

ANALISIS KARAKTERISTIK MOTOR BAKAR TORAK 4 LANGKAH DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR RON 90

Gifari Iswandito Dermawan¹, *Muchammad², Khoiri Rozi²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: gifagifarigifa@gmail.com

Abstrak

Internal combustion engine (ICE) adalah sebuah mesin yang bekerja dengan cara merubah energi kimia menjadi energi mekanik melalui proses pembakaran bahan bakar fosil. Pada mesin ini siklus daya dan siklus pembakaran terjadi didalam satu sistem. Salah satu jenis ICE yang paling banyak digunakan adalah mesin bakar torak 4-langkah (4-stroke internal combustion engine), yang bekerja pada prinsip siklus Otto (Otto Cycle). Proses kerja mesin bakar torak 4-langkah dapat dijelaskan melalui diagram proses siklus Otto. Mesin bakar torak 4-langkah memiliki sebuah karakteristik yang berbeda antara satu dengan yang lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik daya, torsi, efisiensi termal, dan konsumsi bahan bakar spesifik pada mesin bakar torak 4-langkah. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan observasi langsung menggunakan mesin uji yang dihubungkan dengan sebuah dinamometer yang digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap beberapa parameter kinerja mesin seperti torsi, daya dan putaran mesin. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan perangkat lunak untuk mendapatkan karakteristik performa mesin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum performa mesin bensin memiliki karakteristik kenaikan yang melandai sepanjang putarannya hingga mencapai puncaknya pada putaran tinggi sebelum mengalami penurunan. Karakteristik konsumsi bahan bakar spesifik mesin ICE menunjukkan nilai yang baik pada putaran menengah, sementara itu karakteristik efisiensi termal mesin ICE menunjukkan nilai yang tinggi pada putaran mesin menengah.

Kata kunci: bensin; ice; karakteristik; otto

Abstract

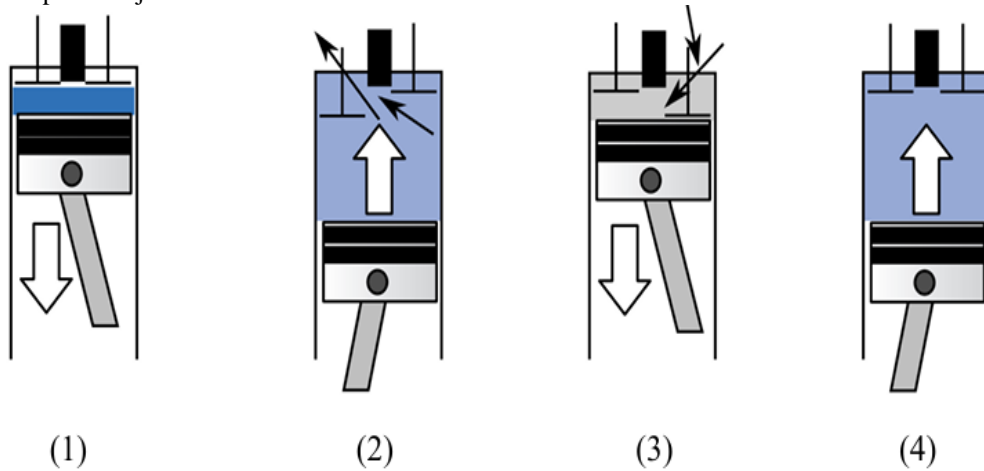
Internal combustion engine (ICE) is a machine that works by converting chemical energy into mechanical energy through the combustion process of fossil fuels. In this engine, the power cycle and combustion cycle occur in one system. One of the most widely used types of ICE is the 4-stroke internal combustion engine, which works on the Otto cycle principle. The working process of a 4-stroke internal combustion engine can be explained through the Otto cycle process diagram. A 4-stroke internal combustion engine has different characteristics from one another. This study aims to analyze the characteristics of power, torque, thermal efficiency, and specific fuel consumption in a 4-stroke internal combustion engine. This study was conducted by conducting direct observation using a test engine connected to a dynamometer which is used to measure several engine performance parameters such as torque, power and engine speed. The research data were analyzed using software to obtain engine performance characteristics. The results of the study show that in general the performance of a gasoline engine has a characteristic increase that slopes throughout its rotation until it reaches its peak at high speed before decreasing. The specific fuel consumption characteristics of the ICE engine show good values at medium speeds, while the thermal efficiency characteristics of the ICE engine show high values at medium engine speeds.

