

Pengaruh Variasi Bentuk Permukaan Piston dengan Campuran Bahan Bakar *Ethanol* Terhadap Emisi Gas CO dan HC pada Motor Bensin 100CC

Yulius Dicky Prasetya¹, Sugeng Hadi Susilo^{2*}

¹⁻²Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Alamat : Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65141, Indonesia

Korespondensi Penulis : sugeng.hadi@polinema.ac.id

Abstract. *The high demand for motorised vehicles in Indonesia has resulted in an increased demand for fossil fuels, which has led to a decrease in their availability. One alternative solution is to utilise ethanol as fuel. The use of ethanol can increase the octane value of the fuel, but this requires adjustments to the engine's compression ratio. One way to increase the compression ratio is to modify the piston surface. By applying alternative fuels and modifying the piston surface, it is expected to reduce CO and HC exhaust emissions. This study aims to determine the effect of various piston surface shapes on CO and HC exhaust emissions when using pertalite and pertalite fuel mixture with ethanol. In this study, the test used a gas analyser to obtain CO and HC emission data. The research data is presented in tabular form and analysed using the two-way ANOVA method and graphs. The results of using variations in piston surface and fuel mixture showed the highest reduction in CO emissions of 65.9% at RPM 6000 and HC emissions of 48.5% at RPM 3500.*

Keywords: *ethanol, fuel mixture, piston surface, compression ratio, exhaust emissions*

Abstrak. Tingginya permintaan akan kendaraan bermotor di Indonesia mengakibatkan peningkatan kebutuhan bahan bakar fosil, yang berdampak pada penurunan ketersediaan bahan bakar tersebut. Salah satu solusi alternatif adalah dengan memanfaatkan ethanol sebagai bahan bakar. Penggunaan ethanol dapat meningkatkan nilai oktan bahan bakar, namun hal ini memerlukan penyesuaian pada rasio kompresi mesin. Salah satu cara untuk meningkatkan rasio kompresi adalah dengan memodifikasi permukaan piston. Dengan penerapan bahan bakar alternatif dan modifikasi pada permukaan piston, diharapkan dapat mengurangi emisi gas buang CO dan HC yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai bentuk permukaan piston terhadap emisi gas buang CO dan HC saat menggunakan pertalite dan campuran bahan bakar pertalite dengan ethanol. Pada penelitian ini pengujian menggunakan gas analyzer untuk mendapatkan data emisi CO dan HC. Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis menggunakan metode two-way ANOVA dan grafik. Hasil penggunaan variasi permukaan piston dan campuran bahan bakar menunjukkan penurunan tertinggi emisi CO sebesar 65,9% pada RPM 6000 dan emisi HC 48,5% pada RPM 3500.

Kata kunci: ethanol, campuran bahan bakar, permukaan piston, rasio kompresi, emisi gas buang

1. LATAR BELAKANG

Kendaraan bermotor, terutama sepeda motor, sangat populer sebagai sarana transportasi. Namun, penggunaan bahan bakar fosil secara terus-menerus pada kendaraan bermotor dapat mengurangi cadangan minyak bumi dan menjadi salah satu penyumbang utama polusi udara. Sebagai alternatif, ethanol bisa digunakan sebagai bahan bakar pengganti. Ethanol dapat meningkatkan nilai oktan bensin, sehingga pembakaran bensin menjadi lebih efisien dan pada akhirnya mengurangi konsumsi bahan bakar. (MUNANDAR, 2016). Ethanol adalah bahan bakar ramah lingkungan yang dibuat dari tumbuhan yang mengandung pati. Dengan titik nyala

yang tiga kali lebih tinggi daripada bensin dan menghasilkan emisi hidrokarbon yang rendah, ethanol mampu memproduksi polutan yang minimal dan lebih ramah lingkungan.

Dengan meningkatnya nilai oktan bahan bakar yang digunakan, maka dibutuhkan rasio kompresi yang sesuai. Penggunaan rasio kompresi tinggi, jika dipadukan dengan nilai oktan yang sesuai, dapat meningkatkan efisiensi konversi bahan bakar. Hal ini akan meningkatkan efisiensi thermal mesin, yang pada akhirnya dapat memperbaiki performa mesin dan mengurangi emisi gas buang. (Jeuland, Montagne et al, 2004). Selain itu dengan penggunaan rasio kompresi yang sesuai dengan nilai oktan juga dapat mencegah mesin mengalami knocking (detonasi) atau pembakaran lebih awal. Peningkatan rasio kompresi ini dapat dilakukan dengan memodifikasi permukaan piston.

Emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dapat menjadi polusi yang berdampak negatif bagi kesehatan dan lingkungan. Menurut [Morgan \(2005\)](#) pemanfaatan ethanol sebagai bahan bakar dapat mengurangi emisi CO dan partikel-partikel berbahaya. Selain itu, desain kubah piston memainkan peran penting dalam menentukan rasio kompresi, yang pada akhirnya mempengaruhi emisi gas buang.

2. KAJIAN TEORITIS

Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah produk dari proses pembakaran. Dalam kondisi ideal, gas yang keluar dari knalpot seharusnya berupa karbon dioksida, uap air, dan nitrogen. Namun, karena berbagai kondisi mesin, gas buang sering kali mengandung bahan-bahan lain (Bonnick, 2008). Proses pembakaran di ruang bakar menghasilkan emisi gas buang yang mengandung berbagai senyawa, baik yang berbahaya maupun yang tidak berbahaya. Di antara senyawa yang dianggap berbahaya bagi kesehatan adalah emisi CO dan HC.

Karbon monoksida (CO) adalah gas beracun yang dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna. Tingginya kadar karbon monoksida biasanya disebabkan oleh kurangnya udara selama proses pembakaran. Mesin dengan proses pembakaran yang optimal biasanya menghasilkan kurang dari 2,5% karbon monoksida.

Hidrokarbon (HC) adalah campuran hidrogen dan karbon yang muncul akibat bahan bakar yang tidak terbakar atau yang terbuang bersama gas buang. Kadar hidrokarbon yang tinggi biasanya disebabkan oleh pembakaran yang tidak sempurna, sering kali akibat dari sistem pengapian yang kurang baik.

Piston

Piston adalah salah satu komponen yang membentuk ruang bakar bersama dengan blok silinder dan kepala silinder. Piston melakukan gerakan translasi (bolak-balik) untuk meneruskan tenaga dari ledakan pembakaran ke poros engkol. Terdapat beberapa jenis piston yang dapat digunakan pada motor 4 langkah yaitu:

1. Piston Datar

Piston yang memiliki permukaan datar atau *flat* yang memiliki sepasang cekungan sejajar dengan *valve in* dan *valve ex* yang berfungsi sebagai toleransi ruang saat *valve* terbuka, sehingga saat *valve* terbuka tidak menabrak piston.

2. Piston High Dome

Piston dengan permukaan cembung dirancang sedemikian rupa untuk mengurangi volume ruang bakar di dalam silinder, sehingga meningkatkan tekanan yang dihasilkan selama langkah kompresi. Selain itu, desain ini juga bertujuan untuk mempermudah pembuangan gas sisa pembakaran dibandingkan dengan piston yang memiliki permukaan datar. Pada permukaan piston cembung juga diberi sepasang cekungan sejajar dengan *valve in* dan *valve ex* yang berfungsi sebagai toleransi ruang saat katup terbuka.

Ethanol

Ethanol adalah alkohol yang diproduksi melalui fermentasi glukosa diikuti dengan proses destilasi. Etanol, atau etil alkohol (C_2H_5OH), juga dikenal sebagai grain alcohol. Dengan berat jenis 0,7939 g/mL dan titik didih $78,32^\circ C$ pada tekanan 766 mmHg, ethanol memiliki sifat larut dalam air dan eter serta panas pembakaran sebesar 7093,72 kkal. Nilai kalor ethanol sekitar 67% dari nilai kalor bensin, karena keberadaan oksigen dalam struktur ethanol membuat campuran bahan bakar yang dibutuhkan menjadi lebih miskin. Selain itu, ethanol memiliki nilai oktan yang lebih tinggi dibandingkan bensin, yaitu 110.

