

## PENGARUH MODIFIKASI KOMPRESI RUANG BAKAR PADA MOBIL HEMAT ENERGI

### *THE EFFECT OF COMPRESSION MODIFICATION ON ENERGY SAVING CAR*

**Ikhsan Wahyudi<sup>1)</sup>, Khairi Humaidi<sup>2)</sup>**

<sup>1</sup>Politeknik Hasnur, Barito Kuala, Indonesia

<sup>2</sup>Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia

email: ikhsanwahyudi1215k@gmail.com\*, khairih04@gmail.com

---

#### **Abstract**

Received:  
21 Mei 2024

Accepted:  
10 Juni 2024

Published:  
10 Juni 2024

*This study aims to compare the specific fuel consumption of modified 4-stroke motorbikes with a compression ratio of 9.2: 1 using pentalite fuel. The experimental method was carried out on a Honda Beat Fi motorbike. The research data was analyzed through three experiments with RPM 1500, 2500, and 3000. Each experiment used 100 ml of pentalite fuel to evaluate fuel consumption, which was then calculated. The research results show that there are differences in specific fuel consumption from the three variations in RPM use when driving. The first experiment was carried out in the RPM range 1000-1500 with a total vehicle load of 200 Kg, resulting in fuel consumption of 2.3 Km/100 ml (23 Km/L) at a speed of 11 Km/h. The second experiment in the RPM range 1500-2500 with the same load resulted in a consumption of 3.5 Km/100 ml (35 Km/L) at a speed of 40 Km/h. The third experiment in the 2500-3000 RPM range with the same load resulted in a consumption of 3.2 Km/100 ml (32 Km/L) at a speed of 65 Km/h. Reducing RPM significantly affects fuel consumption, where the lower the RPM, the higher the fuel requirement.*

**Keywords:** *Modification, Compression, Combustion Chamber, Energy Saving Cars*

#### **Abstrak**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan penggunaan bahan bakar khusus dari sepeda motor 4 langkah yang telah dimodifikasi dengan rasio kompresi 9,2 : 1, menggunakan bahan bakar jenis pentalite. Penelitian ini dilakukan melalui metode eksperimen yang melibatkan sepeda motor Honda Beat Fi. Data hasil penelitian dianalisis melalui tiga percobaan dengan RPM 1500, 2500, dan 3000. Setiap percobaan menggunakan 100 ml bahan bakar pentalite untuk mengevaluasi konsumsi bahan bakar, yang kemudian dihitung. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan konsumsi bahan bakar spesifik dari ketiga variasi penggunaan RPM saat berkendara. Percobaan pertama dilakukan pada rentang RPM 1000-1500 dengan beban total kendaraan 200 Kg, menghasilkan konsumsi bahan bakar 2,3 Km/100 ml (23 Km/L) pada kecepatan 11 Km/j. Percobaan kedua pada rentang RPM 1500-2500 dengan beban yang sama menghasilkan konsumsi 3,5 Km/100 ml (35 Km/L) pada kecepatan 40 Km/j. Percobaan ketiga pada rentang RPM 2500-3000 dengan beban yang sama menghasilkan konsumsi 3,2 Km/100 ml (32 Km/L) pada kecepatan 65 Km/j. Penurunan RPM secara signifikan mempengaruhi konsumsi bahan bakar, di mana semakin rendah RPM, semakin tinggi kebutuhan bahan bakar.

**Kata Kunci :** *Modifikasi, Kompresi, Ruang Bakar, Mobil Hemat Energi*

---

DOI: 10.20527/jtamrotary.v7i1.1216

---

**How to cite:** Wahyudi, I., & Humaidi, K., "Pengaruh Modifikasi Kompresi Ruang Bakar Pada Mobil Hemat Energi". *JTAM ROTARY*, 6(2), 147-158, 2024.

