

## ANALISIS PENGARUH PUTARAN MESIN PADA EFISIENSI BAHAN BAKAR MESIN DIESEL 2DG-FTV

Eko Julianto <sup>1)</sup>, Sunaryo

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Pontianak  
Jl. Ahmad Yani 1, Kota Pontianak

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sains Al-Qur'an  
Jln. Raya Kalibeber KM. 03 Wonosobo

<sup>1)</sup> E-mail : eko.julianto@unmuhpnk.ac.id

<sup>2)</sup> Email : sunaryo@unsiq.ac.id

### INFO ARTIKEL

**Riwayat Artikel :**

Diterima : 8 Juni 2020

Disetujui : 28 Juni 2020

**Kata Kunci :**

Temperatur akhir ( $T_c$ ), Efisiensi Thermal, RPM, Bahan bakar spesifik ( $Sfc$ ), Konsumsi bahan bakar ( $mf$ ).

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar dengan variasi putaran yang berbeda-beda. Pengujian dilakukan pada unit mobil Toyota Innova Diesel tahun 2016 dengan tipe engine 2DG-FTV. Penelitian ini menggunakan metode variasi putaran pada mesin dengan putaran 750 rpm, 1200 rpm, 1600 rpm, 2000 rpm, 2400 rpm, 2800 rpm, 3400 rpm, 4000 rpm dalam kondisi diam. Tekanan akhir kompresi adalah tekanan campuran udara-bahan bakar pada akhir langkah kompresi dan  $n_1$  adalah eksponen polytropik yaitu eksponen yang menunjukkan sifat dan bentuk dari proses adiabatik. Temperatur Akhir Kompresi ( $T_c$ ) adalah temperatur campuran bahan bakar sebelum pembakaran (pada akhir langkah kompresi), Efisiensi thermal adalah perbandingan antara energi yang berguna dengan energi yang masuk. Nilai H, C dan O dinyatakan dalam persentasi berat dalam setiap unsur yang terkandung dalam satu kilogram bahan bakar. Hasil pengujian didapat bahwa putaran 4000 rpm dihasilkan  $V_f$  0,692 ml/menit,  $mf$  dihasilkan 0,0338 kg/jam,  $Sfc$  dihasilkan 0,0000381 kg/hp.h,  $Ne$  dihasilkan 889,132 Hp dan Torsi (T) dihasilkan 159,199 N.m. Waktu pengujian masing-masing variasi putaran 60 detik. Dari hasil percobaan laju konsumsi bahan bakar ( $mf$ ) berbanding lurus dengan putaran mesin (rpm) dan konsumsi bahan bakar Spesifik ( $Sfc$ ) berbanding terbalik dengan putaran mesin, maksudnya konsumsi bahan bakar semakin efisien pada saat putaran mesin semakin tinggi khususnya di rpm rendah dan sedang.

### ARTICLE INFO

**Article History :**

Received : June 8, 2020

Accepted : June 28, 2020

**Keywords:**

Final temperature ( $T_c$ ), Thermal Efficiency, RPM, Specific fuel ( $Sfc$ ), Fuel consumption ( $mf$ ).

### ABSTRACT

*This study aims to determine fuel consumption with different rotation variations. Tests were carried out on 2016 Toyota Innova Diesel car units with 2DG-FTV engine type. This research uses rotation method on engines with 750 rpm, 1200 rpm, 1600 rpm, 2000 rpm, 2400 rpm, 2800 rpm, 3400 rpm, 4000 rpm quiescent conditions. The final compression pressure is the pressure of the air-fuel mixture at the end of the compression step and  $n_1$  is the polytropic exponent, which is an exponent that shows the nature and shape of the adiabatic process. Final Compression Temperature ( $T_c$ ) is the temperature of the fuel mixture before combustion (at the end of the compression step). Thermal efficiency is the ratio between useful energy and incoming energy. H, C and O values are expressed in percentages of weight in each element contained in one kilogram of fuel. The test results obtained that 4000 rpm rotation produced 0.692 ml / minute  $V_f$ ,  $mf$  produced 0.0338 kg / hour,  $Sfc$  generated 0.00000381 kg / hp.h,  $Ne$  produced 889.132 Hp and Torque (T) generated 159,199 N.m. The testing time of each round variation is 60 seconds. From the experimental results the fuel consumption rate ( $mf$ ) is directly proportional to engine speed (rpm) and Specific fuel consumption ( $Sfc$ ) is inversely proportional to engine speed, meaning that fuel consumption is more efficient when engine speed is higher especially at moderate rpm and low.*

