bahan bakar

4. Efisiensi

Efisiensi adalah ukuran seberapa efektif suatu system atau mesin dalam melakukan kerja atau mengubah energi yang diberikan menjadi hasil yang diinginkan. Semakin tinggi efisiensi mesin, semakin efektif mesin tersebut dalam menghasilkan kerja dengan menggunakan energi yang diberikan. Efisiensi dicari dengan persamaan:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.6)(\text{Subagyo, 2017})$$

Dengan:

η = Efisiensi

P_{out} = Daya output

P_{in} = Daya input

METODE

Metode penelitian ini adalah penelitian eksperimen (true experiment), diartikan sebagai metode yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali, metode ini digunakan atas dasar pertimbangan bahwa sifat penelitian eksperimental yaitu mencoba sesuatu untuk mengetahui atau akibat dari suatu perlakuan. Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Kampus 3 Universitas PGRI Semarang, dengan fokus penelitian analisis pengaruh penggunaan bahan bakar campuran Biodiesel minyak jelantah 30% dengan Pertamina dex 70% terhadap performa pada mesin diesel. Populasi dalam penelitian ini adalah proses uji performa mesin diesel menggunakan bahan bakar campuran Biodiesel minyak jelantah 30% dengan Pertamina dex 70%. Sampel dalam penelitian ini adalah hasil performa mesin diesel menggunakan bahan bakar campuran Biodiesel minyak jelantah



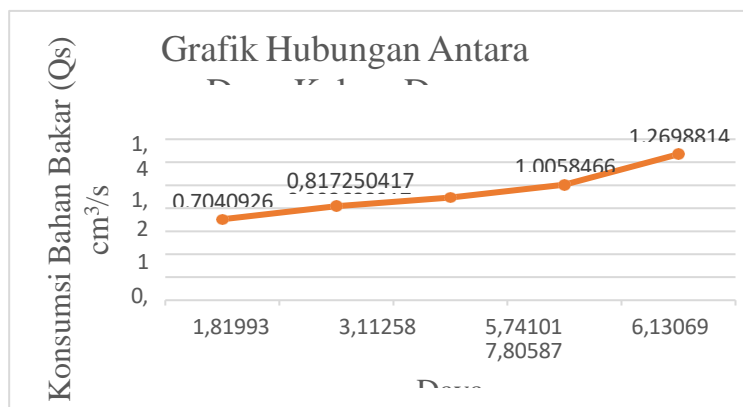
dengan Pertamina dex 70%. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah setengah putaran katup, satu putaran katup, satu setengah putaran katup, dua putaran katup, dua setengah putaran katup. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar.

Proses penelitian ini dimulai dari studi literatur, perbaikan alat, persiapan bahan, pengujian performa mesin diesel, proses pengambilan data, analisis data, kesimpulan. Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu mesin diesel, dynotest, amperemeter, tachometer digital, stopwatch, gelas ukur, dan bahan bakar campuran Biodiesel minyak jelantah 30% dengan Pertamina dex 70%. Persiapan yang harus dilakukan sebelum pengujian ini adalah mencampur bahan bakar Biodiesel minyak jelantah 30% dengan Pertamina dex 70%, pemeriksaan bahan bakar di dalam gelas ukur, memeriksa kondisi mesin, memeriksa alat dynotest, dan memasang semua alat uji.

Langkah-langkah pengujian adalah isi gelas ukur dengan hasil pencampuran antara bahan bakar Biodiesel minyak jelantah dengan Pertamina dex, hidupkan mesin diesel, mesin dipanaskan terlebih dahulu selama 5 menit agar mesin dalam kondisi optimal, mengatur putaran mesin 2032 RPM, mengatur pembebanan pada alat dynotest dengan memutar katup sebanyak setengah putaran katup, satu putaran katup, satu setengah putaran katup, dua putaran katup, dua setengah putaran katup, dengan waktu pengujian selama 30 detik, 60 detik, dan 90 detik, mencatat data-data yang dibutuhkan, seperti : penurunan bahan bakar, beban, dan RPM, ulangi cara-cara di atas dengan menggunakan variasi beban dan waktu yang berbeda, terakhir matikan mesin diesel. Teknik pengumpulan data dapat dilakukan dengan cara eksperimen, dan dokumentasi. Teknik analisa data yang digunakan menggunakan Metode Analisis Deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