Keywords: characteristic; gasoline; ice; otto

1. Pendahuluan

Internal combustion engine (ICE) merupakan sebuah mesin yang dapat menghasilkan daya dengan cara merubah energi kimia menjadi energi mekanik melalui proses pembakaran bahan bakar fosil [1]. Secara sifat termodinamikanya, Internal combustion engine merupakan sebuah mesin dimana siklus pembakaran dan siklus daya terjadi dalam satu siklus. Mesin ICE ini adalah mesin yang paling banyak digunakan dalam alat transportasi modern, di mana tren penggunaan mesin ini akan tetap berkembang hingga beberapa waktu kedepan [2]. Internal combustion engine sendiri dikembangkan oleh Nicholas Otto, Rudolph Diesel dan Jean Lenoir pada tahun 1800-an [3].

4-stroke internal combustion engine atau mesin bakar torak 4-langkah merupakan salah satu jenis mesin *internal combustion engine* yang bekerja berdasarkan siklus Otto, yaitu siklus yang ditemukan oleh Nicholas Otto dan Eugen Langen. Mesin bakar torak 4-langkah tersusun atas beberapa komponen, antara lain *camshaft*, *crankshaft*, *connecting rod*, piston dan blok mesin [4]. Dalam prosesnya, siklus Otto terdiri dari Langkah berurut yang membentuk sebuah siklus, proses siklus ini dapat ditunjukkan oleh Gambar 1 di bawah.



Gambar 1 Proses Siklus Otto [5]

Siklus kerja mesin dimulai dari turunnya piston dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) (1), proses ini dinamakan dengan langkah daya yang ditandai dengan Bergeraknya piston dari titik mati atas ke titik mati bawah, hal ini disebabkan oleh proses pembakaran yang bekerja dengan cara memantik campuran bahan bakar dan oksigen yang telah dimampatkan sehingga terjadi ekspansi volume yang menyebabkan piston bergerak turun menuju titik mati bawah. Langkah selanjutnya adalah langkah buang (2), langkah buang adalah proses ketika piston yang sebelumnya berada di titik mati bawah (TMB) kembali bergerak ke titik mati atas (TMA) mendorong gas buang hasil pembakaran berupa uap air H_2O , karbon dioksida CO_2 dan partikel lainnya. Selanjutnya, Langkah hisap (3), yaitu ketika piston yang sebelumnya berada di titik mati atas (TMA) bergerak menuju titik mati bawah (TMB), karena pergerakan piston ini ruang bakar akan berada dalam keadaan vakum sehingga memaksa campuran bahan bakar dan oksigen bergerak dari tekanan atmosfer yang lebih tinggi kedalam ruang bakar dengan tekanan yang lebih rendah. Langkah ini dinamakan dengan langkah hisap. Langkah terakhir adalah langkah kompresi (4), langkah kompresi dimulai dari posisi piston yang sebelumnya berada pada titik mati bawah (TMB) selanjutnya bergerak ke titik mati atas (TMA), pergerakan piston dari atas kebawah ini akan menghasilkan tekanan yang tinggi sehingga campuran udara dan bahan bakar menjadi mampat, ketika piston sudah mencapai titik mati atas, maka akan terjadi proses *ignition* atau pemantikan [6][7].

