

PENGARUH PENAMBAHAN *DIESEL PARTICULATE FILTER* TERHADAP UNJUK KERJA MESIN DIESEL *FOUR STROKE* DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI BAHAN BAKAR

Johan Riyan Permadi ^{1*}, Muhammad Shah, S.T., M.T. ², Edi Haryono, S.T., M.T. ³

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1}*

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia³

Email: johanriyan@student.ppn.ac.id^{1*};

Abstract - Particulate Matter (PM) emission is one of the harmful components of diesel engine exhaust gas that can harm human health and the environment. PM can reach the respiratory system and lungs and their function can be impaired. To overcome this, the Diesel Particulate Filter tool is used. This tool works by filtering out solid particles carried by the exhaust gases through the vehicle's exhaust tract. The addition of this tool will certainly affect the performance of the diesel engine. This research will experiment to analyze the performance of diesel engines using variations of biodiesel, dexlite, pertamina dex fuels on the market. In this research using rpm 1000, 1200, 1300, 1400 and load 2000 watts, 3000 watts, 4000 watts in taking performance data. The results obtained from this research are the use of DPF can capture the largest PM in 16 grams of Biodiesel fuel, followed by Dexlite 13 grams and the smallest in Pertamina Dex 11 grams. The use of DPF can increase power and torque, but the use of this tool can result in an increase in GSFC values. In this research, the largest power and torque values were obtained on Pertamina Dex fuel with DPF of 4075 watts and 27.80 Nm and the smallest GSFC value on Pertamina Dex fuel without DPF of 372 gr/Kwh.

Keyword: Diesel-Four Stroke, Diesel Particulate Filter, Diesel Performance

1. PENDAHULUAN

Emisi gas buang mesin diesel paling besar dan berbahaya adalah emisi *Particulate Matter* (PM). PM merupakan polutan yang dihasilkan oleh emisi gas buang pada mesin diesel dan dapat menimbulkan masalah kesehatan manusia apabila terhirup. PM dapat mencapai sistem respirasi dan paru-paru sehingga fungsinya dapat terganggu. PM merupakan senyawa berbentuk asap hitam tebal berukuran 100 mikron hingga kurang dari 0,01 mikron. Apabila terhirup manusia dapat mengganggu fungsi, mengendap dan menimbulkan flek hitam pada paru-paru. [1] Salah satu upaya untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan Diesel Particulate Filter (DPF). DPF merupakan teknologi efektif dalam mengurangi emisi partikulat halus dari gas buang mesin diesel. [2] Filter ini bekerja dengan menyaring partikel-partikel kecil yang dihasilkan selama proses pembakaran bahan bakar. Penggunaan DPF diharapkan dapat meningkatkan kualitas udara dan mengurangi dampak negatif terhadap kesehatan manusia serta lingkungan.

Namun, selain mengurangi emisi partikulat, penerapan DPF juga dapat mempengaruhi unjuk kerja mesin diesel. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh penambahan Diesel

Particulate Filter terhadap unjuk kerja mesin diesel empat langkah yang menggunakan tiga variasi bahan bakar mesin diesel yang ada dipasaran.

Aspek yang akan dipertimbangkan dalam penelitian ini melibatkan analisis performa mesin yang dihasilkan serta dampak dari penerapan Diesel Particulate Filter (DPF). Pemahaman mendalam tentang bagaimana DPF mempengaruhi parameter-parameter kinerja mesin ini akan membantu mengoptimalkan penggunaan teknologi tanpa mengorbankan efisiensi keseluruhan. Selain itu, penelitian ini akan memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman tentang implementasi teknologi ramah lingkungan dalam mesin diesel, serta memberikan wawasan bagi industri dan penelitian lanjutan untuk meningkatkan efisiensi dan kebersihan mesin diesel. Diharapkan, dengan menyelidiki pengaruh DPF terhadap mesin diesel menggunakan variasi bahan bakar yang berbeda, penelitian ini dapat menjadi landasan penting bagi pengembangan teknologi yang lebih efisien dan ramah lingkungan di sektor mesin diesel yang terus berkembang. Teknologi-teknologi tambahan yang berfokus pada efisiensi mesin dan penurunan emisi gas buang telah menunjukkan arah menuju lingkungan yang lebih bersih dan berkelanjutan.

