

# PERBANDINGAN PENGGUNAAN (EXHAUST GAS RECIRCULATING) DAN (DIESEL PARTICULATE FILTER) TERHADAP PERFORMA MOTOR DIESEL FOUR-STROKE DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI BAHAN BAKAR

Ananta Mausevi Abdullah <sup>1\*</sup>, Edi Haryono <sup>2</sup>, Muhammad Shah <sup>3</sup>

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia <sup>1\*</sup>

Email: [anantamausevi@student.ppns.ac.id](mailto:anantamausevi@student.ppns.ac.id)<sup>1</sup>; [edi\\_haryono@ppns.ac.id](mailto:edi_haryono@ppns.ac.id)<sup>2</sup>; [muh.shah59@ppns.ac.id](mailto:muh.shah59@ppns.ac.id)<sup>3</sup>

---

**Abstract** - Diesel motor technology has developed rapidly with innovations and additions of devices to improve efficiency and be environmentally friendly by reducing exhaust emissions. The use of the latest technology such as Exhaust Gas Recirculating (EGR) is a system used to reduce exhaust gas by circulating some of the exhaust gas from the exhaust manifold to the intake manifold with the addition of a valve to regulate the amount of exhaust gas flowed and. Diesel Particular Filter (DPF) is a component located in the exhaust manifold that has a function to capture particles through a filter device in the system. EGR and DPF system will be applied to analyse the performance of diesel motor. Variations in this study are fuel (Bio Solar, Dex Lite, Pertamina Dex) used in the exhaust gas recirculating (EGR) system with a valve opening of 50% and Diesel Particular Filter (DPF) with motor speeds of 1000 RPM, 1200 RPM, and 1400 RPM, loading variations of 2000 watts, 3000 watts, and 4000 watts. The result of this test, the lowest CO emissions are produced by normal condition motors on Pertamina Dex fuel with a value of 246 PPM. In this research, the maximum power and torque values were obtained on Pertamina Dex fuel with EGR of 4.34 kW and 29,62 Nm and a GSFC value of 339 gr/Kwh.

**Keyword:** Diesel Particulate Filter, Exhaust Gas Recirculation, Motor Diesel Four-Stroke

---

## 1. PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi untuk berbagai jenis transportasi terus meningkat, termasuk transportasi laut, darat, dan udara. Sebagian besar kendaraan tersebut menggunakan motor diesel sebagai mode penggerak karena motor diesel memiliki efisiensi thermal yang tinggi dibandingkan dengan jenis penggerak lainnya. Selain itu, motor diesel dapat menyebabkan risiko Kesehatan dan menurunkan Tingkat kenyamanan di lngkungan. Meskipun motor diesel juga mampu memberikan torsi dan daya yang tinggi.

Teknologi motor diesel mengalami perkembangan pesat saat ini, dengan adanya inovasi dan penambahan perangkat untuk meningkatkan efisiensi motor. Selain itu perkembangan teknologi ini telah bergerak menuju ramah lingkungan dengan mengurangi emisi gas buang. Beberapa teknologi terkini termasuk penggunaan Exhaust Gas Recirculating (EGR), Selective Catalytic Reduction (SCR), Amonia Scrubber, Particulate Diesel Filter (DPF), dan inovasi lainnya. (Yasin, 2017)

Pada penelitian ini digunakan teknologi

Exhaust Gas Recirculating (EGR). EGR merupakan mekanisme yang bertujuan untuk mengurangi emisi gas buang. Prinsip kerja EGR melibatkan sirkulasi gas buang ke dalam ruang bakar melalui intake manifold. Proses pencampuran gas buang dengan udara menciptakan inert gas, menurunkan suhu pembakaran adiabatic, dan mengurangi reaksi oksigen terhadap nitrogen, sehingga pembentukan NOx dapat diminimalkan.

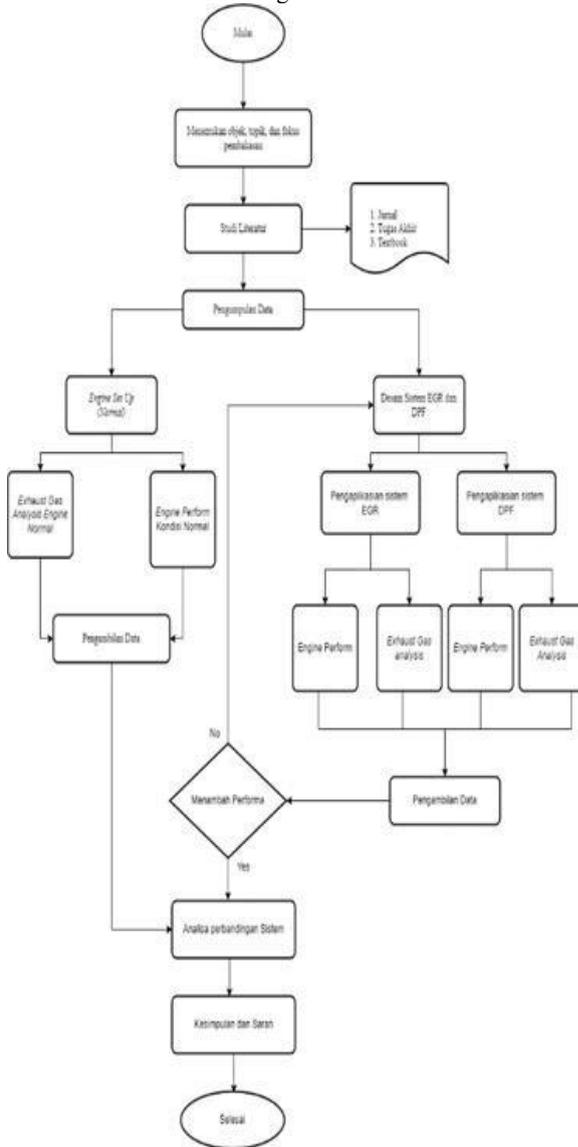
Diesel Particulate Filter (DPF) adalah perangkat yang digunakan untuk mengurangi emisi gas buang dari motor, biasanya dipasang pada bagian exhaust motor. Fungsi dari DPF adalah menangkap partikel melalui filter dalam sistem tersebut. Penambahan DPF pada knalpot motor diesel tersebut tentunya akan berdampak pada bahan bakar dan performa motor diesel tersebut. (Kurniawan et al., 2021)mm.

## 2. METODOLOGI.

Sumber data Tugas Akhir ini didapatkan dari hasil percobaan yang telah dilakukan pada motor diesel four-stroke yang telah ditambahkan sistem EGR (exhaust gas recirculating) dan sistem DPF (diesel particulate filter). Data yang diperoleh akan diolah

menjadi data yang siap untuk disajikan dalam perhitungan.