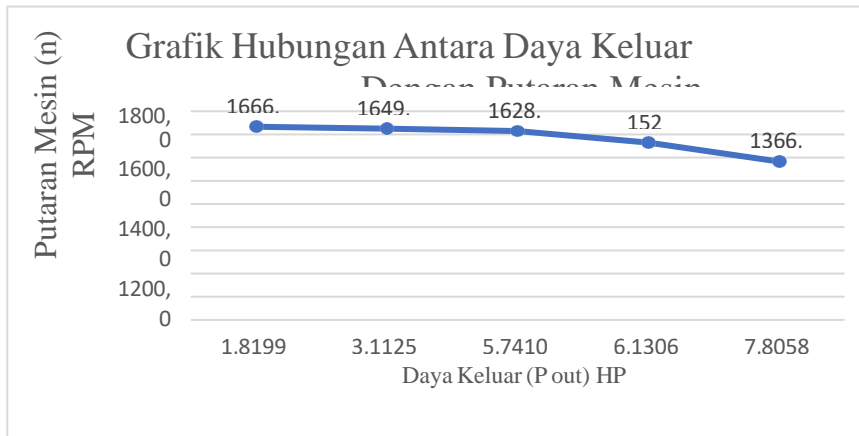
1. Grafik hubungan antara daya keluar dengan konsumsi bahan bakar.



Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Antara Daya Keluar Dengan Konsumsi Bahan Bakar.

Dari grafik perbandingan hubungan antara daya keluar dan konsumsi bahan bakar mendapatkan hasil dengan daya keluar 1,81993 HP konsumsi bahan bakar yang digunakan sebanyak 0,704092667 cm³/s. Dengan daya keluar 3,11258 HP konsumsi bahan bakar yang digunakan sebanyak 0,817250417 cm³/s. Dengan daya keluar 5,74101 HP konsumsi bahan bakar yang digunakan sebanyak 0,892688917 cm³/s. Dengan daya keluar 6,13069 HP konsumsi bahan bakar yang digunakan sebanyak 1,005846667 cm³/s. Dengan daya keluar 7,80587 HP konsumsi bahan bakar yang digunakan sebanyak 1,269881417 cm³/s. Dari grafik perbandingan hubungan antara daya keluar dengan konsumsi bahan bakar diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar daya yang keluar maka semakin banyak juga konsumsi bahan bakar yang digunakan.

2. Grafik hubungan antara daya keluar dengan putaran mesin.

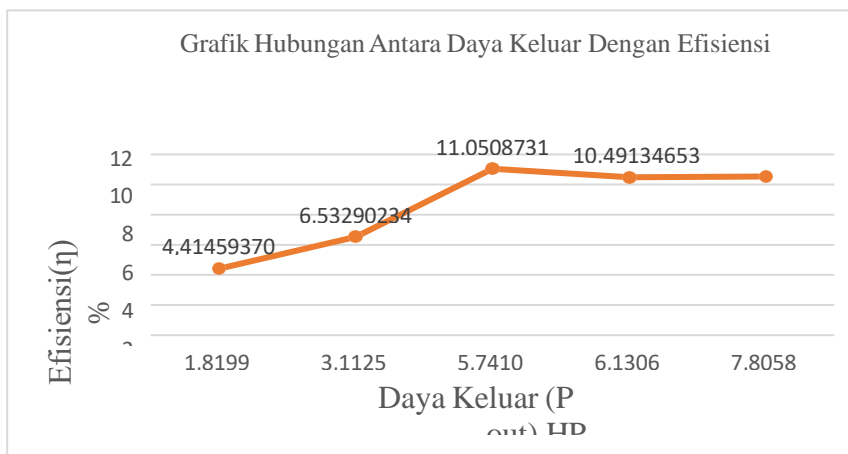


Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Antara Daya Keluar Dengan Putaran Mesin.

Dari grafik perbandingan hubungan antara daya keluar dengan putaran mesin, didapatkan hasil dengan daya keluar 1,81993 HP dengan putaran mesin 1666,3 RPM. Dengan daya keluar 3,11258 HP dengan putaran mesin 16649,7 RPM. Dengan daya keluar 5,74101 HP dengan putaran mesin 1628,3 RPM. Dengan daya keluar 6,13069 HP dengan putaran mesin 1529 RPM. Dengan daya keluar 7,80587 HP dengan putaran mesin 1366,0 RPM.