---

## PENDAHULUAN

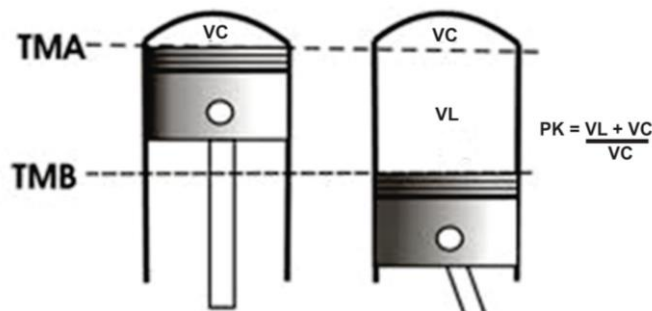
Mobil hemat energi adalah solusi inovatif dalam industri otomotif yang bertujuan untuk mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang (Anggoro dkk, 2021) (Laka dkk, 2018). Ada beberapa jenis mobil hemat energi yang tersedia, seperti mobil hibrida, mobil listrik, dan mobil berbahan bakar alternatif serta ada pula yang masih menggunakan mesin bensin sebagai penggerak utamanya dan merupakan sebuah tantangan dalam memodifikasinya agar bahan bakar yang digunakan serta emisi gas buang yang dihasilkan semakin ramah lingkungan (Rois, 2021).

Ada banyak faktor yang memengaruhi kemampuan mesin dari mobil hemat energi, termasuk jenis bahan bakar yang digunakan, kapasitas silinder, dan perbandingan kompresi. Penting untuk memilih bahan bakar yang sesuai dengan perbandingan kompresi agar mencapai kinerja optimal (Dharma, 2015). Angka oktan menandakan kualitas bahan bakar, di mana semakin tinggi angka oktan, semakin baik kualitasnya, yang juga memengaruhi harga bahan bakar. Setiap jenis sepeda motor membutuhkan bahan bakar yang cocok dengan karakteristik mesinnya untuk performa terbaik (Nugroho dkk, 2020). Penggunaan bahan bakar dengan oktan rendah bisa menyebabkan detak mesin tak teratur, menurunkan performa, dan meningkatkan konsumsi bahan bakar, sementara bahan bakar dengan oktan tinggi meningkatkan performa dan efisiensi pembakaran, menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih hemat (Fahturozi, 2019).

Perbandingan kompresi adalah rasio antara volume total silinder dan volume ruang bakar. Semakin besar diameter dan panjang langkah torak pada mesin sepeda motor, semakin besar tenaga yang dihasilkan, yang mengakibatkan peningkatan nilai perbandingan kompresi. Perbandingan kompresi yang tinggi meningkatkan tekanan pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder, menghasilkan energi yang dialirkan ke roda belakang untuk menghasilkan gerakan (Purnomo, 2019).

Dalam praktiknya, penyesuaian pada mesin, seperti stroke up, harus dilakukan dengan hati-hati, memperhitungkan toleransi mesin dan tujuan penyesuaian (Anwar dkk, 2022).. Modifikasi pada mesin dapat berdampak signifikan pada kinerja sepeda motor, sehingga diperlukan keterampilan dan pengetahuan yang tepat. Sepeda motor modern umumnya memiliki perbandingan kompresi tinggi, sehingga penting untuk menggunakan bahan bakar berkualitas baik (Ariyanto, 2018). Penggunaan bahan bakar berkualitas rendah pada sepeda motor dengan perbandingan kompresi tinggi dapat menyebabkan knocking atau detonasi, yang dapat merusak komponen dalam ruang bakar (Purnomo, 2019).

Dari situ, peneliti bertujuan untuk menjelaskan kepada masyarakat jika menggunakan mesin mobil hemat energi dengan perbandingan kompresi tinggi harus menggunakan bahan bakar berkualitas tinggi (Simanungkalit, 2013).. Ini berarti bahan bakar dengan oktan yang sesuai sangat disarankan. Selain meningkatkan performa mesin sepeda motor, ini juga menghemat konsumsi bahan bakar (Christian S, 2016). Untuk keperluan khusus seperti balapan, modifikasi kompresi mesin bisa dilakukan untuk mendapatkan tenaga yang besar dengan bahan bakar yang lebih efisien (Sholihin, 2018).