Gambar 3. 1. Flowchart Diagram



## 2.1 Tempat & Waktu Pelaksanaan

Pembuatan sistem EGR dan DPF serta pengujian emisi dan performa motor diesel dilakukan di Bengkel Reparasi Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Waktu penelitian ini dimulai dari bulan Januari 202 dan dilanjutkan selama 5 bulan kedepan setelah seminar proposal

## 2.2 Variabel Penelitian

### 1. Variabel Terikat:

- Daya, Torsi, dan GSFC yang dihasilkan pada unjuk kerja motor diesel four-stroke.
- Waktu yang diperlukan untuk mengkonsumsi 25 ml bahan bakar

### 2. Variabel Bebas:

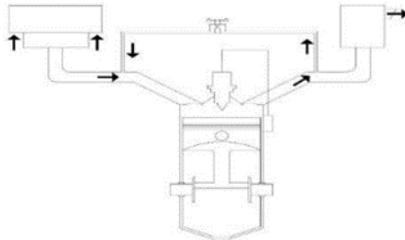
- Beban lampu 2000 watt. 3000 watt. Dan 4000 watt.
- Kecepatan putar 1000 RPM. 1200 RPM, 13000 RPM, dan 1400 RPM.
- Bahan bakar Bio Solar, Dexlite, Pertamina Dex.

## 2.3 Spesifikasi Motor Diesel & Generator

Table 2. 1. Spesifikasi Engine & Generator

Engine	
Type	Jiangdong ZH1115N
Jumlah Piston	1
Daya Max (HP/RPM)	24/2200
Diameter x Langkah (mm)	115 x 115
Vol. Langkah	1195
Sistem Pendinginan	Hopper
Sistem Start	Engkol & Stater Motor
Sistem Pembakaran	Injeksi Langsung
Generator	
Type	STC-5
Tegangan	380/660 V
Arus	5,5 A
Frekuensi	50 Hz
Phase	3 Phase
Speed	1500 Rpm
Excit volt	82 V
Excit current	3,6 A

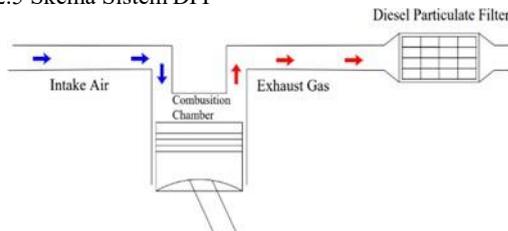
### 2.4 Skema Sistem EGR



Gambar 2. 1. Skema Sistem EGR

Pada gambar 2.2 udara segar masuk ke ruang bakar melalui intake manifold, exhaust gas yang keluar dari ruang bakar disirkulasikan sebagian menuju intake manifold melalui pipa sistem EGR yang telah dibuat, udara yang disirkulasikan akan bercampur dengan udara segar yang masuk, udara yang tidak disirkulasikan akan dikeluarkan melalui exhaust manifold.

### 2.5 Skema Sistem DPF



Gambar 2. 2. Skema Sistem DPF

Sistem DPF dirancang dengan panjang 200 mm dan ber-diameter 76,2 mm. Filternya menggunakan material glasswool dengan kerapatan sebesar 20 mm, material ini dipilih karena selain dapat mengurangi emisi gas buang, juga karena material ini dapat mengurangi kebisingan pada knalpot motor diesel. Desain ini dirancang untuk mudah dibongkar pasang sehingga nantinya dapat mempermudah proses perawatan filter.

### 2.6 Prosedur Pengujian

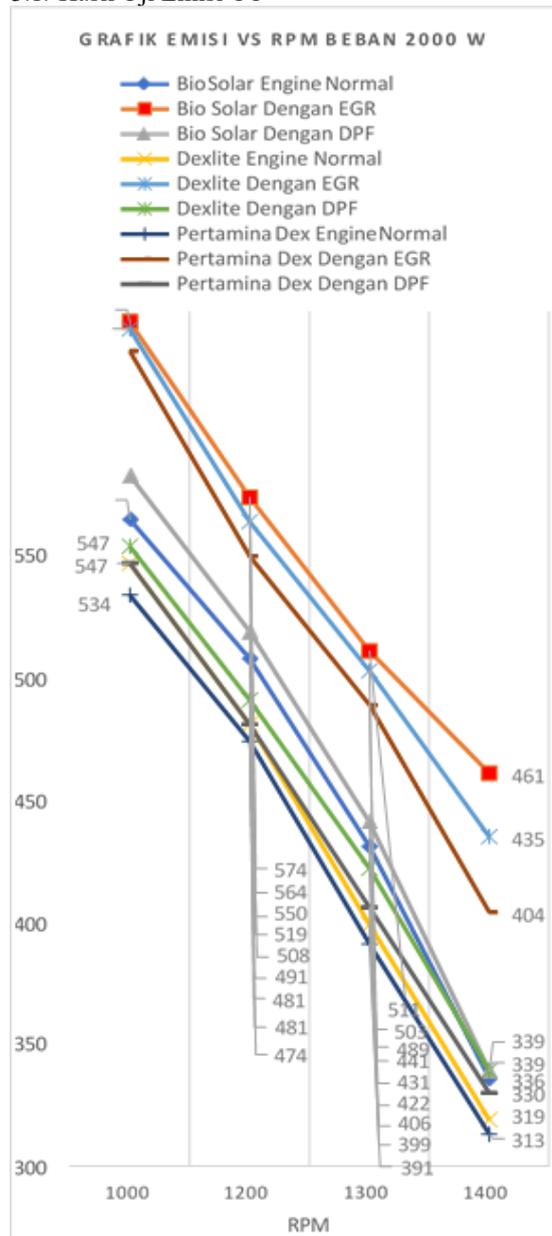
Pada tahap ini dilakukanlah perbandingan pengujian Pengujian motor diesel yang telah dilengkapi dengan sistem Exhaust Gas Recirculation (EGR) dan Diesel Particulate Filter (DPF) dilakukan dengan tujuan untuk mengukur emisi gas buang karbon monoksida (CO), performa mesin, serta konsumsi bahan bakar. Dalam eksperimen ini, digunakan tiga jenis bahan bakar yang berbeda, yaitu bio solar, dextrite, dan Pertamina dex, untuk mengetahui variasi kinerja dan emisi yang dihasilkan oleh masing-masing bahan bakar. Pengujian ini dirancang dengan serangkaian prosedur yang ketat. Pertama, setiap kali uji dilakukan dengan menyediakan 25 ml bahan bakar. Peralatan yang digunakan mencakup alat pengukur emisi CO dan instrumen lainnya yang relevan. Beban pada motor diesel divariasikan pada tiga tingkatan, yaitu 2000 watt, 3000 watt, dan 4000 watt. Mesin diesel kemudian dinyalakan dan kecepatan rotasi mesin (RPM) disesuaikan dengan variasi yang telah ditetapkan, yaitu 1000 RPM, 1200 RPM, 1300 RPM, dan 1400 RPM.