2. METODOLOGI

2.1 Variabel Penelitian

1. Variabel Terikat
 - a) Daya dan Torsi yang dihasilkan pada unjuk kerja four-stroke diesel engine.
 - b) Generator specific fuel consumption (GSFC) yang dibutuhkan pada unjuk kerja four-stroke diesel engine.
 - c) Waktu yang diperlukan untuk menghabiskan 25 ml bahan bakar (Tf)
2. Variabel Bebas
 - a) Beban simulator (Lampu 2000 watt, 3000 watt, dan 4000 watt)
 - b) Frekuensi putaran mesin (1000 RPM, 1200 RPM, 1300 RPM, 1400 RPM)
 - c) Bahan bakar yang digunakan (Biosolar, Dexlite, Pertamina Dex)

2.2 Spesifikasi Mesin Diesel dan Generator

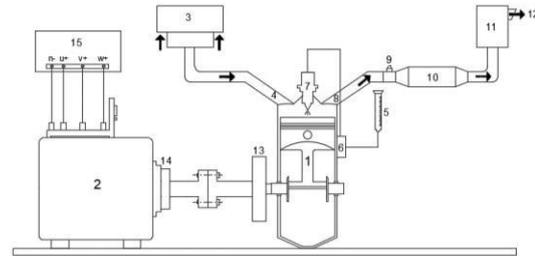
Pada penelitian ini menggunakan mesin diesel pada bengkel reparasi Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dengan spesifikasi berikut :

Type	Jiangdong ZH1115N
Jumlah Piston	1 <i>cylinder</i> (horizontal)
Daya Maksimum (HP/RPM)	24/2200
Diameter x Langkah Piston (mm)	115 x 115
Volume Langkah (ltr)	1195
Sistem Pendinginan	Hopper
Sistem Start	Elektrik/Engkol
Sistem Pembakaran	Injeksi Langsung

Type STC-5	
Daya	5 KW
Tegangan	380 Volt
Arus	5,5 Ampere
Frequency	50 Hz
Phase	3 Phase
RPM	1500

2.3 Skema Sistem DPF

Pada penelitian ini menggunakan DPF dengan tipe honeycomb dan material dari DPF menggunakan galvanum dengan tebal 0,3 mm serta menggunakan glasswool sebagai filter. DPF ini nantinya akan terkoneksi diantara *exhaust manifold* dan *muffler* pada mesin diesel. Untuk selengkapnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 Skema Penelitian Mesin Diesel Dengan DPF

Keterangan:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Mesin diesel Jiangdong ZH115N | 9. Pressure gauge mounting |
| 2. Generator STC-5 | 10. Diesel Particulate Filter (DPF) |
| 3. Air intake filter | 11. Muffler |
| 4. Intake manifold | 12. Exhaust gas escape |
| 5. Bureta | 13. Engine flywheel |
| 6. Fuel pump | 14. Generator flywheel |
| 7. Fuel injector | 15. Panel pembebanan |
| 8. Exhaust manifold | |

Pada gambar 2.2 titik 3 merupakan filter tempat penyaringan udara yang akan masuk ke mesin yang bertujuan agar udara yang masuk kedalam mesin dalam kondisi bersih dari partikel - partikel kotor. Pada titik 4 merupakan intake manifold dimana udara segar masuk kedalam mesin diesel untuk proses pembakaran, pada titik 8 merupakan bagian exhaust manifold dimana udara telah bercampur dengan gas hasil pembakaran dan mengandung particulate, pada titik 9 merupakan letak dari nipple yang digunakan untuk mengukur back pressure yang dihasilkan akibat penambahan DPF. Pada titik 10 merupakan bagian DPF yang mana nantinya particulate akan terfilter dan mengendap pada dinding dinding DPF honeycomb, dan pada titik 11 merupakan muffler berperan untuk menahan munculnya suara keras dari gas buang atau dipakai untuk menahan suara yang dibuat oleh gas buang. Pada titik 12 udara yang mengalir diharapkan dalam penelitian kali ini telah mengandung lebih sedikit particulate dibandingkan dengan udara saat berada pada titik 8.