## 1. PENDAHULUAN

Bahan bakar memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Bahan bakar minyak (BBM) merupakan kebutuhan pokok bagi masyarakat desa maupun perkotaan baik untuk keperluan rumah tangga maupun perusahaan, selain itu bahan bakar juga sangat penting bagi sektor industri maupun transportasi. Sektor transportasi ini disebabkan peningkatan jumlah kendaraan yang cukup tinggi. Dari analisis yang dilakukan adalah mungkin untuk menyimpulkan bahwa banyak negara Eropa masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil. Sebagian besar negara menyajikan nilai untuk konsumsi energi bahan bakar fosil yang lebih tinggi dari 60%(Martins, Felgueiras and Smitková, 2018). Persentase tahunan rentang kecepatan rendah (0-30,0 km / jam) lebih dari 70%, dan nilai rata-rata tahunan adalah 16,0 km / jam. Kisaran percepatan -0,5-0,5 m / s<sup>2</sup> menyumbang hampir 75%, dan persentase kondisi percepatan sedikit di atas kondisi perlambatan(Yu *et al.*, 2019).

Toyota sebagai salah satu produsen otomotif terbesar di dunia terus berupaya mengembangkan teknologi-teknologi yang hemat bahan bakar, baik untuk mesin bensin maupun mesin diesel. Mesin diesel adalah mesin yang termasuk dalam golongan mesin pembakaran di dalam (internal combustion engine). Mesin diesel menjadi pilihan banyak pengguna motor bakar karena keunggulan Dalam 20 tahun terakhir, metode Simulasi terus meningkatkan popularitas mereka di antara komunitas pemodelan Internal Combustion Engines, karena potensi intrinsik mereka dalam menggambarkan struktur aliran dalam silinder yang tidak goyah dan dihasilkan secara acak(Krastev *et al.*, 2018).

Lean combustion adalah cara yang efektif untuk dua masalah. Namun, peningkatan variasi siklik membatasi kinerja mesin di bawah kondisi operasi yang ramping. Terlebih lagi, kejadian misfire yang menyebabkan masalah pengendaraan dan membahayakan mesin akan terjadi jika variasi siklik lebih besar.

Dengan demikian, masalah penting untuk kontrol pembakaran di bawah kondisi lean adalah untuk meminimalkan variasi siklus pembakaran, terutama kontrol fase pembakaran(Shen, Zhang and Shen, 2018).

Penting untuk menyelidiki caranya peningkatan temperatur dinding silinder mempengaruhi kehilangan panas, penyalan dan pembakaran, dan dengan demikian mengungkapkan kondisi optimal(Iida *et al.*, 1997).

Efisiensi bahan bakarnya. Sebagai efek dari pentingnya peraturan terhadap pencemaran lingkungan hidup, maka mesin diesel terus berinovasi untuk menciptakan mesin dengan tenaga yang maksimal dan efisien bahan bakar.

Sistem bahan bakar adalah proses mengalirnya bahan bakar dari tangki hingga ke sistem. Efisiensi bahan bakar yang optimal untuk mempertahankan tingkat efisiensi tinggi dan tingkat rendah tujuan yang penting untuk power dalam mesin. Satu teknologi yang menjanjikan untuk mencapai performa mesin yang lebih lincah tetapi hemat biaya penelitian(Bidarvatan *et al.*, 2014). Nilai efisiensi termal rem meningkat sebesar 3,3% ila 10,4% dengan penambahan H<sub>2</sub> / O<sub>2</sub> di semua celah operasi engine dibandingkan dengan hanya kondisi operasi bahan bakar bensin.(Karagöz *et al.*, 2015).

Nilai-nilai yang diprediksi dari efisiensi komponen politik dan batas suhu dihitung untuk EIS 2025. Peningkatan dalam diameter kipas, BPR, OPR, dan TIT menghasilkan peningkatan masing-masing 7,3% dan 3,8% dalam efisiensi propulif dan termal, dan pengurangan 11% dalam SFC dibandingkan ke mesin baseline. Kekurangannya adalah peningkatan panjang mesin 2,2%, sementara panjang inti dipertahankan(Dik *et al.*, 2017). Konsumsi bahan bakar dan emisi polusi atmosfer dari kendaraan tergantung pada kondisi mengemudi, karakteristik pengemudi dan mobil. Pengaruh gaya mengemudi pada aspek lingkungan dari perjalanan mobil telah diselidiki(Zheng *et al.*, 2017).