Gambar 1. Perbandingan Rasio Kompresi

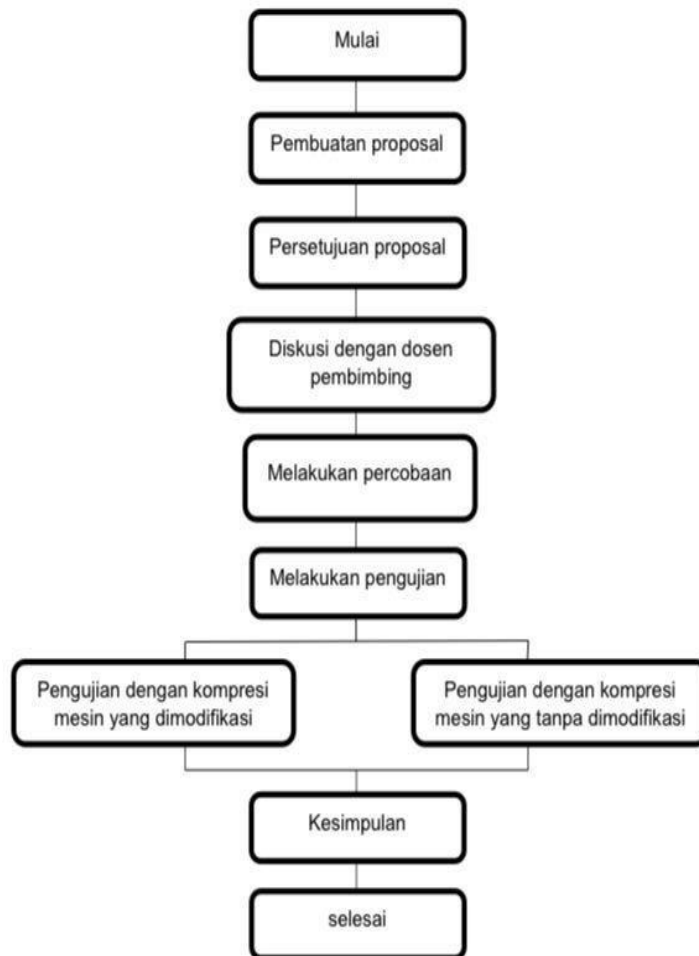
## METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam proses modifikasi kompresi pada mesin ini yaitu menggunakan penambahan paking (gasket) pada bagian head silinder. Mesin yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin Honda Beat-Fi untuk di modifikasi. Dikutip dari laman *Otomaniac* yang ditulis oleh Batista (2022), spesifikasi mesin standard Beat FI adalah sebagai berikut :

1. Tipe Mesin : 4 langkah, OHC, silindertunggal
2. Kapasitas Mesin : 108 cc
3. Jumlah silinder: Silinder Tunggal Diameter x Langkah : 50 x 55 mm
4. Perbandingan Kompresi : **9,2 : 1** dengan tebal Gasket/paking 0,7mm
5. Daya Maksimum : 6,27 kW (8,52 PS) /8000 rpm
6. Sistem Starter : Pedal dan *Electric*
7. Sistem Bahan Bakar : Injeksi (PGM-FI)
8. Tipe Kopling : Otomatis, sentrifugal, tipekering
9. Konsumsi bahan bakar standar 1 liter 58 km tanpa hambatan

Part yang perlu di pakai untuk memodifikasi kompresi mobil hemat energi seperti piston, gasket dan lainnya untuk merakit mesin setelah dimodifikasi. Pada tahap pengujian ini berupa pengambilan data daya dan torsi dengan setingan bahan bakar seminimal mungkin. Pengolahan data yang dilakukan pada penelitian mobil hemat energy ini dengan berupa tabel dan grafik yang akan diisi dari data hasil perbandingan menggunakan kompresi yang standar dan menggunakan kompresi yang telah dinaikkan. Dalam penelitian ini, variabel independen yang digunakan adalah penggunaan bahan bakar pertamax dan pertalite sedangkan variabel kontrol ini adalah berupa penambahan kompresi dengan cara mengurangi ketebalan gasket pada head silinder pada mobil hemat energi saat dan pada bagian throttle body di setting irit dengan cara mengurangi jumlah udara yang masuk. Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah berupa kekuatan daya dan torsi serta konsumsi bahan bakar saat mobil hemat energi menggunakan kompresi yang dimodifikasi dan kompresi tanpa modifikasi. Angka rasio kompresi meningkat ketika gasket pada head silinder diganti dengan ukuran 0,3mm yang lebih tipis dari 0,7, sehingga nilai kompresi naik menjadi 9,7 dari asalnya yang hanya 9,3.