2.4 Prosedur Pengujian Performa

Setelah DPF yang dipasang mampu mengurangi kadar partikulat yang dihasilkan oleh engine. Langkah selanjutnya yaitu pengujian terhadap mesin diesel. Adapun proses pengujiannya sebagai berikut:

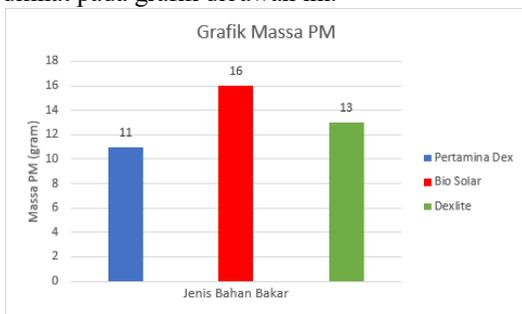
1. Memasang DPF pada mesin diesel.
2. Mempersiapkan bahan bakar sebesar 25 ml untuk 1 kali pengujian.
3. Mempersiapkan peralatan pengujian seperti Tacho meter, dll.
4. Memberikan pembebanan pada mesin diesel sesuai dengan variasi beban yang digunakan yaitu 2000 watt, 3000 watt, dan 4000 watt.
5. Menyalakan mesin diesel.

6. Menaikkan putaran mesin sesuai dengan variasi putaran mesin yang digunakan yaitu 1000 RPM ,1200 RPM , 1300 RPM, 1400 RPM.
7. Menggunakan stop watch untuk mengukur waktu yang digunakan dalam menghabiskan 25 ml bahan bakar.
8. Mencatat hasil pengujian
9. Mematikan mesin setelah pengujian selesai.
10. Melakukan proses pengujian yang sama pada bahan bakar lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian PM dengan menggunakan DPF (20 mm)

Sebelum melakukan pengujian dilakukan penimbangan massa dari filter DPF terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai patokan awal massa dari filter DPF. Setelah dilakukan penimbangan massa selanjutnya dilakukan pengujian untuk mendapatkan nilai partikulat yang terperangkap pada DPF. Setelah dilakukan penimbangan massa dari DPF dapat diketahui nilai massa dari DPF sebelum dan sesudah digunakan pada mesin sehingga didapatkan nilai partikulat yang terperangkap. Hasil dari nilai partikulat yang terperangkap didalam DPF dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



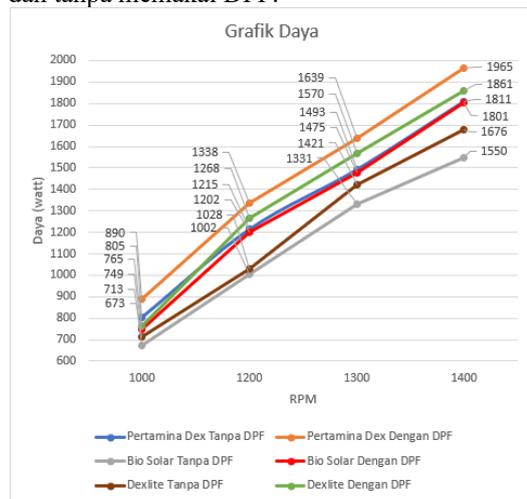
Gambar 3.1 Grafik Perbandingan PM tiap Variasi bahan bakar

Grafik 3.1 menunjukkan hubungan antara jenis bahan bakar yang digunakan dan massa Particulate Matter yang terperangkap pada filter. pada grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai massa yang terperangkap terbesar pada Bahan Bakar Bio Solar dengan nilai massa 16 gram. Dan nilai massa terkecil pada bahan bakar Pertamina Dex dengan nilai massa 11 gram. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bahan bakar Bio Solar menghasilkan emisi partikulat yang terbesar daripada variasi bahan bakar yang lainnya. Particulate Matter merupakan emisi yang berbentuk partikel kecil yang disebabkan karena proses pembakaran bahan bakar pada mesin diesel. oleh karena itu karakteristik bahan bakar sangat mempengaruhi emisi partikulat yang

dihasilkan oleh mesin diesel. Bahan bakar diesel memiliki rantai hidrokarbon yang lebih panjang dan kompleks dibandingkan bahan bakar lain seperti bensin, yang dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna dan menghasilkan partikulat dalam bentuk jelaga. Kandungan sulfur dalam bahan bakar diesel juga berkontribusi signifikan terhadap emisi partikulat [8] Selain itu, viskositas bahan bakar juga mempengaruhi atomisasi selama injeksi bahan bakar, bahan bakar dengan viskositas lebih rendah menghasilkan semprotan yang lebih halus dan pembakaran yang lebih efisien. Secara keseluruhan, kualitas bahan bakar, termasuk kandungan sulfur, struktur kimia, dan viskositas, memainkan peran penting dalam menentukan jumlah emisi partikulat yang dihasilkan oleh mesin diesel.

