



## Analisis Pengaruh Rasio Kompresi Dan Persentase Etanol Pada Bahan Bakar Terhadap Kinerja Mesin Otto 4 Langkah

Faizal Akbar<sup>1\*</sup>, Santoso<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Email : [Faizalakbar338@gmail.com](mailto:Faizalakbar338@gmail.com)

Alamat: JL. Soekarno Hatta No.09 , Jatimulyo, Lowokwaru, Kota Malang

Korespondensi penulis: [Faizalakbar338@gmail.com](mailto:Faizalakbar338@gmail.com)\*

**Abstract.** *The public demand for better vehicle performance is increasing. Increasing the compression ratio and fuel octane is one solution to improve vehicle performance. This study aims to determine the effect of increasing the compression ratio and ethanol mixture in fuel on the power and torque of the 125 cc Otto engine. The method used is an experiment using a dynotest. The compression ratio was varied to 8.9, 9.2, and 9.6, with ethanol mixtures of 5%, 10%, and 15%. The test data were analyzed using the two-way ANOVA method. The results showed that increasing the compression ratio and ethanol mixture can increase engine power and torque. The highest peak power and torque occurred at a compression ratio of 9.6 with 15% ethanol, which was 6.11 kW and 10.23 N.m. A compression ratio of 9.2 produces 6.07 kW of power and 10.07 N.m of torque at 15% ethanol. A compression ratio of 8.9 produces 5.62 kW of power at 15% ethanol and 9.73 N.m of torque at 10% ethanol.*

**Keywords:** Power, Ethanol, Compression Ratio, Torque

**Abstrak.** Permintaan masyarakat akan performa kendaraan yang lebih baik semakin meningkat. Meningkatkan rasio kompresi dan oktan bahan bakar adalah solusi untuk meningkatkan performa kendaraan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh peningkatan rasio kompresi dan campuran etanol pada bahan bakar terhadap daya dan torsi mesin otto 125 cc. Metode yang digunakan adalah eksperimen menggunakan dynotest. Rasio kompresi divariasikan menjadi 8,9, 9,2, dan 9,6, dengan campuran etanol 5%, 10%, dan 15%. Data hasil pengujian dianalisis dengan metode anova dua arah. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan rasio kompresi dan campuran etanol meningkatkan daya dan torsi mesin. Puncak daya dan torsi tertinggi terjadi pada rasio kompresi 9,6 dengan etanol 15%, yaitu 6,11 kW dan 10,23 N.m. Rasio kompresi 9,2 menghasilkan daya 6,07 kW dan torsi 10,07 N.m pada etanol 15%. Rasio kompresi 8,9 menghasilkan daya 5,62 kW pada etanol 15% dan torsi 9,73 N.m pada etanol 10%.

**Kata kunci:** Daya, Etanol, Rasio Kompresi, Torsi

### 1. LATAR BELAKANG

Permintaan masyarakat akan performa kendaraan yang lebih baik semakin meningkat. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan performa mesin kendaraan adalah meningkatkan rasio kompresi dan oktan bahan bakar dengan cara menambahkan etanol sebagai *octane booster* pada bahan bakar. Nilai oktan pada bahan bakar dipengaruhi oleh perbandingan antara kandungan iso-oktana ( $C_8H_{18}$ ) dan heptane ( $C_7H_{16}$ ) (Marwadani, 2020). Penggunaan bahan bakar oktan tinggi perlu diimbangi dengan rasio kompresi yang lebih tinggi. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya detonasi dan menghasilkan putaran mesin yang lebih halus (sukadana & Tenaya, 2016).

Dengan upaya meningkatkan rasio kompresi yang lebih tinggi yakni dari 8,9 menjadi 9,2 dan 9,6 serta melakukan penambahan campuran etanol sebesar 5%, 10% dan 15% pada

bahan bakar RON 90 diharapkan dapat meningkatkan daya dan torsi mesin. Peningkatan tekanan kompresi di dalam ruang bakar akan meningkatkan suhu campuran bahan bakar dan udara, sehingga meningkatkan efisiensi pembakaran di ruang bakar. Dengan demikian, energi yang dihasilkan akan meningkat, sehingga mengakibatkan peningkatan daya dan torsi mesin (Purnomo & Munahar, 2019).