Dari grafik Perbandingan hubungan antara daya keluar dengan putaran mesin dapat disimpulkan bahwa, semakin besar daya yang keluar maka putaran mesin akan semakin mengalami penurunan.

3. Grafik hubungan antara daya keluar dengan efisiensi.

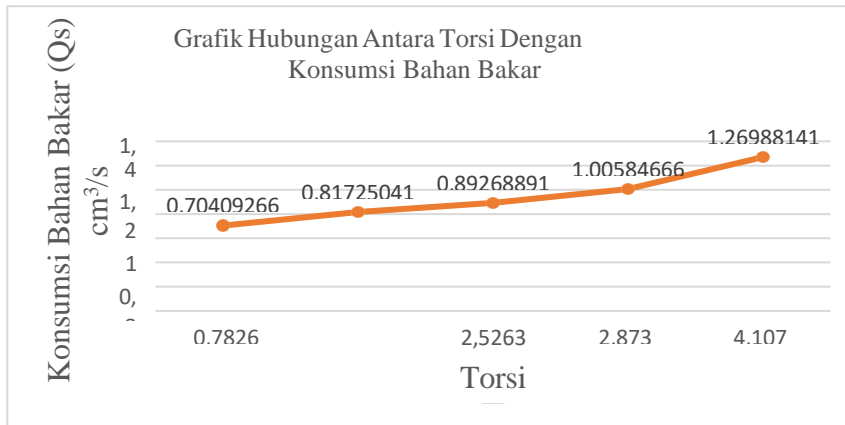


Gambar 4. 3 Grafik hubungan antara daya keluar dengan efisiensi.

Dari grafik perbandingan hubungan antara daya keluar dan efisiensi, didapatkan hasil dengan daya keluar 1,81993 HP dengan efisiensi 4,414593706 %. Dengan daya keluar 3,11258 HP dengan efisiensi 6,532902345 %. Dengan daya keluar 5,74101 HP dengan efisiensi 11,05087314 %. Dengan daya keluar 6,13069 HP dengan efisiensi 10,49134653 %. Dengan daya keluar 7,80587 HP dengan efisiensi 10,52788865 %

Dari grafik perbandingan hubungan antara daya keluar dan efisiensi disimpulkan bahwa semakin besar daya yang dikeluarkan maka semakin besar juga nilai efisiensi yang didapatkan.

4. Grafik hubungan antara torsi dengan nilai efisiensi.

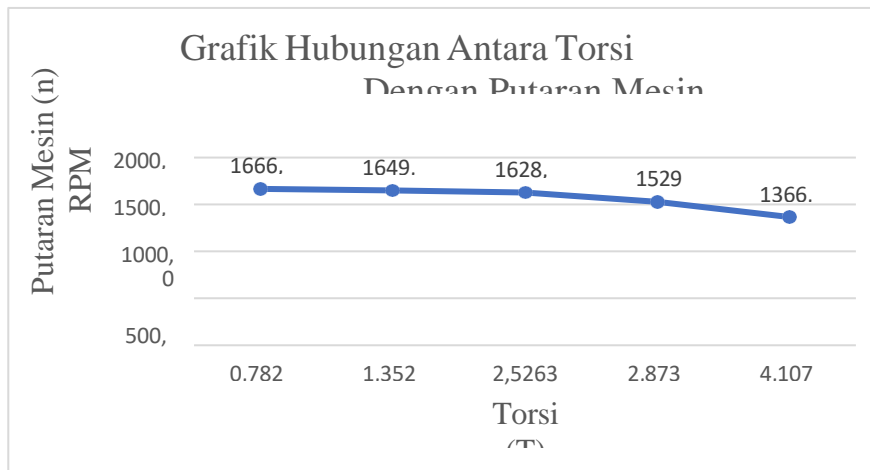


Gambar 4. 4 Grafik hubungan antara torsi dengan efisiensi.