Masalah efisiensi penggunaan bahan bakar untuk transportasi adalah masalah besar hari ini mengingat ancaman pemanasan global. Setiap upaya untuk meningkatkan efisiensi sangat mendesak dan penting(Gunawan *et al.*, 2019). Parameter yang dicatat, ada PRM, waktu pembukaan injektor dan jumlah bahan bakar yang disuntikkan(Harantová, Otáhalová and Kasanický, 2019). dengan mudah disesuaikan untuk transmisi CVT, DCT atau otomatis. Model ini dapat dianggap valid karena kinerja konsumsi

bahan bakar yang diperoleh setelah simulasi memuaskan dibandingkan dengan yang diberikan oleh konstruktor. Sebagai contoh, kesalahan relatif mengenai konsumsi bahan bakar campuran sekitar 1,4%.

Performa konsumsi bahan bakar mesin, umumnya mencirikan ekonomi mesin. Konsumsi bahan bakar khusus rem berkurang ketika kecepatan engine meningkat, mencapai minimum, dan kemudian mulai naik ketika kecepatan engine meningkat (Dobre, 2019). Oleh karena itu perlunya pemahaman tentang aliran bahan bakar tersebut dan cara kerja dari komponen yang ada pada sistem bahan bakar, juga terdapat beberapa komponen-komponen penting yang menunjang kelancaran aliran bahan bakar.

Strategi kontrol adaptif ini memerlukan fungsi biaya yang dapat diimplementasikan secara on-line yang memungkinkan optimalisasi efisiensi bahan bakar. Efisiensi bahan bakar dapat dijelaskan dengan BSFC (Konsumsi Bahan Bakar Rem) yang terdiri dari estimasi aliran massa bahan bakar serta estimasi torsi rem (Kupper *et al.*, 2018).

Sistem bahan bakar motor diesel terbagi menjadi tiga yaitu sistem injeksion in-line, yang kedua sistem injeksion distributor dan yang terakhir yaitu sistem yang terbaru yaitu dengan sistem common rail yaitu menggunakan sistem Elektronik Control Unit (ECU) sistem ini banyak digunakan pada mesin diesel yang baru karena sistem elektronik yang lebih menjamin keakuratan untuk mendapatkan daya mesin yang optimum, pemakaian bahan bakar yang hemat serta tingkat emisi yang rendah.

Pengaturan injeksi yang sangat akurat menjamin proses pembakaran lebih sempurna dengan tingkat emisi yang lebih rendah dibandingkan sistem konvensional. Common rail layaknya seperti konsep hidup bersama. Dalam hal ini, semua injektor yang bertugas memasok solar langsung ke dalam mesin, menggunakan satu wadah atau rel yang sama dari Pompa Injector. Berdasarkan uraian di atas, penulis mencoba menganalisa pengaruh putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar pada Toyota Kijang Innova Manual tahun 2016.

## 2. METODE

Metode penelitian ini mengambil data yang

diperlukan, antara lain:

Melakukan pengambilan data yang diperlukan pada objek yang akan diteliti, Melakukan uji coba di workshop Anzon Toyota Pontianak, Studi literatur menggunakan beberapa teori yang berhubungan dengan tugas akhir.

### 2.1. Alat dan Objek Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini diperlukan alat-alat penelitian, yaitu : Satu unit Toyota Kijang Innova Diesel tahun 2016, Satu Unit GTS / Scan Tool, Satu unit laptop, Kendaraan yang dianalisa pada penelitian ini yaitu “Toyota Kijang Innova Diesel tahun 2016”.



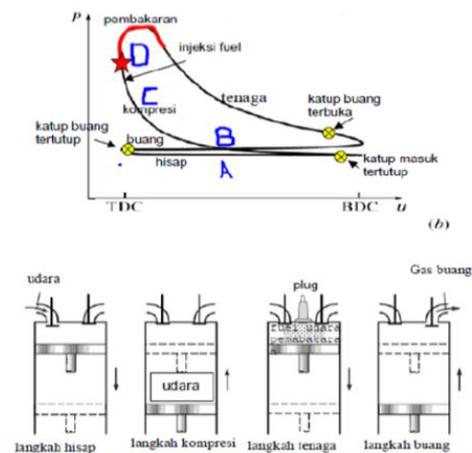
Gambar 1. Toyota Kijang Innova Diesel 2016