## 2. KAJIAN TEORITIS

- **Etanol**

Etanol merupakan singkatan dari etil alkohol dengan rumus kimia (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH). Karakteristik etanol adalah kemampuannya untuk larut dalam air dan eter. Etanol memiliki berat jenis sekitar 0,7939 g/mL dan titik didih sekitar 78,320°C pada tekanan 766 mmHg. Panas pembakarannya sekitar 7093,72 kcal (Nofendri & Hidayat, 2019).

- **Rasio Kompresi**

Rasio kompresi merupakan perbandingan antara volume total silinder saat (BDC) dengan volume minimum silinder atau ruang bakar saat (TDC). Perhitungan nilai rasio kompresi pada motor bakar torak dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Heywood, 1988).

$$r_c = \frac{V_d + V_c}{V_c} \dots\dots\dots \text{Pers. (1)}$$

Dimana:

$r_c$  = Rasio Kompresi

$V_d$  = Volume Langkah (cm<sup>3</sup>)

$V_c$  = Volume Ruang Bakar (cm<sup>3</sup>)

- **Efisiensi Thermal**

Efisiensi thermal merupakan indikasi yang menunjukkan besarnya nilai perpindahan kalor udara didalam ruang bakar. Untuk menentukan efisiensi termal siklus otto hanya dibutuhkan rasio kompresi sebagaimana bentuk persamaan 3 untuk efisiesnsi thermal skilus otto. Ketika rasio kompresi ditingkatkan, maka efisiensi thermal akan meningkat (Philips K, 2015).

$$\eta_{th} = 1 - \left(\frac{T_1}{T_2}\right) \dots\dots\dots \text{Pers. (2)}$$

$$= 1 - \left(\frac{1}{r_c}\right)^{k-1} \dots\dots\dots \text{Pers. (3)}$$

Dimana:

$\eta_{th}$  =Efisiensi thermal (%)

$r_c$  = Rasio Kompresi

k = 1, 4

Peningkatan tekanan kompresi di dalam ruang bakar akan meningkatkan suhu campuran bahan bakar dan udara, sehingga meningkatkan efisiensi pembakaran di ruang bakar. Dengan demikian, energi yang dihasilkan akan meningkat, sehingga mengakibatkan peningkatan daya dan torsi mesin (Ruslan et al., 2018).

- **Daya**

Daya adalah besarnya kerja motor persatuan waktu. Satuan daya dalam S.I yaitu W (*watt*). Daya yang dihasilkan oleh mesin dan diserap oleh dinamometer terdiri dari torsi yang dihasilkan dan kecepatan sudutnya. Ini digunakan untuk mengestimasi daya pada motor empat langkah (Heywood, 1988).

$$P = T \times \omega \dots\dots\dots \text{Pers. (4)}$$

Atau

$$P = \frac{T \times 2\pi \times n}{60 \times 1000} \dots\dots\dots \text{Pers. (5)}$$

Dimana:

P = daya poros (kW)

T = torsi (N.m)

$\omega$  = Kecepatan sudut (rad/s)

n = putaran mesin (rpm)

- **Torsi**

Torsi merupakan kemampuan mesin untuk melakukan usaha. Torsi adalah besaran turunan yang digunakan untuk mengukur besarnya energi yang dihasilkan oleh suatu benda yang berputar di sekitar porosnya. Satuan torsi dalam S.I yaitu N.m (Newton meter). Adapun perumusannya adalah sebagai berikut (Heywood, 1988).

$$T = \frac{P}{\omega} \dots\dots\dots \text{Pers. (6)}$$

Dimana:

T = torsi (N.m)

P = daya poros (kW)

$\omega$  = Kecepatan sudut (rad/s)

### 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap perubahan daya dan torsi menggunakan alat *dynotest*. Penelitian ini menggunakan variasi rasio kompresi 8,9 , 9,2 dan 9,6 dengan variasi persentase campuran

etanol sebesar 5%, 10% dan 15% pada bahan bakar RON 90. Pengujian dimulai pada putaran mesin 4000 rpm hingga 8000 rpm. Proses pengujian daya dan torsi dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap sampel. Hasil pengujian daya dan torsi dapat dilihat pada grafik *dynotest*. Kemudian data grafik yang diperoleh diolah dan dibuat kesimpulan.