Selanjutnya, katup EGR dibuka dengan variasi bukaan sebesar 20%, 35%, dan 50% untuk mengatur jumlah gas buang yang dialirkan kembali ke ruang bakar. Jika nilai backpressure yang diukur berada di bawah standar, maka pengujian dilanjutkan.

Pengukuran emisi CO dilakukan menggunakan CO analyzer, dan hasilnya dicatat dengan cermat. Selain itu, data lain yang diperoleh seperti tegangan, arus, dan waktu habisnya bahan bakar juga dicatat. Setelah bahan bakar habis, motor diesel dimatikan untuk mengakhiri pengujian. Dengan mengikuti prosedur ini, diharapkan diperoleh data yang akurat mengenai kinerja dan emisi dari motor diesel yang diuji menggunakan berbagai jenis bahan bakar.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

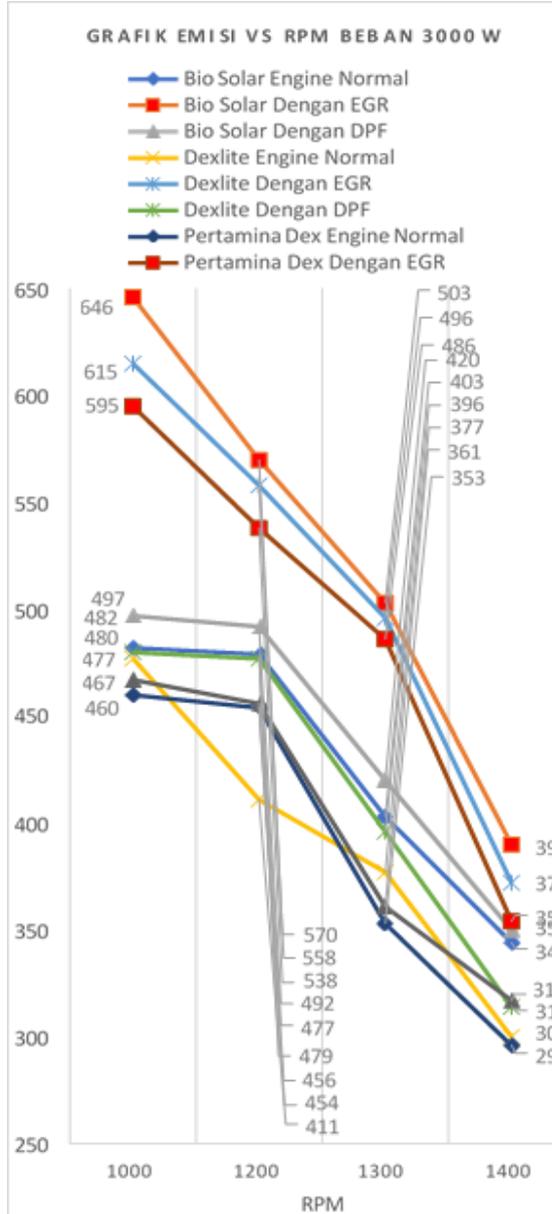
### 3.1. Hasil Uji Emisi CO



Gambar 3. 2. Grafik Emisi CO Beban 2000 W

Gambar 3.2 menunjukkan hubungan antara RPM motor dan emisi CO yang dihasilkan oleh motor diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, emisi yang dihasilkan mengalami penurunan. Pada beban 2000 W diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Bio Solar

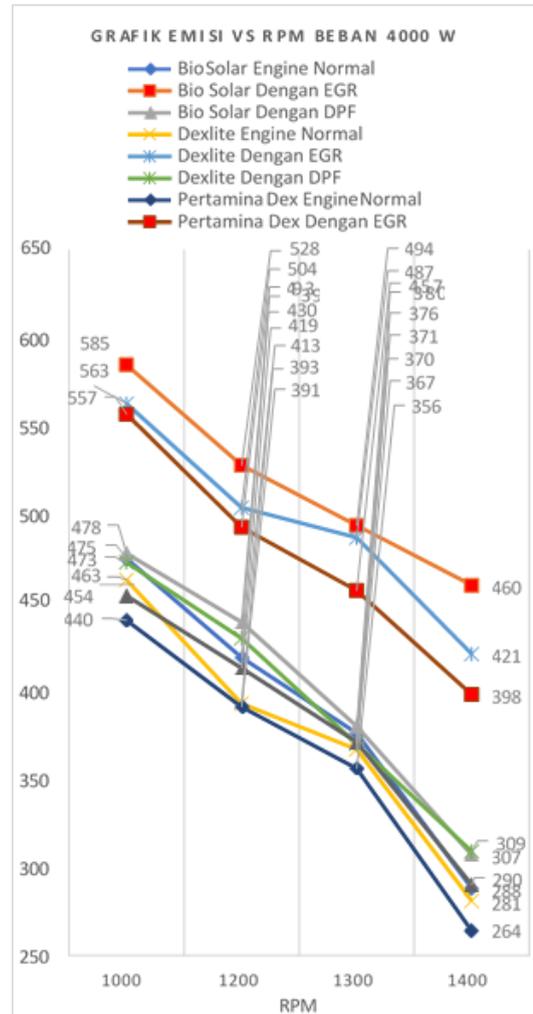
dengan menggunakan EGR pada RPM terendah memiliki emisi tertinggi dengan nilai 646 PPM , sementara bahan bakar Pertamina Dex dengan motor kondisi normal pada RPM tertinggi memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 313 PPM



**Gambar 3. 3. Grafik Emisi CO Beban 3000 W**

Gambar 3.3 menunjukkan hubungan antara RPM motor dan emisi CO yang dihasilkan oleh motor diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, emisi yang dihasilkan mengalami penurunan. Pada beban 2000 W diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Bio Solar dengan menggunakan EGR pada RPM terendah memiliki emisi tertinggi dengan nilai 646 PPM , sementara bahan bakar Pertamina Dex dengan motor kondisi normal pada RPM