Pada penelitian ini diagram alir penelitian dapat dilihat:



Gambar 2. Diagram alir

### HASIL DAN PEMBAHASAN Data Hasil Pengujian Berjalan Putaran 1000-1500 RPM



Gambar 3. RPM 1500

Pada pengoprasian mesin putaran 1000-1500RPM dengan data pengujian:

- Beban total kendaraan	: 200 Kg
- Bahan bakar yang di gunakan	: Pertalite
- Volume bahan bakar Pra Test	:100 ml
- Kecepatan	: 11 Km/j
- Jarak yang di dapat	: 2,3 KM / 100 ml = 23 KML
- RPM maksimal	: 1500

Gambar 4. Data pengujian 1500 RPM

### Putaran 1500-2500 RPM



Gambar 5. RPM 2500

Pada pengoprasian mesin putaran 1500-2500RPM dengan data pengujian:

- Beban total kendaraan	: 200 Kg
- Bahan bakar yang di gunakan	: Pertalite
- Volume bahan bakar Pra Test	:100 ml
- Kecepatan	: 40 Km/j
- Jarak yang di dapat	: 3,5 KM / 100 ml = 35 KML
- RPM maksimal	: 2500

Gambar 6. Data Pengujian 2500 RPM

### Putaran 2500-3000 RPM



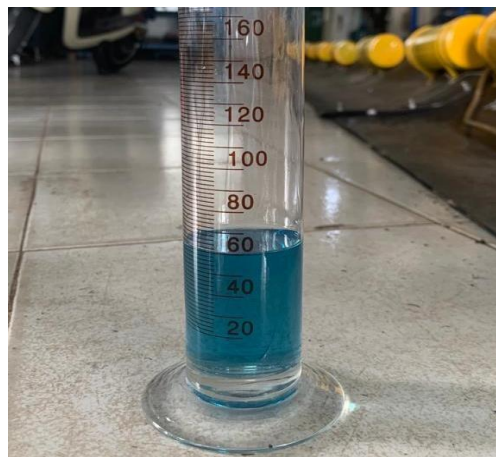
Gambar 7. RPM 3000

Pada pengoprasian mesin putaran 2500-3000 RPM dengan data pengujian:

- Beban total kendaraan	: 200 Kg
- Bahan bakar yang di gunakan	: Pertalite
- Volume bahan bakar Pra Test	:100 ml
- Kecepatan	: 65 Km/j
- Jarak yang di dapat	: 3,2 KM / 100 ml = 32 KML
- RPM maksimal	: 3000

Gambar 8. Data pengujian 3000 RPM

### Data Hasil Pengujian Diam Menggunakan Pertamax



Gambar 9. Bahan Bakar Pertamax

### Putaran 1000-1500 RPM



Gambar 10. Hasil Waktu Pengujian RPM 1500 Pada Pengoprasian Mesin

Putaran 1000 – 1500 RPM dengan data pengujian:

- Bahan bakar yang di gunakan	: Pertamax
- Volume bahan bakar Pra Test	: 60 ml
- Waktu yang di dapat	: 05.58,44 Menit / 60 ml
- RPM maksimal	: 1500

Gambar 11. Data Pengujian 1500 RPM

**Putaran 1500-2500 RPM**



Gambar 12. Hasil waktu pengujian RPM 2500

- Bahan bakar yang di gunakan	: Pertalite
- Volume bahan bakar Pra Test	: 60 ml
- Waktu yang di dapat	: 02.19,85 Menit / 60 ml
- RPM maksimal	: 2500