Tabel 1. Spesifikasi Toyota Kijang Innova Diesel tahun 2016

Panjang Kendaraan	4735 mm
Lebar Kendaraan	1830 mm
Tinggi Kendaraan	1795 mm
Jarak Sumbu	2750 mm
Tipe Mesin	2393 L Diesel
Model	2 GD FTV 4 Cylinder In Line, 16 Valve DOHC with VNT Intercooler
Daya Maksimum	149 ps / 3400 rpm
Torsi Maksimum	34.9 kgm / 1200 – 2800 rpm
Tipe Transmisi	5 Speed MT
Gear Ratio	1.4313 2. 2330 3. 1436 4. 1000 5. 0. 838
Final Gear Ratio	3583
Tipe Ban	205/65 R16
Diameter Silinder	92 mm
Panjang Langkah	90 mm
Jumlah Silinder	4 buah

## 2.2. Siklus Thermodinamika

Siklus aktual pada mesin dengan pembakaran didalam (internal combustion engine) dihitung dengan maksud untuk menentukan parameter dasar thermodinamika suatu siklus kerja yang ditunjukkan dengan tekanan yang konstan dan konsumsi bahan bakar spesifik.



Gambar 2. Siklus actual motor diesel

## 2.3. Temperatur Awal Kompresi (Ta)

Adalah temperatur campuran udara – bahan bakar yang berada dalam saat piston mulai melakukan langkah kompresi.

$$T_a = \frac{T_0 + \Delta T_w + \gamma_r \cdot T_r}{1 + \gamma_r} \quad (1)$$

### 1. Tekanan akhir kompresi

Tekanan akhir kompresi adalah tekanan campuran udara-bahan bakar pada akhir langkah kompresi.

$$P_c = P_a \cdot \varepsilon^{n_1} \quad (2)$$

Dimana  $n_1$  adalah eksponen polytropik yaitu eksponen yang menunjukkan sifat dan bentuk dari proses adiabatic. Eksponen ini menunjukkan perubahan tekanan dan volume yang terjadi pada saat bahan bakar dikompresikan. Dengan menggunakan proses "trial and error, diperoleh harga  $n_1 = 1,34 - 1,39$ , maka diambil  $n_1 = 1,35$  dan perbandingan kompresi sesuai spesifikasi kendaraan adalah 15,6.

### 2. Temperatur Akhir Kompresi (Tc)

Adalah temperatur campuran bahan bakar sebelum pembakaran (pada akhir langkah

kompresi)

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{(n_1-1)} \quad (3)$$

### 3. Efisiensi thermal

Efisiensi thermal adalah perbandingan antara energi yang berguna dengan energi yang masuk.

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \quad (4)$$

Nilai panas bahan bakar dapat diukur dengan menggunakan Bomb kalorimeter dan hasilnya dimasukkan kedalam rumus perhitungan :

$$= \frac{8100C + 3400 \left( H - \frac{O}{8} \right)}{100} \text{ kkal/kg} \quad (5)$$

Nilai H, C dan O dinyatakan dalam persentasi berat dalam setiap unsur yang terkandung dalam satu kilogram bahan bakar. Hasil perhitungan tersebut merupakan suatu nilai panas kotor (gross heating value) suatu bahan bakar dimana termasuk didalamnya panas laten dari uap air yang terbentuk pada pembakaran hidrogen dari bahan bakar. Selisih nilai panas kotor dan bersih umumnya berkisar antara 600-700 kkal/kg tergantung besar persentase hidrogen yang ikut terbakar. Secara kasar nilai panas suatu bahan bakar dapat diperkirakan dari berat jenis yang bersangkutan : - Berat Jenis pada 150C : 0,85; 0,87; 0,89; 0,91; 0,93 - Nilai panas kotor (kkal/kg) : 10900; 10800; 10700; 10600; 10500 Menurut spesifikasi minyak solar di indonesia mempunyai berat jenis antara 0,820 – 0,870 pada temperatur 600F, dengan demikian dapat diperkirakan mempunyai nilai panas kotor minimal 10800 kkal/kg karena semakin rendah berat jenisnya semakin tinggi nilai panas kotornya dan berdasarkan pengukuran laboratorium minyak solar berat jenisnya 0,8521 dengan panas kotor 10917 kkal/kg.