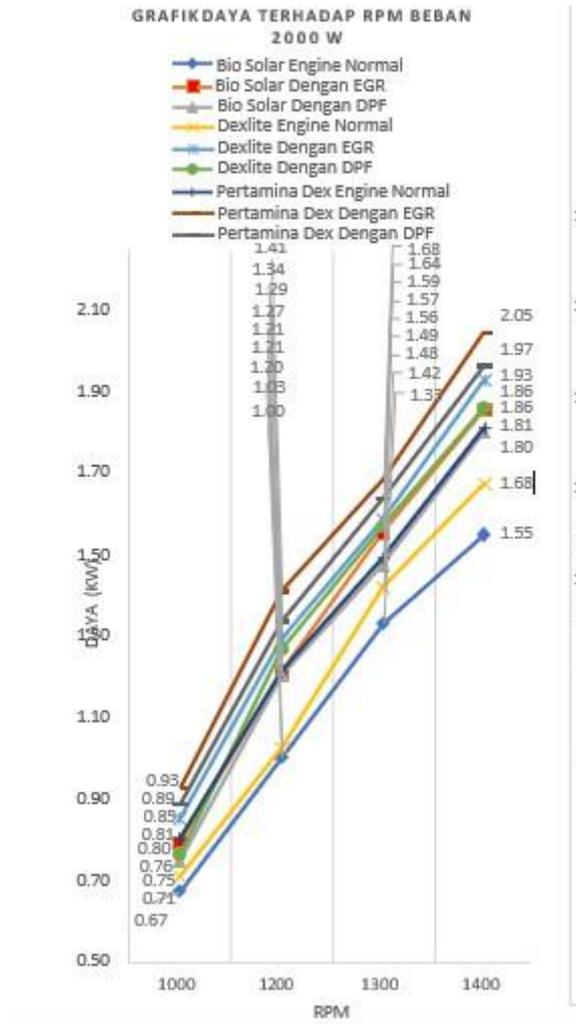
tertinggi memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 296 PPM



**Gambar 3. 4. Grafik Emisi CO Beban 4000 W**

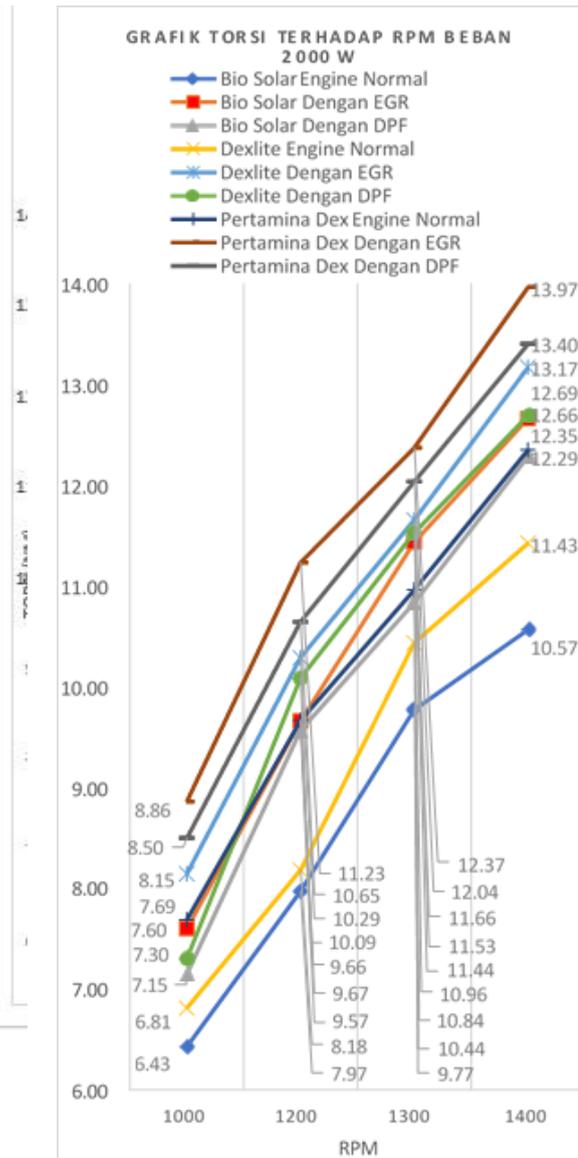
Gambar 3.4 menunjukkan hubungan antara RPM motor dan emisi CO yang dihasilkan oleh motor diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, emisi yang dihasilkan mengalami penurunan. Pada beban 2000 W diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Bio Solar dengan menggunakan EGR pada RPM terendah memiliki emisi tertinggi dengan nilai 585 PPM , sementara bahan bakar Pertamina Dex dengan motor kondisi normal pada RPM tertinggi memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 264 PPM

3.2. Hasil Uji Proforma



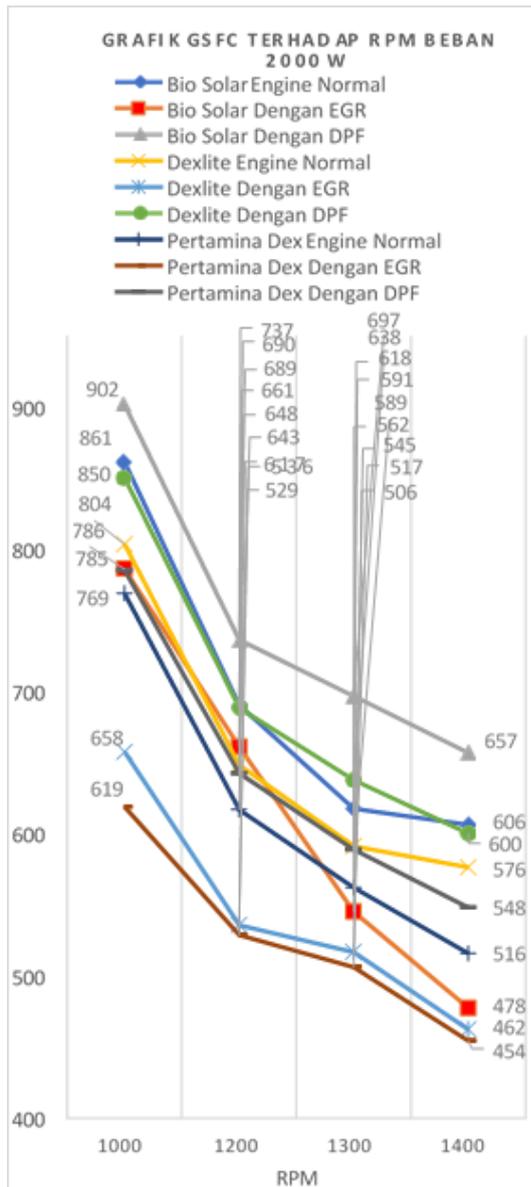
**Gambar 3. 5. Grafik Daya Beban 2000 W**