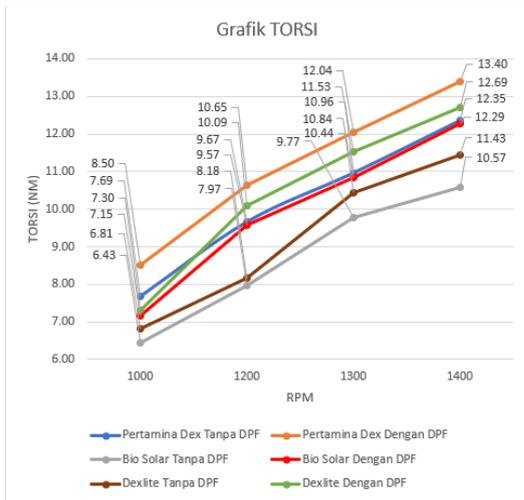
3.2 Perbandingan Performa Daya, Torsi dan GSFC Tiap Variasi Bahan Bakar Tanpa Menggunakan DPF dan Menggunakan DPF (20 mm)

Untuk mengetahui performa maksimal dari masing masing variasi dilakukan perbandingan pada tiap variasi. Berikut adalah perbandingan daya, torsi, dan GSFC pada masing – masing variasi bahan bakar dengan menggunakan DPF dan tanpa memakai DPF.



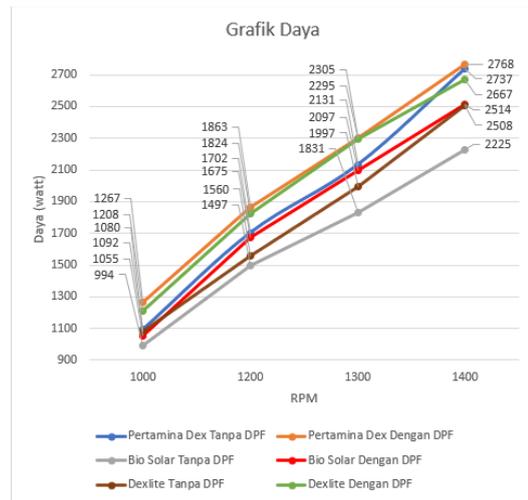
Gambar 3.2 Grafik Perbandingan Daya Terhadap RPM Pada Beban 2000 watt

Grafik 3.2 menunjukkan hubungan antara RPM mesin dan daya mesin yang dihasilkan oleh mesin diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai daya yang dihasilkan juga meningkat. Pada beban 2000 Watt diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex dengan menggunakan DPF pada RPM tertinggi memiliki nilai daya tertinggi dengan nilai 1965 watt, sementara bahan bakar Bio Solar tanpa menggunakan DPF pada RPM terendah memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 673 watt.



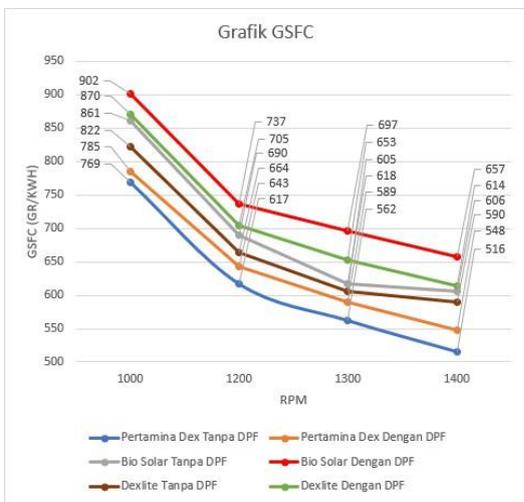
Gambar 3.3 Grafik Perbandingan Torsi Terhadap RPM Pada Beban 2000 watt

Grafik 3.3 menunjukkan hubungan antara RPM mesin dan torsi mesin yang dihasilkan oleh mesin diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai torsi yang dihasilkan juga meningkat. Pada beban 2000 Watt diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex dengan menggunakan DPF pada RPM tertinggi memiliki nilai daya tertinggi dengan nilai 13,40 Nm, sementara bahan bakar Bio Solar tanpa menggunakan DPF pada RPM terendah memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 6,43 Nm.