Rasio Kompresi

Rasio kompresi adalah perbandingan antara volume total dan volume sisa ruang bakar. Volume total dihitung dari posisi piston di titik mati bawah (TMB) hingga posisi piston di titik mati atas (TMA), ditambah dengan volume ruang bakar. Sementara itu, volume ruang bakar adalah volume yang tersisa ketika piston berada di posisi TMA. Perhitungan rasio kompresi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$CR = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot b^2 \cdot s + V_{rb}}{V_{rb}}$$

Dimana :

CR : Compression Ratio / rasio kompresi

b : diameter piston

s : panjang langkah

Vrb : Volume ruang bakar

Menurut ([Sukadana and Tenaya 2016](#)) jika rasio kompresi ditingkatkan, tekanan pembakaran akan meningkat, dan mesin akan menghasilkan output yang lebih besar. Namun, peningkatan rasio kompresi yang berlebihan dapat menyebabkan gejala knocking, yang pada akhirnya mengurangi output mesin. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan penggunaan bahan bakar dengan angka oktan yang lebih tinggi.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen untuk menguji dampak penggunaan campuran bahan bakar ethanol serta modifikasi bentuk permukaan piston terhadap emisi gas buang yang dihasilkan oleh mesin 4 tak.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan:

1. Sepeda motor Honda Grand 100 cc
2. *Gas Analyzer*
3. *Toolbox*
4. *Tachometer*
5. Mesin Bubut
6. Jangka Sorong
7. Gelas Ukur
8. Tabung Pengaduk Bahan Bakar

Bahan yang digunakan:

1. Bahan Bakar Jenis Pertalite
2. Ethanol
3. Piston Permukaan Datar
4. Piston Permukaan Dome
5. Piston Permukaan Gelombang Sinus

Variable Penelitian

Dalam penelitian ini, variabel bebas meliputi model piston dengan permukaan datar, permukaan dome, dan permukaan gelombang sinus, serta bahan bakar pertalite dan E25

(campuran 75% pertalite dan 25% ethanol). Sementara itu, variabel terikatnya adalah emisi gas buang CO dan HC.

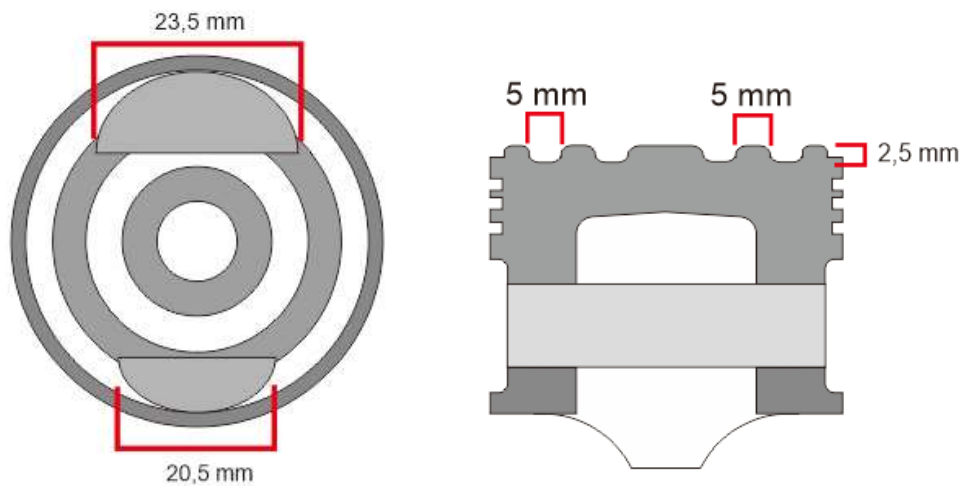
Prosedur Modifikasi Piston

1. Memodifikasi piston after market jenis high dome yang dibentuk permukaannya menjadi permukaan dome menggunakan mesin bubut dengan ukuran yang telah ditentukan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Modifikasi piston

2. Memodifikasi piston after market jenis high dome yang dibentuk permukaannya menjadi permukaan gelombang sinus menggunakan mesin bubut dengan ukuran yang telah ditentukan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Ukuran modifikasi piston

Prosedur Pencampuran Bahan Bakar

Mencampur bahan bakar pertalite dan ethanol menggunakan perbandingan 75% pertalite dan 25% ethanol. Pencampuran ini menggunakan gelas ukur untuk menjamin kepresisian campuran bahan bakar.