Gambar 3.5 menunjukkan hubungan antara RPM motor dan daya motor yang dihasilkan oleh motor diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai daya yang dihasilkan juga meningkat. Pada beban 2000 W diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex dengan menggunakan EGR pada RPM tertinggi memiliki nilai daya tertinggi dengan nilai 2,05 kW, sementara bahan bakar Bio Solar dengan motor kondisi normal pada RPM terendah memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 0,67 kW



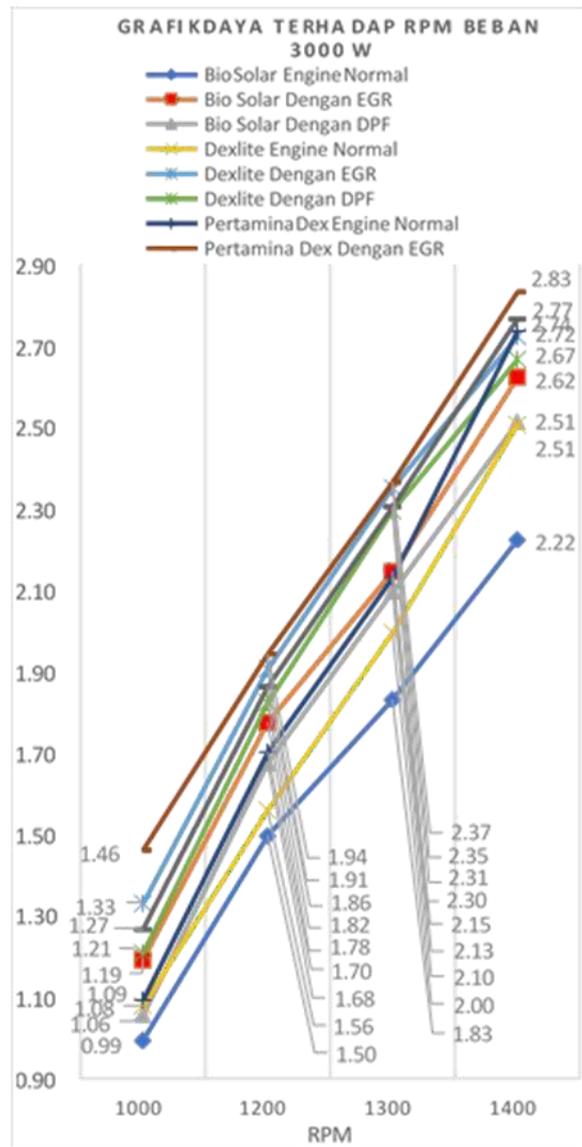
**Gambar 3. 6. Grafik Torsi Semua Beban 2000 W**

Grafik 3.5 menunjukkan hubungan antara RPM motor dan torsi motor yang dihasilkan oleh motor diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai torsi yang dihasilkan juga meningkat. Pada beban 2000 W diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex dengan menggunakan EGR pada RPM tertinggi memiliki nilai daya tertinggi dengan nilai 13,97 Nm , sementara bahan bakar Bio Solar dengan motor kondisi normal dengan pada RPM terendah memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 6,43 Nm



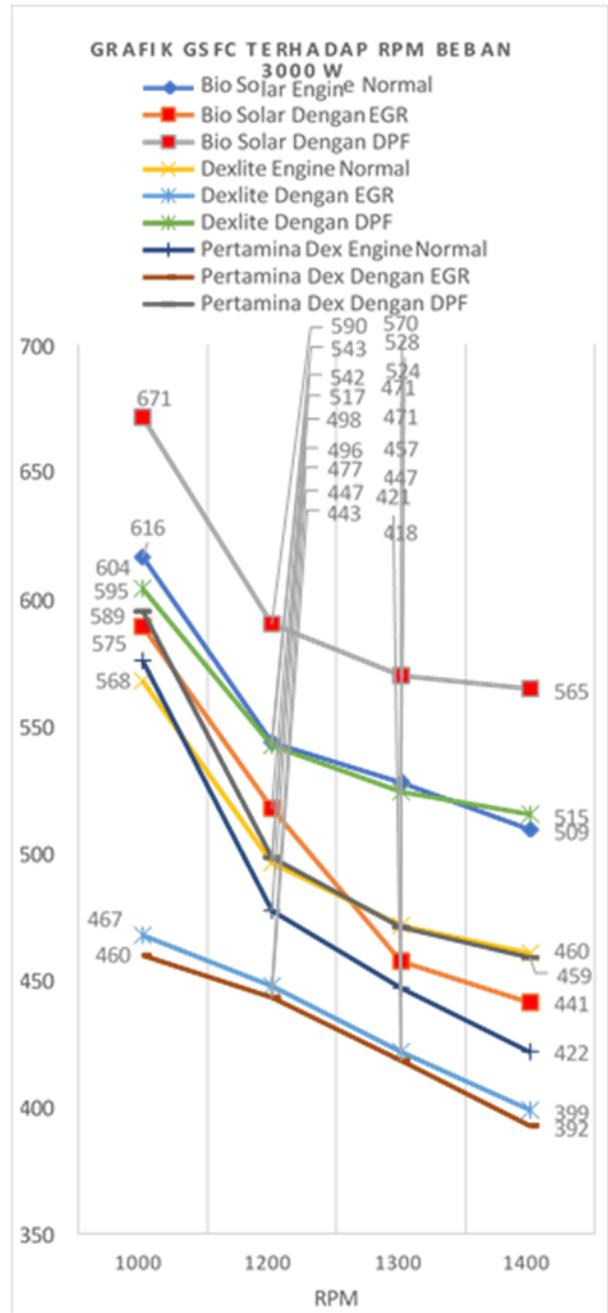
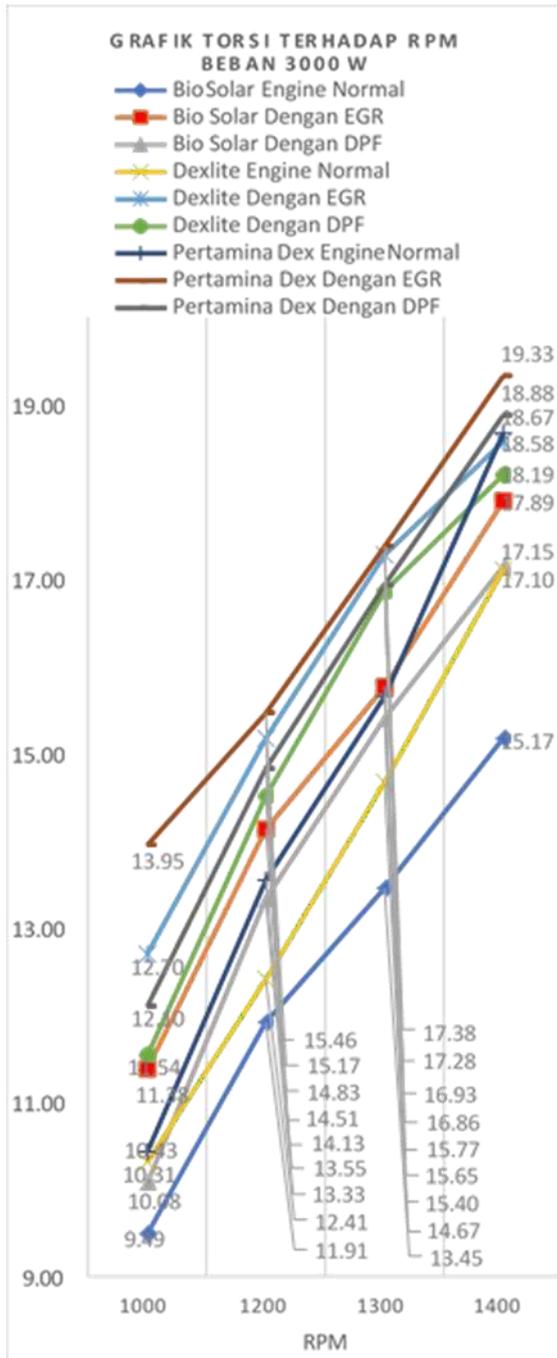
**Gambar 3. 7. Grafik GSFC Daya Beban 2000 W**