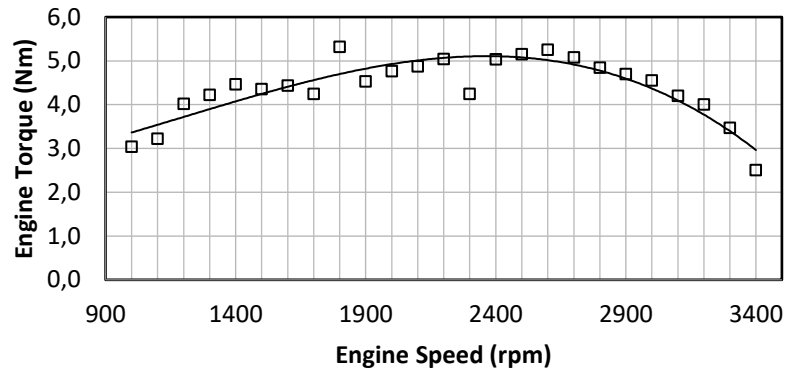
Bensin, atau yang biasa dikenal dengan *gas* (Amerika Serikat), *petrol* (Inggris), dan *benzin* (Jerman), adalah sebuah bahan bakar berbentuk cair yang digunakan sebagai bahan bakar yang digunakan dalam mesin ICE. Bensin merupakan campuran yang berbentuk cair dan tersusun atas hidrokarbon alifatik yang berasal dari distilasi fraksional minyak bumi, yang kemudian dikombinasikan dengan zat aditif seperti isooktana dan hidrokarbon aromatik (toluena dan benzena) untuk meningkatkan nilai oktan bensin dan mencegah mesin dari "*knocking*" [8]. Bensin diperoleh dengan cara memanaskan minyak mentah (*crude oil*) pada suhu $380^{\circ}C$ sampai dengan $540^{\circ}C$. [9 Chang] Salah satu parameter penentu kualitas bahan bakar adalah bilangan oktan. Bilangan oktan atau angka oktan menunjukkan ukuran ketahanan suatu bahan bakar terhadap *knocking* atau penyalan dini (*premature ignition*) [10]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa sifat dan karakteristik motor bakar torak 4-langkah.

2. Bahan dan Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan mesin bakar torak 4-langkah dengan ruang bakar berjumlah 1 buah, mesin tersebut dihubungkan dengan sebuah *dynamometer* melalui sabuk. *Dynamometer* atau biasa dikenal dengan sebutan *dyno* adalah sebuah alat yang berfungsi membaca karakteristik mesin uji seperti daya, torsi dan kecepatan putar mesin [11]. Karakteristik yang diteliti adalah daya (P), torsi (M), konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) dan efisiensi termal. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar dengan nilai bilangan oktan (RON) 90.

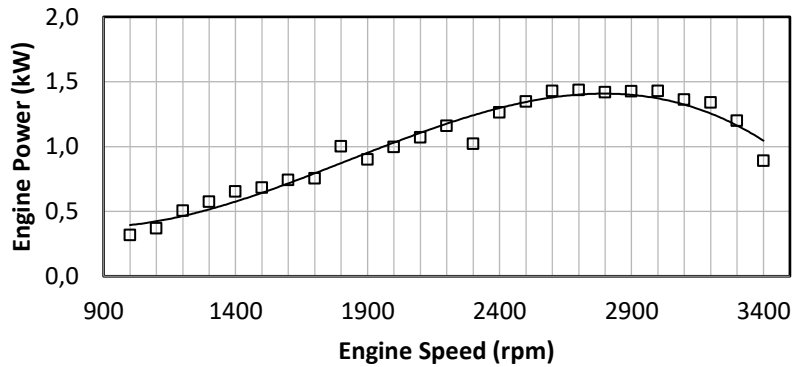
Pengujian dilakukan melalui observasi langsung yang bertempat di dalam laboratorium, dengan pengukuran putaran mesin dimulai pada 1.000 rpm hingga 3.400 rpm, dan interval putaran setiap 100 rpm. Data pengujian kemudian di proses dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excell dan IBM SPSS, data tersebut dihimpun dan disajikan menjadi diagram kurva karakteristik mesin.