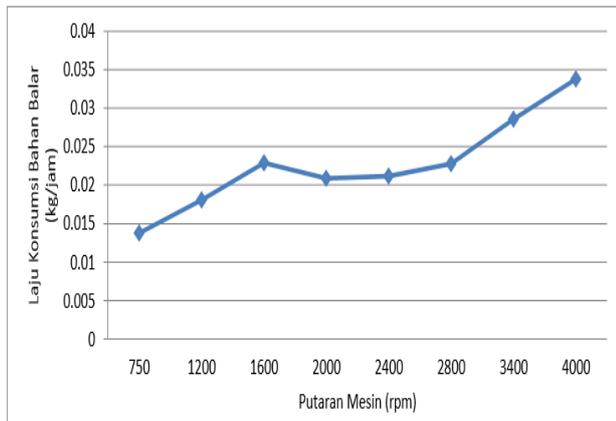
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah data penelitian yang berupa laju konsumsi bahan bakar (mf), kebutuhan bahan bakar spesifik efektif (Sfc), Daya efektif (Ne), Tekanan efektif rata-rata (Pe), Tekanan Indikasi (Pi), Daya indikator (Ni), Torsi (T), Efisiensi Mekanik, Efisiensi Volumetris dan Efisiensi Thermal.

Sebagai perbandingan menggunakan Rpm mesin pada putaran 750, 1200, 1600, 2000, 2400, 2800, 3400, 4000.

### 3.1.Laju Konsumsi Bahan Bakar (mf)

Pada pengujian yang telah di lakukan, terdapat variasi laju konsumsi bahan bakar pada rpm yang berbeda-beda, sehingga semakin tinggi putaran mesin, maka akan semakin laju konsumsi bahan bakar.



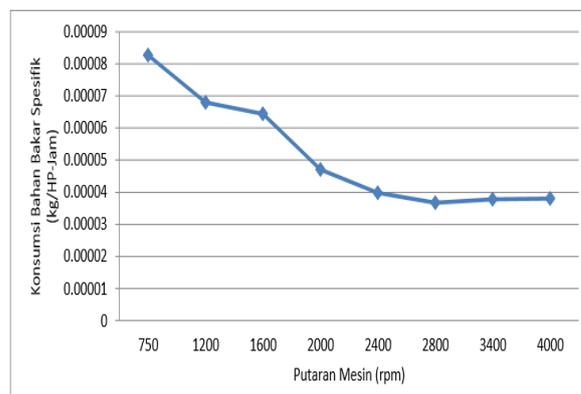
**Gambar 3. Grafik Konsumsi Bahan Bakar vs Putaran Mesin**

Pada gambar 3 menunjukkan hubungan antara putaran mesin dengan konsumsi bahan bakar. Konsumsi bahan bakar dihitung dengan cara menghitung waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar pada alat scan tool yang telah di ukur. Pemakaian bahan bakar semakin naik jika putaran mesin bertambah besar hal ini disebabkan karena semakin besar putaran mesin maka kebutuhan bahan bakar untuk proses pembakaran akan semakin besar pula. Putaran mesin merupakan jumlah putaran per menit sehingga jika jumlah putaran bertambah besar, maka jumlah bahan bakar yang dibakar selama 1 menit tersebut akan semakin besar pula. Pada grafik terlihat adanya penurunan konsumsi bahan bakar pada rpm 2000 sampai dengan rpm 2400 dan mulai naik kembali pada rpm 2800 sampai dengan rpm 4000.

### 3.2.Kebutuhan Bahan Bakar Spesifik (Sfc)

Kebutuhan bahan bakar spesifik sering disingkat Sfc, adalah sebuah rekayasa istilah yang digunakan untuk menggambarkan efisiensi bahan bakar dari sebuah mesin desain. Sfc sebagai parameter yang biasa dipakai sebagai ukuran ekonomis pemakaian bahan bakar yang digunakan per jam untuk setiap daya yang di

hasilkan. Harga Sfc yang lebih rendah menyatakan konsumsi bahan bakar yang lebih ekonomis.