Metode Pengolahan dan Analisa Data

Data emisi gas buang dari semua variabel yang didapat dalam pengujian yang dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan, dihimpun dan disajikan dalam bentuk tabel. Analisis data dilakukan dengan metode *two-way ANOVA* dan grafik perbandingan untuk variabel bebas dan terikat. Pengolahan data meliputi beberapa tahapan, yaitu; pencatatan data selama pengujian, perhitungan rata-rata hasil dari 3 pengujian pada setiap putaran mesin, transformasi data dari format tabel ke format grafik, analisis grafik untuk mengamati perbedaan hasil uji dan penyimpulan hasil yang diperoleh dari penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Data Pengujian Gas Buang CO

Analisa Uji *Two- Way Anova* Gas Buang CO ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji *Analysis Of Variance* Gas Buang CO**Anova: Two-Factor With Replication**

| SUMMARY | <u>datar</u> | dome | sinus | Total |
|------------------|--------------|----------|----------|----------|
| <u>pertalite</u> | | | | |
| Count | 12 | 12 | 12 | 36 |
| Sum | 44,29 | 35,42 | 31,04 | 110,75 |
| Average | 3,690833 | 2,951667 | 2,586667 | 3,076389 |
| Variance | 5,033208 | 3,223452 | 2,92777 | 3,732109 |
| <u>e25</u> | | | | |
| Count | 12 | 12 | 12 | 36 |
| Sum | 33,53 | 22,77 | 19,39 | 75,69 |
| Average | 2,794167 | 1,8975 | 1,615833 | 2,1025 |
| Variance | 3,682372 | 2,173511 | 1,888263 | 2,693511 |
| <u>Total</u> | | | | |
| Count | 24 | 24 | 24 | |
| Sum | 77,82 | 58,19 | 50,43 | |
| Average | 3,2425 | 2,424583 | 2,10125 | |
| Variance | 4,378063 | 2,871052 | 2,549194 | |

ANOVA

| <u>Source of Variation</u> | <u>SS</u> | <u>df</u> | <u>MS</u> | <u>F</u> | <u>P-value</u> | <u>F crit</u> |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|---------------|
| <u>Bahan Bakar</u> | 17,07227 | 1 | 17,07227 | 5,411587 | 0,023084 | 3,986269 |
| <u>Permukaan Piston</u> | 16,60787 | 2 | 8,303935 | 2,63219 | 0,079462 | 3,135918 |
| Interaction | 0,074503 | 2 | 0,037251 | 1,180798 | 0,009883 | 3,135918 |
| Within | 208,2143 | 66 | 3,154763 | | | |
| Total | 241,969 | 71 | | | | |

Nilai p-value yang tertera dalam Tabel 1 menunjukkan dampaknya terhadap variabel yang telah ditetapkan. Berikut adalah penjelasan mengenai pengambilan keputusan berdasarkan tabel ANOVA tersebut:

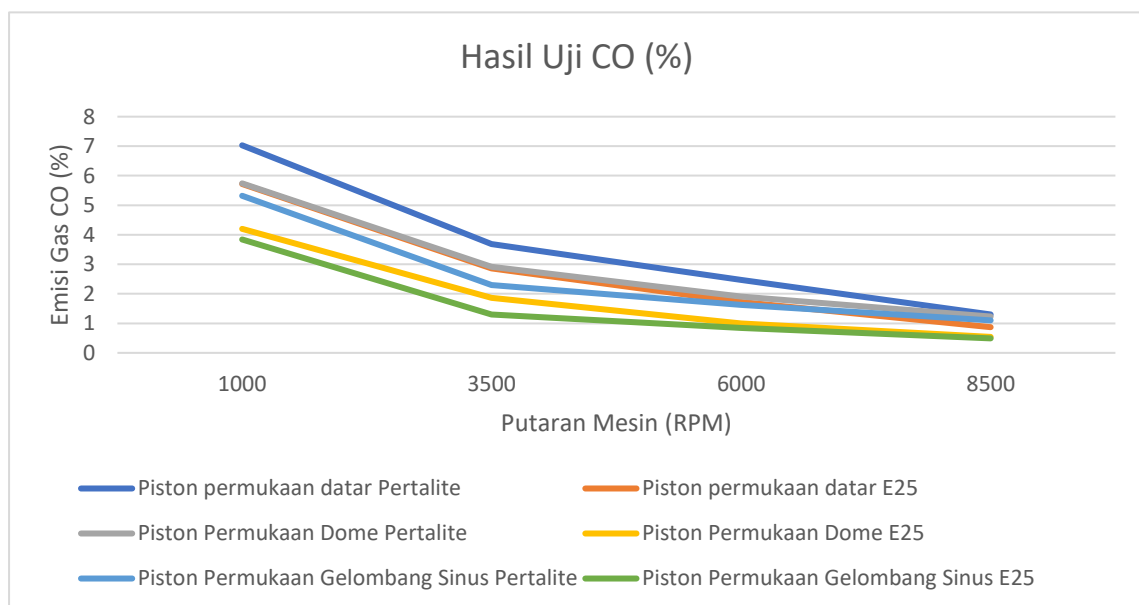
Keputusan:

- H_0 ditolak dan diterima H_1 jika nilai $p\text{-value} < 0,05$.
- H_0 diterima dan ditolak H_1 jika nilai $p\text{-value} > 0,05$.

Penjelasan:

Berdasarkan data pada Tabel 1, menunjukkan bahwa p-value campuran bahan bakar adalah 0,023084 yang artinya nilai tersebut $< 0,05$ dan p-value interaksi bahan bakar dan permukaan piston adalah 0,009883 yang artinya nilai tersebut $< 0,05$. Sedangkan p-value permukaan piston adalah 0,079462 yang artinya nilai tersebut $> 0,05$, yang berarti tidak ada perbedaan yang signifikan pada penggunaan variasi permukaan piston. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan kata lain, terdapat pengaruh dari variasi jenis permukaan piston dan campuran bahan bakar serta putaran mesin terhadap emisi gas buang, yang ditunjukkan oleh penurunan kadar CO.

Analisis Grafik Emisi CO Ditunjukkan Pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Emisi CO

Pada Gambar 3, pada putaran mesin 1000 rpm, penurunan kadar CO yang paling signifikan terjadi dengan penggunaan piston permukaan gelombang sinus dan bahan bakar pertalite, yaitu mencapai 24,3% dibandingkan dengan penggunaan piston permukaan datar dan bahan bakar pertalite. Sedangkan jika penggunaan piston dengan permukaan datar dan bahan bakar pertalite dibandingkan dengan penggunaan permukaan piston gelombang sinus dengan bahan bakar campuran pertalite dan ethanol 25% terjadi penurunan sebesar 45,3%.

Penurunan kadar emisi gas buang CO dapat disebabkan oleh jenis permukaan piston. Penggunaan piston dengan permukaan gelombang sinus meningkatkan rasio kompresi sebesar

0,8% dan memiliki luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan piston permukaan datar. Hal ini menghasilkan pembakaran yang lebih efisien dan sempurna.

Pada putaran mesin 8500 rpm, penurunan kadar CO tertinggi terjadi pada penggunaan permukaan piston gelombang sinus dengan menggunakan bahan bakar pertalite yaitu mencapai 15,3% dari penggunaan piston dengan permukaan datar dan bahan bakar pertalite. Sedangkan jika penggunaan piston dengan permukaan datar dan bahan bakar pertalite dibandingkan dengan penggunaan permukaan piston gelombang sinus dengan bahan bakar E25 terjadi penurunan sebesar 62,3%.