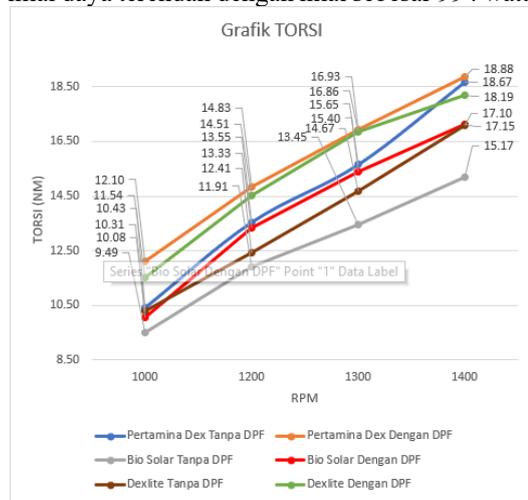
Gambar 3.5 Grafik Perbandingan Daya Terhadap RPM Pada Beban 3000 watt

Grafik 3.5 menunjukkan hubungan antara RPM mesin dan daya mesin yang dihasilkan oleh mesin diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai daya yang dihasilkan juga meningkat. Pada beban 3000 Watt diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex dengan menggunakan DPF pada RPM tertinggi memiliki nilai daya tertinggi dengan nilai 2768 watt, sementara bahan bakar Bio Solar tanpa menggunakan DPF pada RPM terendah memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 994 watt.



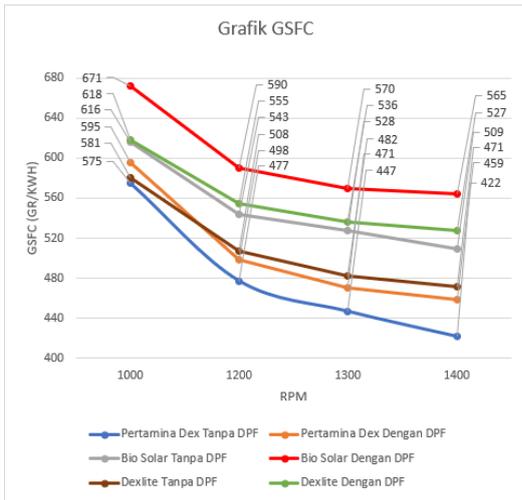
Gambar 3.4 Grafik Perbandingan GSFC Terhadap RPM Pada Beban 2000 watt

Grafik 3.4 menunjukkan hubungan antara RPM mesin dan GSFC, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai GSFC yang dihasilkan mengalami penurunan. Pada beban 2000 Watt diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex tanpa menggunakan DPF pada RPM tertinggi memiliki nilai GSFC terendah dengan nilai 516 gr/kWh, sementara bahan bakar Bio Solar dengan menggunakan DPF pada RPM terendah memiliki nilai GSFC tertinggi dengan nilai sebesar 902 gr/kWh.



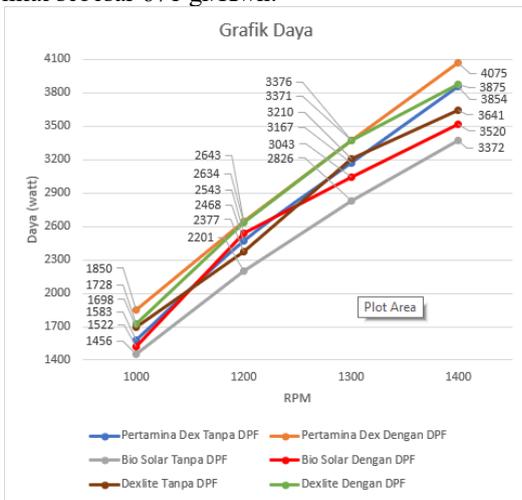
Gambar 3.6 Grafik Perbandingan Torsi Terhadap RPM Pada Beban 3000 watt

Grafik 3.6 menunjukkan hubungan antara RPM mesin dan torsi mesin yang dihasilkan oleh mesin diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai torsi yang dihasilkan juga meningkat. Pada beban 3000 Watt diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex dengan menggunakan DPF pada RPM tertinggi memiliki nilai daya tertinggi dengan nilai 18,88 Nm, sementara bahan bakar Bio Solar tanpa menggunakan DPF pada RPM terendah memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 9,49 Nm.