Gambar 13. Data Pengujian 2500 RPM

**Putaran 2500-3000 RPM**

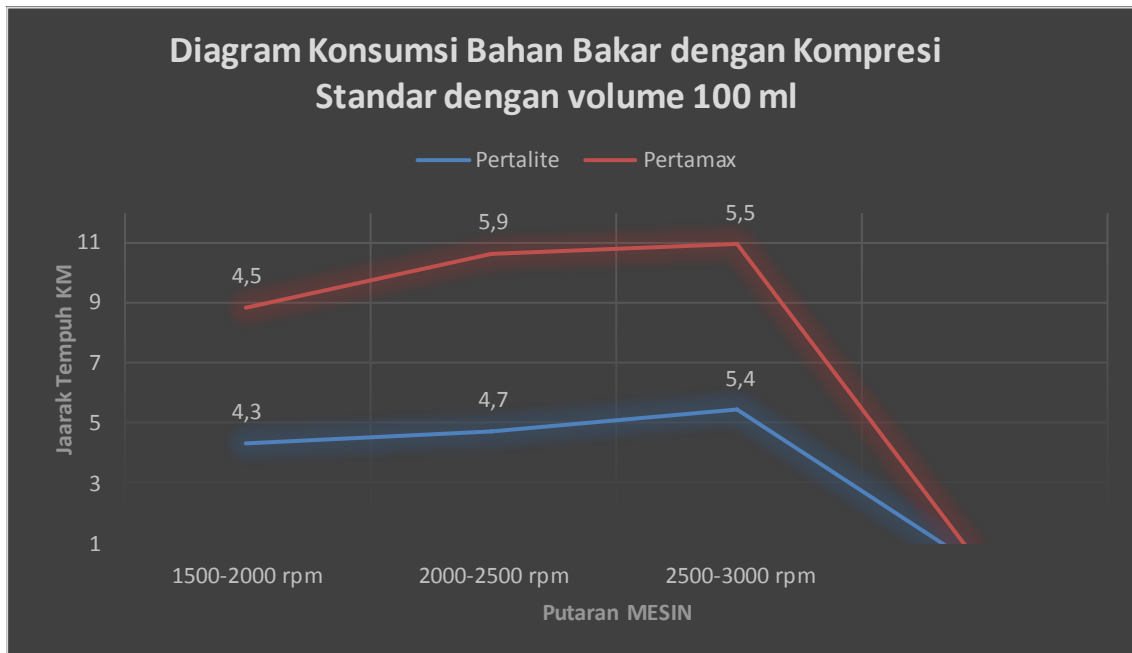


Gambar 14. Hasil Waktu Pengujian RPM 3000

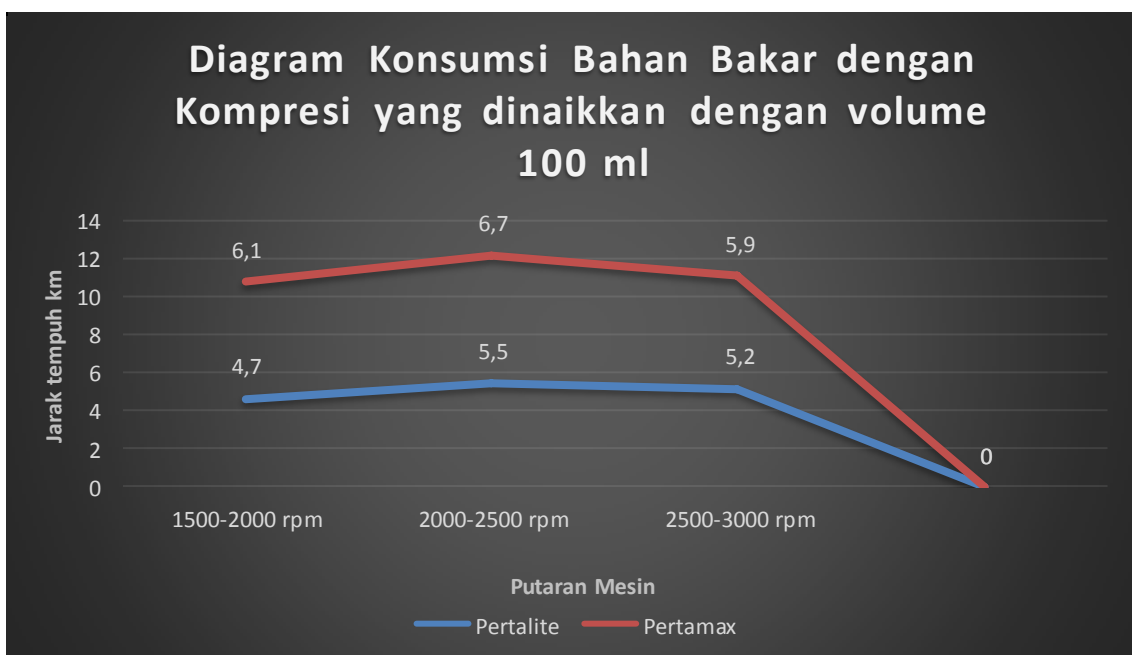
Pada pengoprasian mesin putaran 2500 – 3000 RPM dengan data pengujian:

- Bahan bakar yang di gunakan	: Pertalite
- Volume bahan bakar Pra Test	: 60 ml
- Waktu yang di dapat	: 01.13,60 Menit / 60 ml
- RPM maksimal	: 3000

Gambar 15. Data Pengujian 3000 RPM



Gambar 16. Diagram Konsumsi Bahan Bakar Pertamina Dan Pertalite Dengan Kompresi Standar Dalam Jarak



Gambar 17. Diagram Konsumsi Bahan Bakar Pertamina Dan Pertalite Dengan Kompresi Yang Sudah Dinaikkan Dalam Jarak.

Adapun pembahasan penelitian tentang pengaruh modifikasi kompresi piston terhadap konsumsi bahan bakar pada mesin mobil hemat energi menggunakan mesin sepeda motor Honda Beat FI, perhitungan kompresinya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 PK &= (V_r + V_s) / V_r \\
 PK &= (110 + 13,4) / 13,4 \\
 &= 9,20895522 \\
 &= 9,2:1 \text{ nilai kompresi standar}
 \end{aligned}$$



Dimana  $V_r$  = Volume ruang bakar  
 $V_s$  = Volume silinder

$$\begin{aligned} PK &= (V_r + V_s) / V_r \\ PK &= (110 + 12,7) / 12,7 \\ &= 9,66141 \\ &= 9,7:1 \text{ nilai kompresi yang dinaikkan} \end{aligned}$$

Dimana  $V_r$  = Volume ruang bakar  
 $V_s$  = Volume silinder

Pengambilan data konsumsi bahan bakar di lakukan pada mesin Honda beat fi dengan ukuran ruang bakar yaitu berdiameter *piston* dan langkah (50 x 55mm) dan mempunyai perbandingan kompresi 9,2:1,(standar) dan kompresi 9,7:1(setelah dimodifikasi) setelah alat uji terpasang dengan baik, kemudian mesin di oprasikan pada putaran mesin rendah (1500 RPM), menengah (2500 RPM), dan(3000 RPM). Pencatatan data dilakukan dengan mengukur bahan bakar yang yang dibutuhkan motor bakar pada saat sekali pengujian dengan menghasilkan jarak tertentu dengan hasil penggunaan bahan bakar Pertalite dan Pertamax sebanyak 100 ml.

Dari diagram hasil pengujian tersebut didapat bahwa pada waktu rasio kompresi masih standar yaitu 9,2:1, dengan menggunakan bahan bakar pertalite dengan volume 100ml pada putaran mesin dari 1500-2000 mampu menempuh jarak sejauh 4,3 km, pada putaran mesin 2000-2500 mampu menempuh jarak 4,7 km dan pada putaran 2500-3000 menempuh jarak sejauh 5,4 km, sedangkan dengan menggunakan bahan bakar pertamax pada putaran mesin 1500-2000 mampu menempuh jarak 4,5 km. Pada putaran mesin 2000-2500 mampu menempuh jarak 5,9 km dan pada putaran mesin 2500-3000 rpm mampu menempuh jarak 5,5km. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan bahan bakar dengan oktan yang tinggi mampu menghemat konsumsi bahan bakar pada mobil hemat energi.