Dari grafik perbandingan hubungan antara torsi dan konsumsi bahan bakar didapatkan hasil dengan torsi 0,7826 kg.m dan konsumsi bahan bakar sebanyak 0,704092667 cm³/s. Dengan torsi 1,3520 kg.m dan konsumsi bahan bakar sebanyak 0,817250417 cm³/s. Dengan torsi 2,5263 kg.m dan konsumsi bahan bakar sebanyak 0,892688917 cm³/s. Dengan torsi 2,8730 kg.m dan konsumsi bahan bakar 1,005846667 m³/s. Dengan torsi 4,1071 dan konsumsi bahan bakar 1,269881417 cm³/s.

Dari grafik perbandingan hubungan antara torsi dan konsumsi bahan bakar disimpulkan bahwa semakin besar torsi semakin besar juga konsumsi bahan bakar yang digunakan.

5. Grafik hubungan antara torsi dengan putaran mesin.



Gambar 4. 5 Grafik hubungan antara torsi dan putaran mesin.

Dari grafik perbandingan hubungan antara torsi dan putaran mesin didapatkan hasil dengan torsi 0,7826 kg.m dengan putaran mesin 1666,3 RPM. Dengan torsi 1,3520 kg.m dengan putaran mesin 1649,7 RPM. Dengan torsi 2,5263 kg.m dengan putaran mesin 1628,3 RPM. Dengan torsi 2,8730 kg.m dengan putaran mesin 1529 RPM. Dengan torsi 4,1071 kg.m dengan putaran mesin 1366,0 RPM.

Dari grafik perbandingan hubungan antara torsi dan putaran mesin disimpulkan bahwa semakin besar torsi maka putaran mesin akan semakin mengalami putaran.

6. Grafik hubungan antara torsi dengan efisiensi.



Gambar 4. 6 Grafik hubungan antara torsi dengan efisiensi.

Dari grafik perbandingan hubungan antara torsi dan efisiensi didapatkan hasil dengan torsi 0,7826 kg.m dengan efisiensi 4,414593706 %. Dengan torsi 1,3520 kg.m dengan efisiensi 6,532902345 %. Dengan torsi 2,5263 kg.m dengan efisiensi 11,05087314 %. Dengan torsi 2,8730 kg.m dengan efisiensi 10,49134653 %. Dengan torsi 4,1071 kg.m dengan efisiensi 10,52788865 %.

Dari grafik perbandingan hubungan antara torsi dan efisiensi disimpulkan bahwa semakin besar torsi semakin besar juga efisiensi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat praktikum pengujian performa pada mesin diesel dengan dynotest telah berhasil dibuat dan bisa digunakan untuk pengujian performa mesin diesel dengan bahan bakar campuran biodiesel minyak jelantah 30% dengan pertamina dex 70%.
2. Dari hasil pengujian semakin lama waktu pengujian semakin tinggi efisiensi, semakin banyak beban yang diberikan semakin tinggi juga efisiensinya.
3. Dari perbandingan hubungan antara daya keluar dengan konsumsi bahan bakar, putaran mesin dan efisiensi dapat disimpulkan bahwa semakin besar daya yang keluar semakin besar juga konsumsi bahan bakar yang digunakan.
4. Dari perbandingan hubungan antara torsi dengan konsumsi bahan bakar, putaran mesin, dan efisiensi dapat disimpulkan bahwa semakin besar torsi semakin besar juga konsumsi bahan bakar yang digunakan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Perlu dikaji lebih lanjut penelitian tentang pencampuran bahan bakar biodiesel minyak jelantah dengan pertamina dex untuk mendapatkan data dan sifat-sifat campuran.
2. Perlu penelitian lanjut uji performa mesin diesel dengan variable yang lain yang berkaitan dengan performa mesin menggunakan bahan bakar campuran biodiesel minyak jelantah dengan pertamina dex.
3. Perlu ada penelitian lanjut tentang uji emisi gas buang pada mesin diesel yang menggunakan bahan bakar campuran biodiesel minyak jelantah dengan pertamina dex.