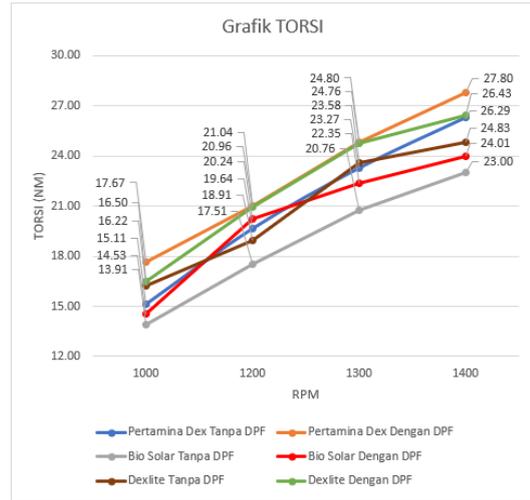
Gambar 3.7 Grafik Perbandingan GSFC Terhadap RPM Pada Beban 3000 watt

Grafik 3.7 menunjukkan hubungan antara RPM mesin dan GSFC, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai GSFC yang dihasilkan mengalami penurunan. Pada beban 3000 Watt diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex tanpa menggunakan DPF pada RPM tertinggi memiliki nilai GSFC terendah dengan nilai 422 gr/kWh, sementara bahan bakar Bio Solar dengan menggunakan DPF pada RPM terendah memiliki nilai GSFC tertinggi dengan nilai sebesar 671 gr/Kwh.



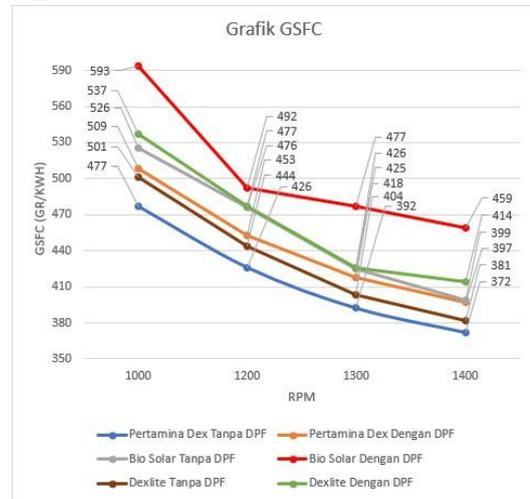
Gambar 3.8 Grafik Perbandingan Daya Terhadap RPM Pada Beban 4000 watt

Grafik 3.8 menunjukkan hubungan antara RPM mesin dan daya mesin yang dihasilkan oleh mesin diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai daya yang dihasilkan juga meningkat. Pada beban 4000 Watt diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex dengan menggunakan DPF pada RPM tertinggi memiliki nilai daya tertinggi dengan nilai 4075 watt, sementara bahan bakar Bio Solar tanpa menggunakan DPF pada RPM terendah memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 1456 watt.



Gambar 3.9 Grafik Perbandingan Torsi Terhadap RPM Pada Beban 4000 watt

Grafik 3.9 menunjukkan hubungan antara RPM mesin dan torsi mesin yang dihasilkan oleh mesin diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai torsi yang dihasilkan juga meningkat. Pada beban 4000 Watt diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex dengan menggunakan DPF pada RPM tertinggi memiliki nilai daya tertinggi dengan nilai 27,80 Nm, sementara bahan bakar Bio Solar tanpa menggunakan DPF pada RPM terendah memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 13,91 Nm.



Gambar 3.10 Grafik Perbandingan GSFC Terhadap RPM Pada Beban 4000 watt

Grafik 3.10 menunjukkan hubungan antara RPM mesin dan GSFC, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai GSFC yang dihasilkan mengalami penurunan. Pada beban 4000 Watt diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex tanpa menggunakan DPF pada RPM tertinggi memiliki nilai GSFC terendah dengan nilai 372 gr/kWh, sementara bahan bakar Bio Solar dengan menggunakan DPF pada RPM terendah memiliki nilai GSFC tertinggi dengan nilai sebesar 593 gr/Kwh.