Pada diagram selanjutnya dapat dilihat hasil konsumsi bahan bakar dengan jarak tempuh dengan menaikkan kompresi mesin menjadi 9,7:1, dengan menggunakan bahan bakar pertalite pada putaran mesin 1500-2000 rpm mampu menempuh jarak 4,7 km. Pada putaran mesin 2000-2500 rpm mampu menempuh jarak 5,5 km dan pada putaran mesin 2500 hingga 3000 rpm mampu menempuh jarak 5,5 km. Sedangkan pada saat menggunakan bahan bakar pertamax pada putaran mesin 1500-2000 mampu menempuh jarak 6,1 km. Pada putaran mesin 2000-2500 rpm mampu menempuh jarak 6,7 km, sedangkan pada saat putaran mesin 2500-3000 rpm hanya mampu menempuh jarak 5,9 km.

Dari hasil ini didapatkan bahwa dengan menaikkan rasio kompresi serta dengan menggunakan bahan bakar dengan oktan yang tinggi mampu menghemat konsumsi bahan bakar serta mampu menempuh jarak yang lebih jauh. Didapatkan hasil pada saat putaran mesin 2000-2500 dengan kompresi 9,7:1 dan menggunakan bahan bakar pertamax sebanyak 100ml mampu menempuh jarak 6,7 km atau dengan perbandingan per 1liter bahan bakar akan mampu menempuh sejauh 67 km. Tetapi hal ini kemungkinan masih dapat berpengaruh dengan berat kendaraan serta berat pengemudi.

Rasio kompresi yang tinggi menyebabkan peningkatan tekanan saat pembakaran dimulai. Pada waktu tekanan awal pembakaran yang meningkat, tekanan maksimum yang dihasilkan oleh proses pembakaran juga terjadi peningkatan, sehingga tenaga yang dihasilkan lebih banyak kemudian berpengaruh terhadap meningkatnya kinerja mesin secara keseluruhan. (Suyanto, 1989:34). Jika gaya yang mendorong terjadi peningkatan, maka momen yang dihasilkan juga akan terjadi peningkatan. Oleh karena itu, semakin

tinggi nilai tekanan hasil pembakaran di dalam silinder, maka semakin besar pula momen yang dihasilkan pada poros engkol, karena gaya tersebut berpengaruh terhadap putaran poros engkol secara langsung. (Suyanto,1989:35).

Semakin tinggi nilai kompresi, semakin tinggi pula angka tekanan kompresi yang dihasilkan. Tingkat tekanan kompresi yang lebih tinggi berdampak pada peningkatan kinerja mesin serta akan menghasilkan tenaga yang lebih banyak (Wisesa dkk, 2015). Mesin dengan rasio kompresi yang terlalu tinggi memiliki beberapa kekurangan, dimana ketika tekanan meningkat pada akhir kompresi atau awal pembakaran, suhu di dalam ruang kompresi juga akan meningkat. Hal ini dapat meningkatkan risiko terjadinya detonasi, terutama jika mesin tidak menggunakan bahan bakar yang memiliki oktan tinggi. (Suyanto, 1989:34).

Tekanan kompresi merujuk pada tekanan rata-rata yang efektif di dalam ruang bakar tepat di atas piston. Jika tekanan kompresi terlalu tinggi, ini dapat menyebabkan pembakaran terjadi terlalu awal, sementara jika tekanan kompresi tidak terlalu rendah, maka pembakaran menjadi tidak sempurna dan akan menyebabkan bahan bakar menjadi lebih boros. (Boentarto, 2005:30).