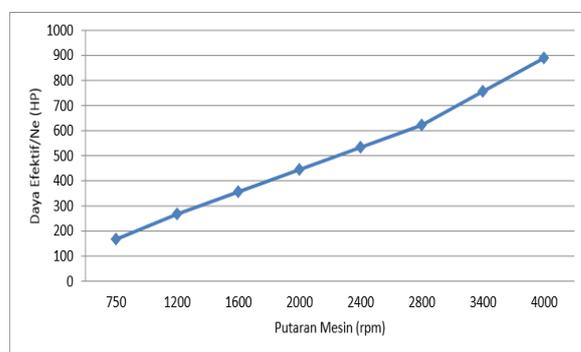


**Gambar 4. Grafik Sfc vs Putaran Mesin**

Dari grafik diatas menunjukkan hubungan pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) terhadap putaran (n), menunjukkan adanya penurunan konsumsi bahan bakar spesifik seiring dengan meningkatnya putaran poros. Pada grafik terlihat konsumsi ideal pada putaran rendah yaitu pada rpm 750 sampai rpm 2800 dan mulai naik pada pada putaran tinggi rpm 3400 keatas.

### 3.3.Daya Efektif (Ne)

Daya efektif di rumuskan sebagai parameter yang menunjukkan kinerja mesin dalam membangkitkan daya pada berbagai kondisi operasi yang diberikan.

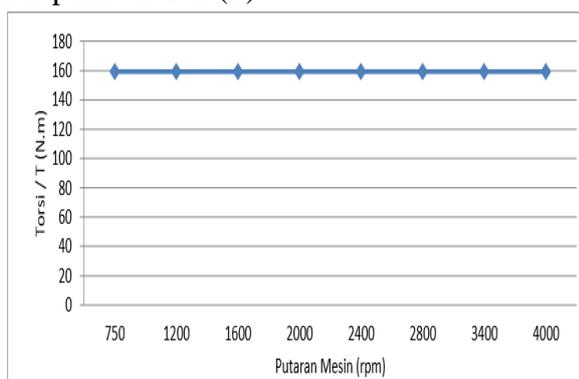


**Gambar 5. Grafik Daya Efektif vs Putaran Mesin**

Pada grafik diatas terlihat suatu hubungan nilai yang berbanding lurus antara putaran (rpm) dan daya efektif (Ne). Semakin tinggi putaran mesin, maka akan semakin tinggi pula daya yang dihasilkan.

### 3.4 . Torsi (T)

Torsi dari mesin didapat dari perhitungan secara teoritis. Torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Torsi juga dapat diperoleh dari perhitungan daya efektif dan putaran mesin yang terjadi. Analisa torsi pada mesin tentunya tidak tepat dari konsep torsi itu sendiri yang besarnya akan sangat dipengaruhi oleh faktor gaya tekan hasil pembakaran (F) dan jari-jari poros engkol pada mesin merupakan faktor tetap sehingga yang paling berpengaruh adalah besar gaya tekan pembakaran (F).



**Gambar 6. Grafik Torsi vs Putaran Mesin (rpm)**

Gaya tekan hasil pembakaran pada grafik diatas menunjukkan maksimal manakala pemasukan campuran udara dan bahan bakar besar, tekanan kompresi maksimal dan saat pengapian yang tepat dengan bunga api yang besar pula. Dari hasil perhitungan bahwa pada torsi tidak terdapat perbedaan pada setiap rpm mesin.

## 4. PENUTUP

### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, maka didapatlah data dari beberapa variasi putaran mesin yang berbeda-beda yaitu putaran rendah, sedang dan tinggi yang menunjukkan perbedaan konsumsi bahan bakar (mf) dan kebutuhan bahan bakar spesifik (Sfc). Dari setiap percobaan tersebut didapatlah data-data sebagai berikut: Pengujian pada putaran 750, 120, 1600, 2000, 2400, 2800, 3400, 4000 rpm menghasilkan laju konsumsi bahan bakar (mf) sebesar 0.0138, 0.0181, 0.0229, 0.0212, 0.0228, 0.00050224, 0.0286 kg/jam. Kebutuhan bahan bakar spesifik (Sfc) sebesar 0.0000828, 0.0000680,

0.0000644, 0.0000471, 0.0000398, 0.0000367, 0.000833, 0.0000378 (kg/hp.h) dan daya efektif (Ne) sebesar 166.712, 266.740, 355.653, 444.566, 533.480, 6222.393, 36.162, 755.763 Hp.

Dari hasil percobaan laju konsumsi bahan bakar (mf) berbanding lurus dengan putaran mesin (rpm) dan konsumsi bahan bakar Spesifik (Sfc) berbanding terbalik dengan putaran mesin, maksudnya konsumsi bahan bakar semakin efisien pada saat putaran mesin semakin tinggi khususnya di rpm rendah dan sedang. Torsi tidak mengalami perubahan dari hasil pengujian dalam semua putaran, torsi tidak mengalami perubahan, maka untuk torsi stabil dalam semua putaran.