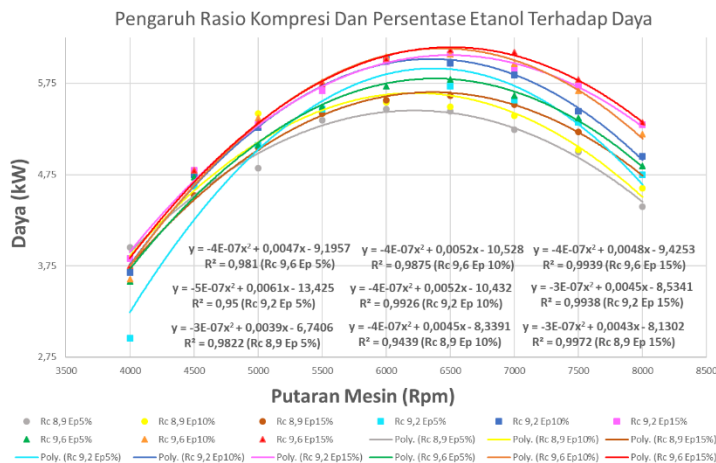


**Gambar 1. Setting Peralatan Penelitian**

Keterangan Gambar:

1. Perubahan persentase campuran etanol (5%, 10% dan 15%)
2. Monitor Parameter *Dynotest* BRT Super Dyno Inersia 50 LA
3. Blower
4. *Chassis Dynamometer* BRT Super Dyno Inersia 50 LA
5. Sepeda Motor Supra X 125 cc
6. Laptop / PC
7. Lokasi perubahan Rasio Kompresi yang diujikan 8,9, 9,2 dan 9,6.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN



**Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Daya**

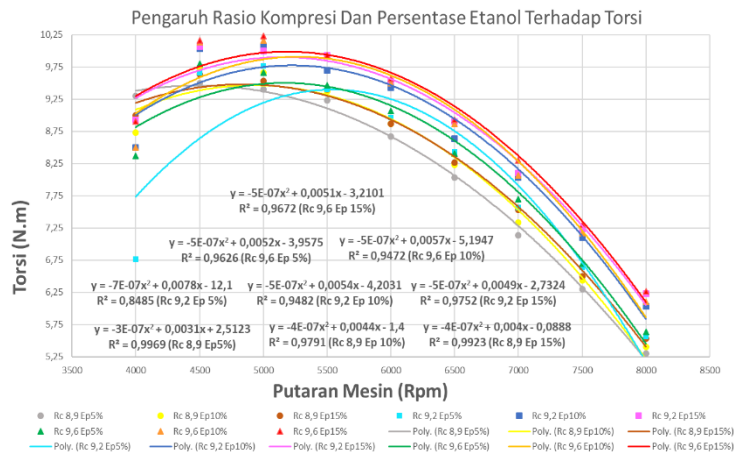
Berdasarkan hasil uji polynomial ortogonal antara interaksi persentase etanol 5%, 10% dan 15% pada bahan bakar RON 90 dengan variasi rasio kompresi 8,9, 9,2 dan 9,6 terhadap daya sebagaimana dapat dilihat pada garis trendline (kecenderungan) dengan polynomial

secara keseluruhan pada gambar 2. Menunjukkan adanya hubungan atau grafik secara kuadrat dengan nilai koefisien  $R^2 = 0,9822$  untuk Rc 8,9 Ep5%,  $R^2 = 0,9439$  untuk Rc 8,9 Ep10%,  $R^2 = 0,9972$  untuk Rc 8,9 Ep15%,  $R^2 = 0,95$  untuk Rc 9,2 Ep5%,  $R^2 = 0,9926$  untuk Rc 9,2 Ep10%,  $R^2 = 0,9938$  untuk Rc 9,2 Ep15%,  $R^2 = 0,981$  untuk Rc 9,6 Ep5%,  $R^2 = 0,9875$  untuk Rc 9,6 Ep10%, dan  $R^2 = 0,9939$  untuk Rc 9,6 Ep15%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase campuran etanol 5%, 10% dan 15% pada bahan bakar RON 90 dengan variasi peningkatan rasio kompresi 8,9, 9,2 dan 9,6 memberikan pengaruh terhadap peningkatan daya pada mesin otto 125 cc.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan rasio kompresi dan penambahan etanol pada bahan bakar dapat meningkatkan daya mesin. Secara keseluruhan hasil pengujian daya tertinggi diperoleh pada rasio kompresi 9,6 dengan campuran etanol 15% sebesar 6,11 kW pada putaran 6500 rpm. Pada pengujian rasio kompresi 9,2 daya tertinggi juga diperoleh pada campuran etanol 15% dengan daya sebesar 6,07 kW pada putaran 6500 rpm. Sedangkan daya tertinggi dari pengujian rasio kompresi 8,9 juga diperoleh pada campuran etanol 15% dengan daya sebesar 5,62 kW pada putaran 6500 rpm.