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa modifikasi kompresi memiliki dampak signifikan pada kinerja mesin. Peningkatan rasio kompresi menyebabkan peningkatan tekanan awal pembakaran. Dengan tekanan awal pembakaran yang lebih tinggi, tekanan maksimum yang dihasilkan oleh proses pembakaran juga meningkat, menghasilkan lebih banyak tenaga.
2. Semakin besar gaya dorong, semakin besar pula momen yang dihasilkan, yang berarti tekanan hasil pembakaran yang lebih tinggi di dalam silinder menghasilkan momen yang lebih besar pada poros engkol. Namun, tekanan kompresi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pembakaran terlalu awal, sementara tekanan kompresi yang terlalu rendah dapat mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna.
3. Pada mesin yang masih menggunakan kompresi standar, nilai konsumsi bahan bakar terendah dihasilkan pada saat mesin berada pada putaran 2500-3000 dengan bahan bakar pertalite dengan jarak tempuh kendaraan sejauh 4,7 km sedangkan dengan menggunakan bahan bakar pertamax dengan jarak tempuh 5,9 pada putaran mesin 2000-2500 rpm.
4. Pada mesin yang rasio kompresinya telah dinaikkan, konsumsi bahan bakar terhemat dihasilkan pada putaran 2000-2500 rpm dengan bahan bakar pertalite mampu menempuh jarak sejauh 5,5 km sedangkan dengan menggunakan bahan bakar pertamax pada putaran mesin 2000-2500 rpm mampu menempuh jarak sejauh 6,7 km atau dengan perbandingan 1 liter bahan bakar mampu menempuh jarak 67 km.
5. Semakin tinggi putaran mesin maka konsumsi bahan bakar juga akan semakin meningkat karena bertambahnya beban pada mesin serta mepercepat kenaikan temperatur kerja pada mesin.

## REFERENSI

- Anggoro, M. B., Armila, A., & Arief, R. K. (2021). Analisis Variasi Busi Terhadap Performa dan Bahan Bakar Motor Bensin 2 Langkah Yamaha F1ZR 110CC. *JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 2(2).
- Anwar, S., Permana, H., & Susanto, I. (2022). Analisa Kinerja Motor Bakar Bensin 4 Langkah Menggunakan Bahan Bakar Dari Minyak plastik. *Metrik Serial Humaniora dan Sains*, 3(2), 16-24.
- Ariyanto, R. (2018). *Perawatan Dan Perbaikan Mesin Yang Digunakan Pada Mobil Hemat Energi" OSCAR"* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang).
- Boentarto. (2005). Cara Pemeriksaan, Penyetelan & Perawatan Sepeda Motor. Yogyakarta : Andi.
- Christian S, Yohanes. (2016). Pengaruh Variasi Rasio Kompresi Terhadap Prestasi Mesin Motor Bakar 4 Langkah Berbahan Bakar LPG.
- Dharma, U. S., & Wahyudi, T. H. (2015). Pengaruh volume ruang bakar sepeda motor terhadap prestasi mesin sepeda motor 4-langkah. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 4(2).
- Fahturozi, S. (2019). Pengaruh penggunaan X-power terhadap Daya dan Torsi pada sepeda motor Yamaha V-ixion.
- Laka, O., Nazaruddin, N., & Syafri, S. (2018). Perancangan dan Analisis Statik Sistem Rangka Mobil Hemat Energi "Asykar Hybrid Universitas Riau. *Jom FTEKNIK*, 5(2), 1-6.
- Nugroho, B. Y., Fitriyah, Q., & Yunanto, Y. (2020). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertamina Dan Pertalite Pada Motor Bakar Rasio Kompresi 9: 1 Terhadap Emisi Gas Buang. In *Prosiding Seminar Nasional NCIET* (Vol. 1, No. 1, pp. 20-27).
- 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.
- Rois, Z. I. H., & Dzulfikar, M. (2021). Pemodelan Kendaraan Kontes Mobil Hemat Energi 2021 Berdasarkan Prediksi Konsumsi Bahan Bakar. In *Prosiding Seminar Sains Nasional dan Teknologi* (Vol. 1, No. 1).
- Sholihin, Y. M., & Arafat, R. (2018, December). Analisa Pengaruh Perubahan Packing Pada Bejana Silinder Terhadap Kompresi Mesin Motor 100 Cc. In *Prosiding Seminar Rekayasa Teknologi (SemResTek)* (pp. 706-710).
- Simanungkalit, R., & Sitorus, T. B. (2013). Performansi Mesin Sepeda Motor Satu Silinder Berbahan Bakar Premium dan Pertamina Plus dengan Modifikasi Rasio Kompresi. *Jurnal E-Dinamis*, 6(1).
- Suyanto, W. (1989). Teori Motor Bensin.
- Wisesa, B. U., Amin, B., & Alwi, E. (2015). Pengaruh Peningkatan Perbandingan Kompresi Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Sepeda Motor Honda Blade 110 Cc. *Automotive Engineering Education Journals*, 4(2).