3. Hasil dan Pembahasan



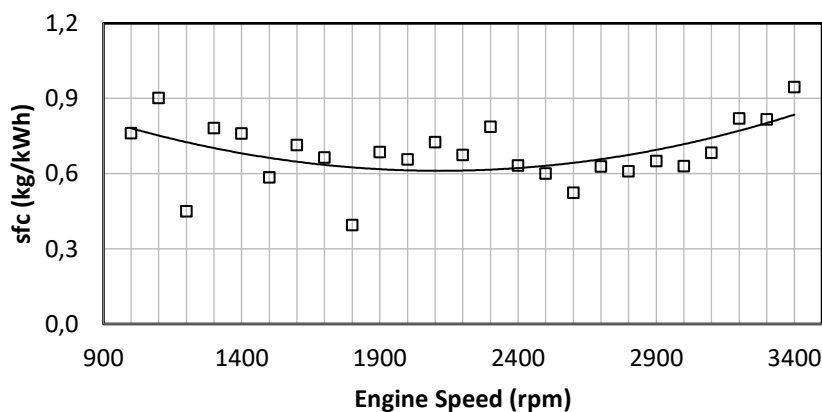
Gambar 2 Karakteristik Torsi

Berdasarkan gambar 2 diatas, dapat dilihat bahwa karakteristik torsi motor bakar torak 4 – langkah menunjukkan bahwa peningkatan nilai torsi cenderung landai dari putaran 1.000 rpm hingga puncaknya pada putaran 2.700 rpm. Setelah itu, nilai torsi mulai menurun hingga putaran 3.400 rpm. Mesin ini memiliki puncak torsi pada putaran mesin yang relatif tinggi. Hal ini, sejalan dengan karakteristik mesin dengan siklus Otto.



Gambar 3 Karakteristik Daya

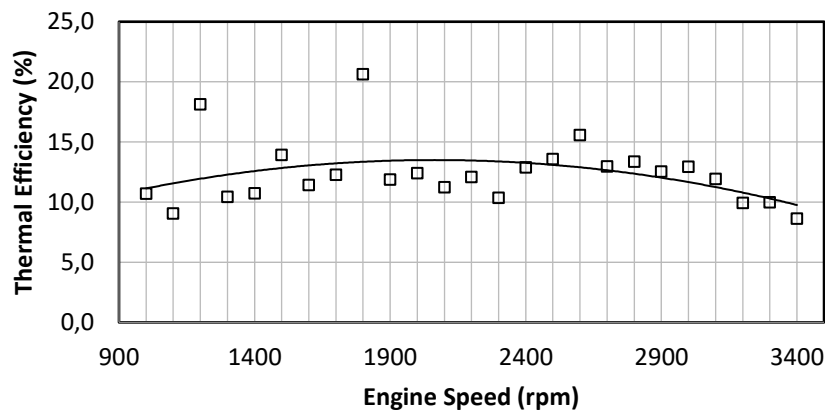
Berdasarkan gambar 3 diatas, dapat dilihat bahwa karakteristik daya yang dimiliki oleh mesin cenderung landai. Hal tersebut, ditunjukkan dengan adanya peningkatan nilai daya yang relatif landai dari putaran 1.000 rpm hingga puncaknya berada pada putaran 2.900 rpm. Kemudian, nilai daya akan turun setelah putaran 2.900 rpm hingga puncaknya pada putaran 3.400 rpm.



Gambar 4 Karakteristik Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Berdasarkan gambar 4 diatas, dapat dilihat bahwa karakteristik konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran rendah adalah antara 1.000 sampai 1.900 rpm cenderung tinggi. Pada putaran menengah antara 2.000 hingga 2.400 rpm, nilai konsumsi bahan bakar spesifik cenderung rendah dan ditemukan nilai konsumsi bahan bakar spesifik terkecil pada

putaran 2.200 rpm. Selanjutnya, nilai konsumsi bahan bakar spesifik Kembali meningkat pada putaran tinggi antara 2.500 hingga 3.400 rpm.