4. Penelitian ini dilakukan pada mesin diesel Isuzu C190 dengan kondisi mesin yang belum optimal, diharapkan ada peneliti lanjutan dengan memperbaiki mesin tersebut atau menggunakan mesin diesel yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Andityan, D. R. (2022). Pengaruh Katalis KOH Terhadap Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*.
- Aziz, I. (2010). Uji Performance Mesin Diesel Menggunakan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia VALENSI*, 1(6). <https://doi.org/10.15408/jkv.v1i6.241>
- Bhikuning, A. (2014). Analisa Performa Mesin dengan Biodiesel Terbuat dari Virgin Coconut Oil pada Mesin Diesel. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 6(2), 123–128.
- Dex, S. P. (n.d.). *Spesifikasi Pertamina dex*. 1, 45.
- Ismail, Ka. D., & Kusumawardana, A. S. (2017). Pengaruh Variasi Campuran Bahan Bakar Solar dan Minyak Jelantah Terhadap Performa Mesin Diesel. *Jurnal Pendidikan Mandala*, 2(2), 171–175. <https://journal.akprind.ac.id/index.php/jurtek/article/view/2821>
- Kapuji, A., Hadi, S., & Arifin, Z. (2021). Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Jurnal Chemtech Teknik Kimia Universitas Serang Jaya*, 7(1), 1–6.
- Kurdi, O. (2006). Uji Performa Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar Yang Diproduksi Secara Enzimatis Pada Mesin Disel. *Uji Performa Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar Yang Diproduksi Secara Enzimatis Pada Mesin Disel*, 8(3), 29–34.
- Marlinda, M., Suparno, S., Ramli, R., Irwan, M., & Yandi, M. K. (2023). Performance of diesel engine with biodiesel fuel from cooking oil. *Konversi*, 12(1), 30–33. <https://doi.org/10.20527/k.v12i1.15098>
- Murdiono, A. (2017). *Kinerja Mesin Diesel dengan Bahan Bakar Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik*. http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/50146%0Ahttp://eprints.ums.ac.id/50146/16/NASKAH_PUBLIKASI.pdf
- Nasution, S. (2017). Variabel penelitian. *Raudhab*, 05(02), 1–9. <http://jurnaltarbiyah.uinsu.ac.id/index.php/raudhah/article/view/182>
- Philip Kristanto, & Rahardjo Tirtoatmodjo. (2000). Pengaruh Suhu Dan Tekanan Udara Masuk Terhadap Kinerja Motor Diesel Tipe 4 Ja 1. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 7–14. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/view/15913>
- Ramadan, H. M. (2020). Performa Mesin Diesel Menggunakan Bahan Bakar Biodiesel Dicampur Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis. *Jurnal Penelitian*, 1, 1–78. <https://media.neliti.com/media/publications/142947-ID-kinerja-mesin-diesel-memakai-bahan-bakar.pdf>
- Saputro, B. A., & Abdurrahman, A. (2022). Karakteristik biodiesel dari campuran bahan bakar dexlite dan minyak jelantah tanpa perlakuan pada mesin diesel. *Jurnal Teknik Kimia*, 28(2), 51–59. <https://doi.org/10.36706/jtk.v28i2.1003>
- Subagyo, R. (2017). *Praktikum Prestasi Mesin*. 1–24.
- Sugiyono. (2008). metode penelitian kualitatif ,kualitatif dan r&d. Metode. *Metode Penelitian*, 1(5). Sugiyono. (2010). *Metode penelitian kuantitatif dan kualitatif*.
- Sugiyono. (2014). *Populasi dan sampel. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif*.
- Sugiyono, p. . (2009). populasi dan sampel. Metode Penelitian Kuantitatif ,Kualitatif Teknik Mesin Cakram, *Populasi Dan Sampel*, 2(1).
- Wafir, M., Listyadi, D., & Sakura, R. R. (2020). Analisis Unjuk Kerja Mesin Diesel Dengan Bahan Bakar Campuran Pertadex Dan Biodiesel Dari Biji Kemiri. *Rotor*, 12(2), 10. <https://doi.org/10.19184/rotor.v12i2.16839>
- Zainuri, F., Tullah, M. H., Nuriskasari, I., Subarkah, R., Widiyatmoko, W., Prasetya, S., Susanto, I., Belyamin, B., & Abdillah, A. A. (2022). Performa Kendaraan Konversi Listrik melalui Pengujian Dynotest. *Jurnal Mekanik Terapan*, 3(2), 44–49. <https://doi.org/10.32722/jmt.v3i2.4621>