### 4.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya bisa dikembangkan berdasarkan dari penelitian ini dimana putaran mesin sangat berpengaruh dengan konsumsi bahan bakar yang digunakan saat proses penelitian, disarankan untuk merubah variable lain misalnya bahan bakar jenis lain dan putaran dalam konstan atau dengan jumlah torak yang lebih banyak dari jenis mobil berbeda pula.

## Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung oleh Universitas Muhammadiyah Pontianak (UM Pontianak) dan Universitas Sains Al quran Wonosobo (UNSIQ).

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Bidarvatan, M. *et al.* (2014) 'Cycle-to-cycle modeling and sliding mode control of blended-fuel HCCI engine', *Control Engineering Practice*. Elsevier, 24(1), pp. 79–91. doi: 10.1016/j.conengprac.2013.11.008.
- Dik, A. *et al.* (2017) 'Conceptual Design of a 3-Shaft Turbofan Engine with Reduced Fuel Consumption for 2025', *Energy Procedia*. Elsevier B.V., 142, pp. 1728–1735. doi: 10.1016/j.egypro.2017.12.556.
- Dobre, A. (2019) 'Theoretical Study Regarding the Fuel Consumption Performance for a Vehicle Equipped with a Mechanical Transmission', *Procedia Manufacturing*. Elsevier B.V., 32, pp.

- 537–544. doi: 10.1016/j.promfg.2019.02.250.
- Gunawan, F. E. *et al.* (2019) ‘A study of the sensitivity of the fuel consumption to driving strategy by micro simulation’, *Procedia Computer Science*. Elsevier B.V., 157, pp. 375–381. doi: 10.1016/j.procs.2019.08.228.
- Harantová, V., Otáhalová, Z. and Kasanický, M. (2019) ‘Estimation of fuel consumption based on data from opening fuel injector valve’, *Transportation Research Procedia*. Elsevier B.V., 40, pp. 236–243. doi: 10.1016/j.trpro.2019.07.036.
- Iida, N. *et al.* (1997) ‘Stability of autoignition and combustion in low-heat-rejection, ceramic methanol ATAC engine (Analysis of cyclic variation at high wall temperature and lean burn)’, *Nippon Kikai Gakkai Ronbunshu, B Hen/Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers, Part B*, 63(614). doi: 10.1299/kikaib.63.3469.
- Karagöz, Y. *et al.* (2015) ‘Effect of hydrogen and oxygen addition as a mixture on emissions and performance characteristics of a gasoline engine’, *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(28), pp. 8750–8760. doi: 10.1016/j.ijhydene.2015.05.039.
- Krastev, V. K. *et al.* (2018) ‘Notes on the hybrid URANS/LES turbulence modeling for Internal Combustion Engines simulation’, *Energy Procedia*. Elsevier B.V., 148(Ati), pp. 1098–1104. doi: 10.1016/j.egypro.2018.08.047.
- Kupper, F. *et al.* (2018) ‘Robust fuel consumption estimation for on-line optimization of diesel engines’, *IFAC-PapersOnLine*. Elsevier B.V., 51(31), pp. 233–239. doi: 10.1016/j.ifacol.2018.10.042.
- Martins, F., Felgueiras, C. and Smitková, M. (2018) ‘Fossil fuel energy consumption in European countries’, *Energy Procedia*. Elsevier B.V., 153, pp. 107–111. doi: 10.1016/j.egypro.2018.10.050.
- Shen, X., Zhang, Y. and Shen, T. (2018) ‘Lower Bound of Variance Minimization in Lean Combustion Control’, *IFAC-PapersOnLine*. Elsevier B.V., 51(31), pp. 303–307. doi: 10.1016/j.ifacol.2018.10.064.
- Yu, H. *et al.* (2019) ‘Real-road NO<sub>x</sub> emission and fuel consumption characteristics of China IV public transit buses’, *Energy Procedia*, 158, pp. 4623–4628. doi: 10.1016/j.egypro.2019.01.871.
- Zheng, F. *et al.* (2017) ‘Influence of driver characteristics on emissions and fuel consumption’, *Transportation Research Procedia*. Elsevier B.V., 27, pp. 624–631. doi: 10.1016/j.trpro.2017.12.142.