Gambar 5 Karakteristik Efisiensi Termal

Berdasarkan gambar 5 diatas, dapat dilihat bahwa nilai efisiensi termal mesin cenderung rendah pada putaran rendah yang bernilai antara 1.000 hingga 1.700 rpm dan tinggi yang bernilai antara 2.400 hingga 3.400 rpm. Sementara itu, nilai efisiensi termal tinggi berada pada putaran mesin 1.800 hingga 2.300 rpm.

4. Kesimpulan

1. Karakteristik daya dan torsi mesin bakar torak 4-langkah (*4-stroke internal combustion engine*) memiliki ciri yang peningkatan yang landai dan perlahan-lahan meningkat hingga mencapai performa puncaknya (*peak performance*) pada putaran yang relatif tinggi.
2. Karakteristik efisiensi termal mesin bakar torak 4-langkah (*4-stroke internal combustion engine*) cenderung rendah pada putaran rendah dan tinggi, namun pada putaran menengah efisiensi termal mesin bernilai relative tinggi dibandingkan putaran rendah dan tinggi.
3. Karakteristik konsumsi bahan bakar spesifik mesin bakar torak 4-langkah (*4-stroke internal combustion engine*) bernilai tinggi pada putaran mesin rendah dan tinggi, namun pada putaran menengah nilai konsumsi bahan bakar spesifik cenderung rendah dibandingkan pada putaran rendah dan tinggi.

5. Daftar Pustaka

- [1] Yang, X., & Pei, X. (2022). Hybrid system for powering unmanned aerial vehicles: Demonstration and study cases. In *Hybrid Technologies for Power Generation* (pp. 439–473). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823793-9.00014-0>
- [2] Pischinger, S., Schönfelder, C., & Ogrzewalla, J. (2006). Analysis of dynamic requirements for fuel cell systems for vehicle applications. *Journal of Power Sources*, *154*(2), 420–427. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2005.10.037>
- [3] Cummins, C. L., & Jr. (1993). *Diesel's engine: From conception to 1918 v. 1*. Society of Automotive Engineers.
- [4] Heywood, J. (2018). *Internal combustion engine fundamentals* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.
- [5] Balmer, R. T. (2014). *Modern engineering thermodynamics - textbook with tables booklet*. Academic Press.
- [6] Moran, M. J., Shapiro, H. N., Boettner, D. D., & Bailey, M. B. (2014). *Fundamentals of engineering thermodynamics*. John Wiley & Sons.
- [7] Pulkrabek, W. W. (2003). *Engineering fundamentals of the internal combustion engine* (2nd ed.). Pearson.
- [8] Vulimiri, S. v., Pratt, M. M., Kulkarni, S., Beedanagari, S., & Mahadevan, B. (2017). Reproductive and Developmental Toxicity of Solvents and Gases. In *Reproductive and Developmental Toxicology* (pp. 379–396). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804239-7.00021-4>
- [9] Liu, C., Zhang, Z., Ren, P., Wei, Y., Jia, B., Zuo, Z., Wang, W., & Feng, H. (2024). Application of semi-direct fuel injection system to free piston engine generator for better performance: Simulation approach with validation results. *Energy*, *298*. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.131362>
- [10] Stauffer, E., Dolan, J. A., & Newman, R. (2008). Flammable and Combustible Liquids. In *Fire Debris Analysis* (pp. 199–233). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-012663971-1.50011-7>
- [11] Martyr, A. J., & Rogers, D. R. (2021). Dynamometers: the measurement and control of torque, speed, and power. In *Engine Testing* (pp. 235–263). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821226-4.00009-7>