3.3 Analisa Hasil Uji

Setelah melakukan perbandingan grafik pada tiap variasi, dilakukan analisis pengaruh penggunaan Diesel Particulate Filter (DPF) terhadap performa yang dihasilkan oleh mesin diesel. Grafik 4.2 hingga 4.28 menunjukkan bahwa penggunaan DPF dapat meningkatkan daya, torsi, dan GSFC. Pada bahan bakar Bio Solar mengalami kenaikan daya terbesar dibandingkan dengan bahan bakar yang lainnya dengan rata-rata 11,3% yang diikuti dengan kenaikan torsi, dengan torsi rata-rata sebesar 11,3%. Namun jika dibandingkan dengan bahan bakar yang lainnya pada bahan bakar ini terjadi peningkatan konsumsi bahan bakar terbesar sebesar 9,4%. Hal ini diakibatkan karena pada bahan bakar ini memiliki jumlah PM yang terperangkap terbanyak dari bahan bakar lainnya sehingga menyebabkan peningkatan back pressure yang lebih besar daripada bahan bakar yang lainnya.

Pada bahan bakar Dexlite mengalami kenaikan dengan rata-rata sebesar 10,5 % yang diikuti dengan kenaikan torsi dengan kenaikan torsi rata-rata sebesar 10,5%. Pada bahan bakar ini terjadi peningkatan konsumsi bahan bakar sebesar 7,6%.

Sedangkan pada bahan bakar Pertamina Dex penggunaan DPF dapat menaikkan daya dengan kenaikan terendah dibandingkan dengan bahan bakar lainnya dengan rata-rata kenaikan sebesar 9,2%. Pada variasi bahan bakar Pertamina Dex ini terjadi kenaikan nilai torsi dengan rata-rata 9,2%. Pada variasi bahan bakar ini juga nilai konsumsi bahan bakar turut meningkat dengan rata-rata kenaikan sebesar 5,5%.

Dari hasil analisa diatas menandakan bahwa penggunaan DPF dapat meningkatkan daya dan torsi. Hasil penelitian ini berbanding lurus dengan penelitian oleh Ariyanto [1] bahwa penggunaan DPF type Honeycomb berbahan tembaga dapat menaikkan daya sebesar 2,94-11,93% dan torsi sebesar 2,29-11,68%. Penyebab utama terjadinya peningkatan daya adalah adanya peningkatan Torsi akibat meningkatnya temperatur pada ruang bakar dan besarnya tekanan balik yang dihasilkan oleh DPF. Peningkatan back pressure dihasilkan adanya PM yang terjebak didalam filter DPF yang berdampak pada kenaikan suhu didalam DPF yang memungkinkan terjadinya self-burning pada suhu kerja optimal sekitar 300-500oc sehingga menyebabkan daya pada mesin diesel naik. Meskipun peningkatan backpressure bisa meningkatkan daya dan torsi mesin, akan tetapi ini dapat berakibat pada peningkatan GSFC. Backpressure yang tinggi dapat mengurangi aliran udara masuk dan keluar dari silinder. Pembatasan aliran udara ini dapat mengurangi jumlah udara segar yang tersedia untuk proses pembakaran, memaksa mesin untuk menggunakan lebih

banyak bahan bakar untuk mencapai output variasi RPM yang sama. Kenaikan GSFC ini menunjukkan bahwa mesin memerlukan lebih banyak bahan bakar untuk dapat memenuhi variasi RPM yang dicapai.

Tabel 3.1 Hasil Maksimal Pada Tiap Beban

Beban Lampu	Daya	Torsi	GSFC
2000 watt	Pertamina Dex dengan DPF	Pertamina Dex dengan DPF	Pertamina Dex tanpa DPF
3000 watt	Pertamina Dex dengan DPF	Pertamina Dex dengan DPF	Pertamina Dex tanpa DPF
4000 watt	Pertamina Dex dengan DPF	Pertamina Dex dengan DPF	Pertamina Dex tanpa DPF