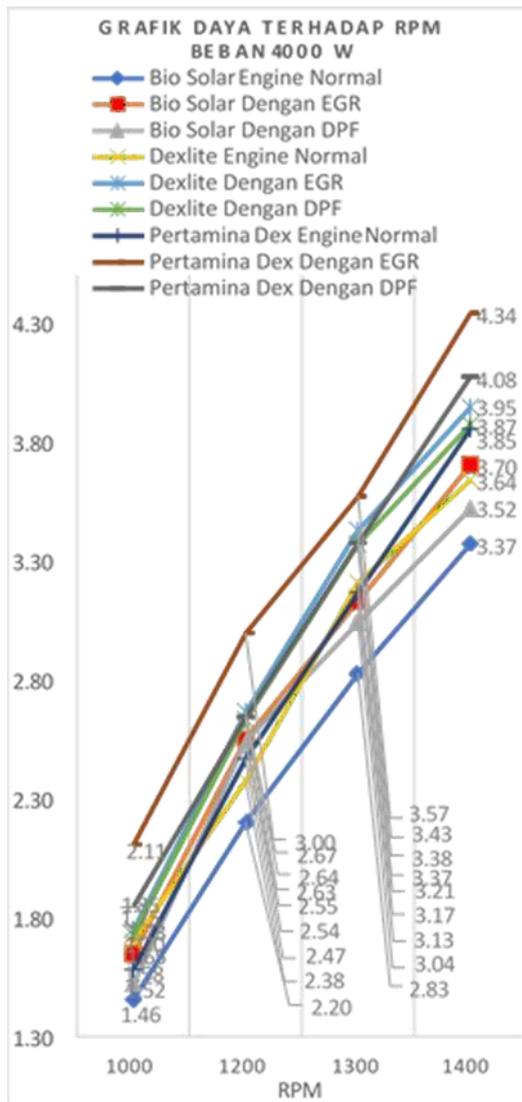
Grafik 3.7 menunjukkan hubungan antara RPM motor dan GSFC, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai GSFC yang dihasilkan mengalami penurunan. Pada beban 2000 W diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex menggunakan EGR pada RPM tertinggi memiliki nilai GSFC terendah dengan nilai 454 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. 8. Grafik Daya Pada Beban 3000 W**

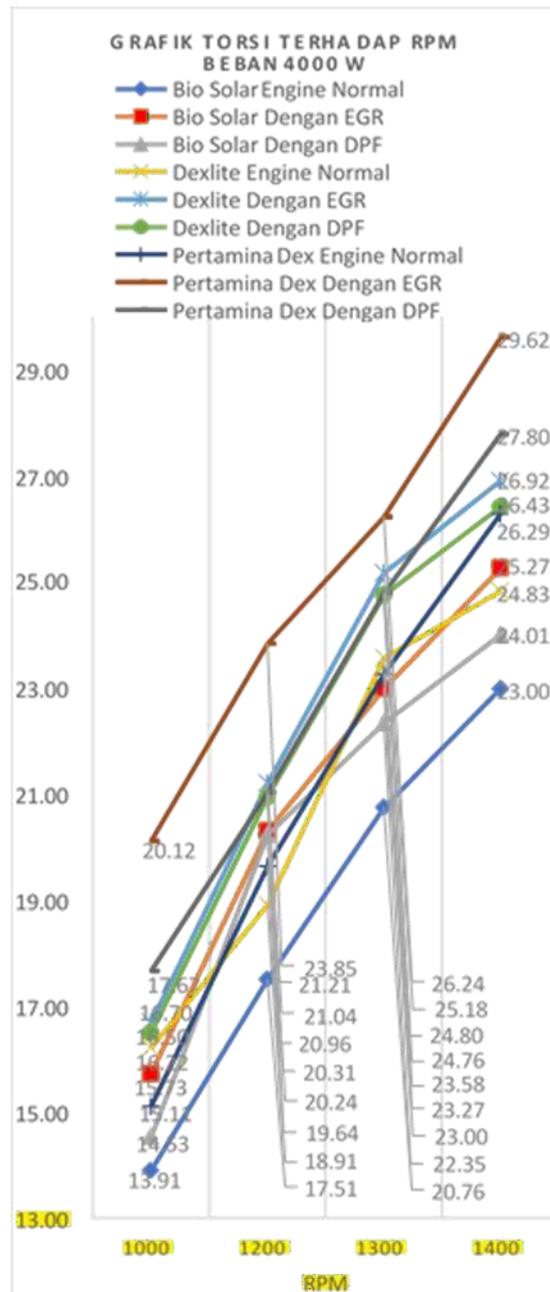
Gambar 3.8 menunjukkan hubungan antara RPM motor dan daya motor yang dihasilkan oleh motor diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai daya yang dihasilkan juga meningkat. Pada beban 3000 W diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex dengan menggunakan EGR pada RPM tertinggi memiliki nilai daya tertinggi dengan nilai 2,83 kW, sementara bahan bakar Bio Solar dengan motor kondisi normal pada RPM terendah memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 0,99 kW.