Hal ini sesuai dengan kajian teori yang mengacu pada rumus persamaan 2 dan 3 hubungan rasio kompresi dan efisiensi thermal, dimana peningkatan rasio kompresi dapat meningkatkan efisiensi thermal motor bakar yang mengakibatkan peningkatan tekanan awal saat proses kompresi. Sehingga meningkatkan kerapatan campuran gas udara dan bahan bakar yang mengakibatkan peningkatan energi saat proses pembakaran yang dapat menghasilkan peningkatan daya pada kondisi putaran mesin 4000 hingga 6500 rpm (Ruslan et al., 2018).

Akan tetapi pada kondisi putaran mesin yang lebih tinggi yakni 7000 rpm hingga 8000 rpm daya cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena terjadi penurunan efisiensi volumetrik yang diakibatkan oleh peningkatan putaran mesin. Sehingga dengan meningkatnya putaran mesin maka mekanisme katup akan bekerja semakin singkat. Akibatnya, waktu untuk memasukkan campuran bahan bakar dan udara ke dalam silinder menjadi lebih singkat, sehingga tekanan hasil pembakaran menurun menyebabkan penurunan daya (Dharma et al., 2013).



**Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Torsi**

Berdasarkan hasil uji polynomial ortogonal antara interaksi persentase etanol 5%, 10% dan 15% pada bahan bakar RON 90 dengan variasi rasio kompresi 8,9, 9,2 dan 9,6 terhadap torsi sebagaimana dapat dilihat pada garis trendline (kecenderungan) dengan polynomial secara keseluruhan pada gambar 3. Menunjukkan adanya hubungan atau grafik secara kuadratik dengan nilai koefisien  $R^2 = 0,9969$  untuk Rc 8,9 Ep5%,  $R^2 = 0,9791$  untuk Rc 8,9 Ep10%,  $R^2 = 0,9923$  untuk Rc 8,9 Ep15%,  $R^2 = 0,8485$  untuk Rc 9,2 Ep5%,  $R^2 = 0,9482$  untuk Rc 9,2 Ep10%,  $R^2 = 0,9752$  untuk Rc 9,2 Ep15%,  $R^2 = 0,9626$  untuk Rc 9,6 Ep5%,  $R^2 = 0,9472$  untuk Rc 9,6 Ep10%, dan  $R^2 = 0,9672$  untuk Rc 9,6 Ep15%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase campuran etanol 5%, 10% dan 15% pada bahan bakar RON 90 dengan variasi peningkatan rasio kompresi 8,9, 9,2 dan 9,6 memberikan pengaruh terhadap peningkatan torsi pada mesin otto 125 cc.

Dari gambar grafik uji torsi diatas dapat dilihat bahwa peningkatan rasio kompresi dengan penambahan etanol pada bahan bakar menunjukkan bahwa peningkatan rasio kompresi dengan penambahan etanol pada bahan bakar dapat meningkatkan torsi mesin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa torsi tertinggi diperoleh pada rasio kompresi 9,6 dengan campuran etanol 15% sebesar 10,23 N.m pada putaran 5000 rpm. Pada pengujian rasio kompresi 9,2 torsi tertinggi juga diperoleh pada campuran etanol 15% dengan torsi sebesar 10,07 N.m pada putaran 4500 rpm. Sedangkan torsi tertinggi dari pengujian rasio kompresi 8,9 juga diperoleh pada campuran etanol 10% dengan torsi sebesar 9,73 N.m pada putaran 4500 rpm.