Dari hasil pengujian performa mesin diesel yang telah dilakukan dapat dilihat Pada Tabel 3.1 bahwa variasi Pertamina Dex dengan menggunakan DPF secara konsisten menunjukkan nilai yang paling sering muncul dalam setiap pengujian pada kolom daya dan torsi. Sehingga, variasi Pertamina Dex dengan menggunakan DPF menjadi variasi dengan nilai daya dan torsi paling maksimal. Sedangkan nilai gsfc yang dibutuhkan paling maksimal dihasilkan oleh variasi Pertamina Dex tanpa menggunakan DPF. Penggunaan DPF mampu menaikkan daya dan torsi mesin diesel akan tetapi penggunaan alat ini memiliki kekurangan yaitu pada konsumsi bahan bakar yang mana pada penggunaan alat ini dapat menaikkan nilai GSFC.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, yaitu pengaplikasian sistem DPF pada mesin diesel dengan variasi menggunakan variasi bahan bakar. Dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan DPF dapat menangkap emisi PM yang dihasilkan oleh mesin diesel, dengan hasil PM yang terperangkap terbesar pada bahan bakar Bio Solar sebesar 16 gram, kemudian diikuti Dexlite 13 gram, dan yang terkecil pada bahan bakar Pertamina Dex sebesar 11 gram.
2. Penggunaan DPF dapat menaikkan nilai daya dan torsi yang dihasilkan oleh mesin diesel. Dengan hasil maksimal daya dan torsi pada bahan bakar Pertamina Dex yang menggunakan DPF sebesar 4075 watt dan 27,80 Nm.
3. Penggunaan DPF ini dapat menaikkan nilai GSFC, yang dimana dari hasil penelitian didapatkan hasil maksimal GSFC pada bahan bakar Pertamina Dex tanpa menggunakan DPF dengan nilai GSFC sebesar 372 gr/kWh.

Dengan mempertimbangkan nilai kenaikan dari GSFC maka direkomendasikan bahan bakar yang paling sesuai dalam peningkatan performa mesin diesel untuk penggunaan sistem DPF ini adalah bahan bakar Pertamina Dex dengan selisih peningkatan daya dan torsi yang tidak jauh dari bahan bakar lainnya.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan, doa, dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan materi, semangat, motivasi, kasih sayang, do'a selama menempuh pendidikan di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
2. Bapak Muhammad Shah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I
3. Bapak Edi Haryono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II
4. Bapak Eko dan Bapak Albert selaku Teknisi Lab Reparasi
5. Kerabat dan sahabat seperjuangan Teknik Permesinan Kapal-PPNS

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariyanto, S. R., Ardiyanta, A. S., Mesin, J. T., Surabaya, U. N., Ketintang, J., Gayungan, K., & Surabaya, K. (2020). *Pengaruh Diesel Particulate Filter Tipe Honeycomb Berbahan Tembaga Terhadap Performa Mesin Diesel Empat Langkah*. 11(02), 113–118.
<https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v1i1i2.237>
- [2] Haryanto, B., Resosoedarmo, B., Utami, S. T. B., Hartono, B., & Hermawati, E. (2016). Effect of Ambient Particulate Matter 2.5 Micrometer (PM2.5) to Prevalence of Impaired Lung Function and Asthma in Tangerang and Makassar. *Kesmas: National Public Health Journal*, 10(4), 145.
<https://doi.org/10.21109/kesmas.v10i4.823>
- [3] Khanyi, N. F., Inambao, F. L., & Stopforth, R. (2024). Optimization Strategies for Managing Exhaust Back Pressure in Variable Compression Ratio Diesel Engines. 45(2), 6285–6299.
- [4] Kurniawan, M. A., Fahmadi, A. E., Oktopianto, Y., & Shofiah, S. (2021). Teknologi Diesel Particulate Filter Sebagai Upaya Mengurangi Emisi Gas Buang Dan Kebisingan Mesin Diesel Kendaraan Niaga. 4247(2), 116–125.
<https://doi.org/10.46447/ktj.v8i2.350>
- [5] Muliatna, I. M., & Wijanarko, D. V. (2015). Uji Efektivitas Diesel Particulate Trap (Dpt) Berbahan Dasar Kuningan Dan Glasswool Terhadap Reduksi Opasitas Gas Buang Mesin Diesel Multi Silinder. 35–43.
- [6] Putra, M. (2012). *Efek Perubahan Aliran Gas Buang Dalam Knalpot Untuk Diterapkan Pada Mesin Kapal*.
- [7] Semin, S., Iswanto, A., & Faris, F. (2017). Performance and NOx Investigation on Diesel Engine using Cold EGR Spiral Tube: A Review. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 1(3), 213–220.
<https://doi.org/10.12962/j25481479.v1i3.2372>
- [8] Sudrajad, A., Sunardi, S., Firmansyah, T., & Riyanto, T. (2024). Analisa Emisi Partikulat Pada Mesin Diesel Berbahan Bakar Plastik Menggunakan SEM EDX. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(2), 1059–1068.
<https://doi.org/10.33379/gtech.v8i2.4141>
- [9] Mayer, A., (2004). “Number-based Emission Limits, VERT-DPF-Verification Procedure and Experience with 8,000 Retrofits”, VERT, Switzerland