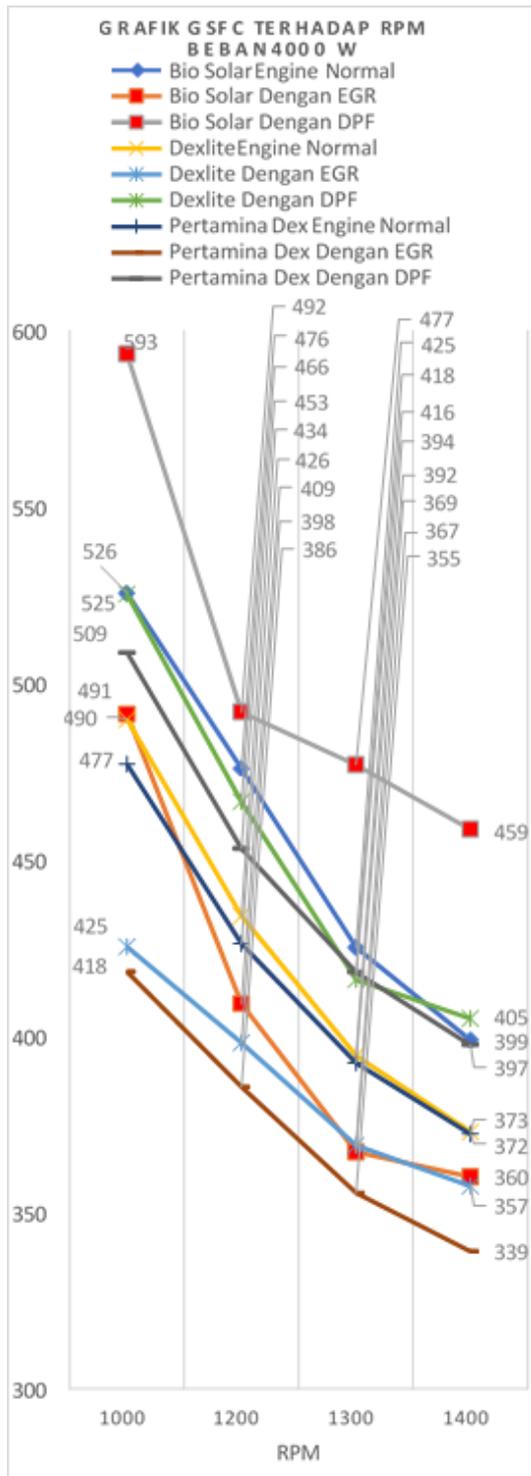
Gambar 3. 9. Grafik Torsi Beban 3000 W

Gambar 3.9 menunjukkan hubungan antara RPM motor dan torsi motor yang dihasilkan oleh motor diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai torsi yang dihasilkan juga meningkat. Pada beban 3000 W diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex dengan menggunakan EGR pada RPM tertinggi memiliki nilai daya tertinggi dengan nilai 19,33 Nm , sementara bahan bakar Bio Solar dengan motor kondisi normal dengan pada RPM terendah memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 9,49Nm



Gambar 3. 10. Grafik GSFC Beban 3000 W

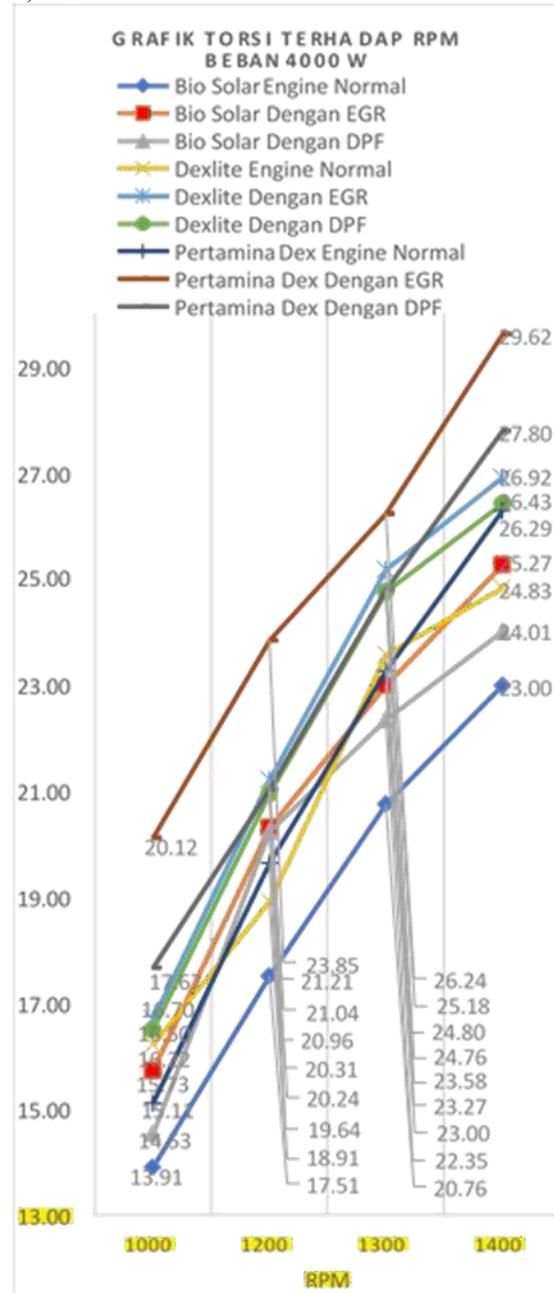
Grafik 3.10 menunjukkan hubungan antara RPM motor dan GSFC, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai GSFC yang dihasilkan mengalami penurunan. Pada beban 3000 W diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex menggunakan EGR pada RPM tertinggi memiliki nilai GSFC terendah dengan nilai 392 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. 11. Grafik Daya Beban 4000 W**

Gambar 3.11 menunjukkan hubungan antara RPM motor dan daya motor yang dihasilkan oleh motor diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai daya yang dihasilkan juga meningkat. Pada beban 4000 W diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex dengan menggunakan EGR pada RPM tertinggi memiliki nilai daya tertinggi dengan nilai 4,34 kW, sementara bahan bakar Bio Solar dengan

motor kondisi normal pada RPM terendah memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 1,46 kW



**Gambar 3. 12. Grafik Torsi Beban 4000 W**

Gambar 3.12 menunjukkan hubungan antara RPM motor dan torsi motor yang dihasilkan oleh motor diesel, dimana bahwa setiap kali terjadi peningkatan RPM, nilai torsi yang dihasilkan juga meningkat. Pada beban 4000 W diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar Pertamina Dex dengan menggunakan EGR pada RPM tertinggi memiliki nilai daya tertinggi dengan nilai 29,62 Nm , sementara bahan bakar Bio Solar dengan motor kondisi normal dengan pada RPM terendah memiliki nilai daya terendah dengan nilai sebesar 13,91 Nm.