Hal ini juga sesuai dengan kajian teori seperti yang diketahui bahwa peningkatan rasio kompresi dapat meningkatkan efisiensi thermal sehingga dengan meningkatnya efisiensi thermal mengakibatkan peningkatan daya mesin. Sebagaimana diketahui rumus persamaan 4 mencari nilai torsi.  $T = P/\omega$  dimana (T) torsi, (P) daya dan ( $\omega$ ) kecepatan sudut (Heywood, 1988). Dari rumus persamaan tersebut dapat dijelaskan bahwa besarnya torsi dipengaruhi oleh daya dan kecepatan sudut poros engkol. Apabila daya yang dihasilkan semakin besar maka

torsi yang dihasilkan juga semakin meningkat pada kondisi putaran mesin 4000 hingga 5000 rpm.

Akan tetapi pada kondisi putaran mesin yang lebih tinggi yakni 5500 rpm hingga 8000 rpm torsi cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena peningkatan momen inersia pada poros engkol menyebabkan berkurangnya koefisien fluktuasi kecepatan, sehingga percepatan poros engkol menurun. Akibatnya, pada putaran mesin yang lebih tinggi, torsi mesin cenderung berkurang (Muryanto, 2016).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa peningkatan rasio kompresi dengan penambahan campuran etanol pada bahan bakar RON 90 berpengaruh terhadap daya dan torsi mesin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio kompresi dan persentase etanol yang ditambahkan pada bahan bakar RON 90, dapat meningkatkan daya dan torsi mesin. Daya dan torsi tertinggi diperoleh pada rasio kompresi 9,6 dengan campuran persentase etanol 15% dengan perolehan daya sebesar 6,11 kW pada kondisi putaran 6500 rpm dan torsi sebesar 10,23 N.m pada kondisi putaran 5000 rpm. Hal ini disebabkan karena meningkatnya kerapatan campuran gas udara dan bahan bakar dalam silinder akibat tekanan kompresi yang tinggi sehingga mengakibatkan peningkatan energi saat proses pembakaran yang dapat menghasilkan peningkatan daya dan torsi.

## DAFTAR REFERENSI

- Dharma, G. A., Pendidikan, S., Mesin, T., Teknik, F., Surabaya, U. N., Mesin, J. T., Teknik, F., & Surabaya, U. N. (2013). *Pengaruh Pemakaian Variasi Pegas Sliding Sheave Terhadap Performance Motor Honda Beat 2011. 02*, 126–131.
- Heywood, J. B. (1988). *Internal Combustion Engine Fundamentals* (1st ed.). McGraw-Hill, Inc.
- Marwadani, R. (2020). “Pengaruh Penambahan Zat Aditif Kedalam Bahan Bakar Ron 88 Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Motoyama Spe 460 Gp.” *175.45.187.195*, 31124. [ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri \(0710710019\).pdf](ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN_WISUDA_PERIODE_V_18_MEI_2013/FULLTEKS/PD/lovita_meika_savitri_(0710710019).pdf)
- Muryanto, E. (2016). *Study Pengaruh Campuran Bahan Bakar Premium dan Ethanol terhadap Unjuk Kerja Mesin Motor Bensin Empat Langkah*.
- Nofendri, Y., & Hidayat, M. F. (2019). Perbandingan Campuran Bensin dan Etanol Terhadap Performa Mesin dan Emisi Gas Buang pada Mesin 2 Silinder. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 10(2), 28–33.

- Philips K. (2015). *Motor bakar torak : teori & aplikasinya*. Andi.
- Purnomo, B. C., & Munahar, S. (2019). Pengaruh Tekanan Kompresi Terhadap Daya Dan Torsi Pada Engine Single Piston. *Quantum Teknika : Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 1(1), 14–18. <https://doi.org/10.18196/jqt.010103>
- Ruslan, W., Bunga, T., Septian, D., & Saputra, W. (2018). Perhitungan Daya Dan Efisiensi Thermal Pada Mobil Mercedes Benz Menggunakan Turbocharger. *Prosiding Semrestek 2018 Fakultas Teknik Universitas Pancasila*, 110–118.
- Sukadana, I. G. K., & Tenaya, I. G. N. P. (2016). Pengaruh Penggunaan Arak Bali Sebagai Bahan Bakar Pada Mesin Empat Langkah Dengan Rasio Kompresi Bervariasi. *Flywheel Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 11(1), 1–8.