Table 3. 1. Hasil Maksimum Pada Semua Beban dan Variasi Bahan Bakar

Parameter	RPM			
	1000	1200	1300	1400
Daya	Pertamina Dex menggunakan EGR Beban 4000 W			
Torsi	Pertamina Dex menggunakan EGR Beban 4000 W			
GSFC	Pertamina Dex menggunakan EGR Beban 4000 W			

### 3.3 Analisa Hasil Uji Performa

Dari hasil analisis diatas menandakan bahwa penggunaan EGR dan DPF pada motor diesel sama-sama dapat meningkatkan performa pada motor diesel. Penyebab utamanya kenaikan daya dan torsi pada EGR disebabkan karena gas buang yang dimasukkan Sebagian ke ruang bakar akan meningkatkan proses pembakaran akibat naiknya temperature, selain itu juga dikarenakan EGR memiliki tekanan yang lebih sedikit daripada tekanan atmosfer sehingga akan mengurangi rugi pompa (pumping losses) yang mengakibatkan naiknya daya torsi dan menurunkan GSFC. (Septiyanto et al., 2017)

Sedangkan untuk motor diesel penggunaan DPF dapat meningkatkan daya dan torsi ini berbanding lurus dengan penelitian oleh (Ariyanto et al., 2020) Penyebab utama terjadinya peningkatan daya adalah adanya peningkatan Torsi akibat meningkatnya temperatur pada ruang bakar dan besarnya tekanan balik yang dihasilkan oleh DPF. Peningkatan backprssure yang dihasilkan karena adanya material glasswool yang terpasang pada DPF. Material tersebut dapat mempengaruhi naiknya efek tekanan balik akibat adanya proses penghambatan yang dapat berdampak pada kenaikan suhu DPF, sehingga menyebabkan daya dan torsi pada motor diesel naik.

Penggunaan DPF pada variasi bahan bakar dapat menaikkan nilai GSFC. DPF yang dirancang untuk menangkap partikel berbahaya dari emisi knalpot meningkatkan backpressure dalam sistem pembuangan, menghambat aliran udara masuk dan keluar dari silinder mesin. Ini mengurangi udara segar untuk pembakaran efisien, sehingga mesin membutuhkan lebih banyak bahan bakar untuk mencapai RPM yang

diinginkan, menunjukkan mesin menjadi kurang efisien dalam konsumsi bahan bakar

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai perbandingan penggunaan sistem Exhaust Gas Recirculation (EGR) dan Diesel Particulate Filter (DPF) pada motor diesel dengan variasi bahan bakar, dapat ditarik beberapa kesimpulan. Pertama, penggunaan EGR dan DPF terbukti dapat meningkatkan efisiensi emisi pada motor diesel. Misalnya, penggunaan EGR dengan bahan bakar Bio Solar pada beban 2000 W dan RPM terendah menghasilkan emisi sebesar 264 PPM. Kedua, penggunaan EGR dapat meningkatkan nilai torsi mesin, yang terbukti dari beberapa percobaan di mana torsi yang dihasilkan mencapai 6,43 Nm. Ketiga, penggunaan EGR juga dapat menurunkan emisi bahan bakar, dengan penurunan sebesar 902 gr/Kwh. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi EGR dan DPF memberikan dampak signifikan dalam mengurangi emisi gas buang dan meningkatkan performa mesin diesel, khususnya dalam variasi bahan bakar yang digunakan.

### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dosen Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya atas bimbingan yang telah diberikan kepada peneliti.

### 7. PUSTAKA

- Ariyanto, S. R., Warju, W., Soeryanto, S., & Ardiyanta, A. S. (2020). Pengaruh Diesel Particulate Filter Tipe Honeycomb Berbahan Tembaga Terhadap Performa Mesin Diesel Empat Langkah. *Infotekmesin*, 11(2), 113–118. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v11i2.237>
- Kurniawan, M. A., Fahmadi, A. E., Oktopianto, Y., & Shofiah, S. (2021). Teknologi Diesel Particulat Filter Sebagai Upaya Mengurangi Emisi Gas Buang Dan Kebisingan Mesin Diesel Kendaraan Niaga. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 8(2), 116–125. <https://doi.org/10.46447/kjtj.v8i2.350>
- Naresh, P., Madhava, V., & Hari Babu, A. V. (2015). Exhaust gas recirculation system. *Journal of Bioprocessing and Chemical Enginerring*, October 2015, 1–7. <http://www.google.com/patents?hl=en&lr=&vid=USPAT5205265&id=iCQIAAAAEBAJ&oi=fnd&dq=Exh>

aust+Gas+Recirculation+System&pr  
tsec=abstract

- Pertamina. (2020). Spesifikasi Produk BBM, BBN & LPG. Spesifikasi Produk BBM, BBN & LPG, 23.
- Sanjaya, F. L., Syaiful, S., & Syarifudin, S. (2020). Brake spesific fuel consumption, brake thermal efficiensy, dan emisi gas buang mesin bensin EFI dengan sistem EGR berbahan bakar premium dan butanol. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(2), 170–176. <https://doi.org/10.24127/trb.v9i2.1178>
- Semin, S., Iswantoro, 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>
- Septiyanto, A., Maulana, S., Nugroho, A., Septiyanto, A., Maulana, S., Nugroho, A., Semin, S., Iswantoro, A., & Faris, F. (2017). Pengaruh exhaust gas recirculation (EGR) terhadap performa dan mmisi jelaga mesin diesel direct injection. *Saintekno : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(2), 129–136. <https://doi.org/10.12962/j25481479.v1i3.2372>
- Syarifuddin, A., Utomo, M. T. S., & Syaiful. (2015). Pengaruh Methanol Kadar Tinggi terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Mesin dengan Sistem EGR Panas. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, November, 1–10.
- Yasin, A. M. (2017). ANALISIS PEMBAKARAN DAN NOx MOTOR DIESEL..