Semakin tinggi putaran mesin, semakin rendah emisi CO yang dihasilkan. Ini dipengaruhi oleh jenis permukaan piston. Dalam uji coba dengan bahan bakar pertalite, piston dengan permukaan gelombang sinus menunjukkan hasil yang lebih baik dalam mengurangi emisi CO, dengan penurunan sebesar 24,3% pada RPM 1000, 37,6% pada RPM 3500, 34,4% pada RPM 6000, dan 15,3% pada RPM 8500 dibandingkan dengan piston permukaan datar dan bahan bakar pertalite. Pengujian emisi CO dengan menggunakan campuran bahan bakar E25 dan Permukaan piston gelombang sinus juga menunjukkan penurunan yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan penggunaan permukaan piston datar dan bahan bakar pertalite yaitu 45,3% pada RPM 1000, 64,7% pada RPM 3500, 65,9% pada RPM 6000, 62,3% pada RPM 8500. Hal ini dipengaruhi oleh semakin tinggi putaran mesin maka daya hisap udara yang dihasilkan akan semakin besar, sehingga campuran bahan bakar dan udara akan menjadi semakin maksimal sehingga reaksi pembakaran juga akan menjadi lebih efisien. Sehingga dapat dibuktikan dengan turunnya kadar emisi CO sebesar 87,2% pada penggunaan permukaan piston gelombang sinus dengan penggunaan campuran bahan bakar pertalite dan ethanol 25% (E25).

Analisa Data Pengujian Gas Buang HC

Analisa uji *Two-Way ANOVA* Gas Buang HC, ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji *analysis of variance* gas buang HC

Anova: Two-Factor With Replication

| SUMMARY | <u>datar</u> | dome | sinus | Total |
|----------|------------------|----------|----------|----------|
| | <u>pertalite</u> | | | |
| Count | 12 | 12 | 12 | 36 |
| Sum | 2905 | 2762 | 2518 | 8185 |
| Average | 242,0833 | 230,1667 | 209,8333 | 227,3611 |
| Variance | 54137,17 | 50502,88 | 44015,06 | 46902,52 |

| | | | | |
|----------|------------|----------|----------|----------|
| | <u>e25</u> | | | |
| Count | 12 | 12 | 12 | 36 |
| Sum | 3054 | 1782 | 1621 | 6457 |
| Average | 254,5 | 148,5 | 135,0833 | 179,3611 |
| Variance | 73713,36 | 18270,27 | 16028,08 | 36880,98 |

| | | | |
|----------|--------------|----------|----------|
| | <u>Total</u> | | |
| Count | 24 | 24 | 24 |
| Sum | 5959 | 4544 | 4139 |
| Average | 248,2917 | 189,3333 | 172,4583 |
| Variance | 61186,13 | 34631,36 | 30173,91 |

ANOVA

| <u>Source of Variation</u> | <u>SS</u> | <u>df</u> | <u>MS</u> | <u>F</u> | <u>P-value</u> | <u>F crit</u> |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|---------------|
| <u>Bahan Bakar</u> | 41472 | 1 | 41472 | 9,694747 | 0,032841 | 3,986269 |
| <u>Permukaan Piston</u> | 76092,36 | 2 | 38046,18 | 8,893907 | 0,041577 | 3,135918 |
| Interaction | 32995,08 | 2 | 16497,54 | 3,856566 | 0,006815 | 3,135918 |
| Within | 2823335 | 66 | 42777,81 | | | |
| Total | 2973895 | 71 | | | | |

Nilai p-value dalam tabel ANOVA yang ditunjukkan mengindikasikan pengaruh terhadap variabel yang telah ditentukan. Berikut adalah penjelasan tentang bagaimana keputusan diambil berdasarkan tabel ANOVA tersebut.:

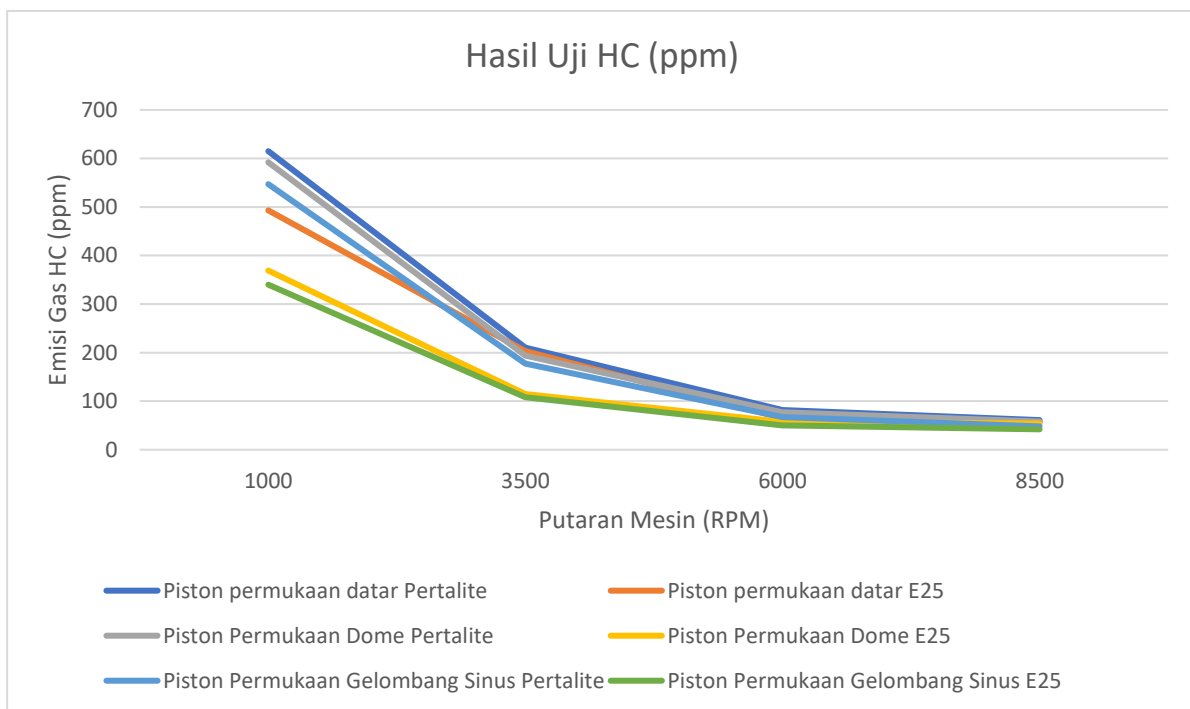
Keputusan:

- H0 ditolak dan diterima H1 jika nilai p-value < 0,05.
- H0 diterima dan ditolak H1 jika nilai p-value > 0,05.

Penjelasan:

Berdasarkan data pada Tabel 2, p-value untuk campuran bahan bakar adalah 0,032841, yang berarti nilai tersebut kurang dari 0,05. P-value untuk permukaan piston adalah 0,041577, juga kurang dari 0,05, dan p-value untuk interaksi antara bahan bakar dan permukaan piston adalah 0,006815, yang juga kurang dari 0,05. Dengan demikian, hal ini membuktikan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, terdapat pengaruh dari variasi jenis permukaan piston dan campuran bahan bakar terhadap emisi gas buang, yang ditandai dengan penurunan kadar HC.

Analisis Grafik Emisi HC Ditunjukkan Pada Gambar 3.



Gambar 4. Grafik Emisi HC

Pada Gambar 4, Pada putaran mesin 1000 rpm, penurunan kadar HC tertinggi terjadi pada penggunaan permukaan piston gelombang sinus dengan menggunakan bahan bakar pertalite yaitu mencapai 11% dari penggunaan piston dengan permukaan datar dan bahan bakar pertalite. Sedangkan jika penggunaan piston dengan permukaan datar dan bahan bakar pertalite dibandingkan dengan penggunaan permukaan piston gelombang sinus dengan bahan bakar campuran pertalite dan ethanol 25% terjadi penurunan sebesar 44,7%.

Penurunan kadar emisi gas buang HC dapat terjadi karena pengaruh jenis permukaan piston dimana dengan penggunaan permukaan piston gelombang sinus menaikkan rasio kompresi sebesar 0,8 % dan permukaan piston gelombang sinus memiliki luas permukaan yang lebih luas jika dibandingkan dengan piston dengan permukaan datar. Sehingga akan

menghasilkan reaksi pembakaran yang lebih sempurna, karena dapat menyalurkan panas dengan lebih baik.

Pada penggunaan campuran bahan bakar pertalite dan ethanol 25% penurunan menjadi lebih signifikan dikarenakan nilai oktan yang dihasilkan jika mencampurkan bahan bakar pertalite dan ethanol meningkat. Sehingga dengan menggunakan permukaan piston gelombang sinus nilai oktan campuran bahan bakar pertalite dan ethanol 25% menjadi sesuai dengan rasio kompresi yang dihasilkan oleh penggunaan permukaan piston. Hal ini dapat dilihat dari penurunan kadar emisi HC sebesar 37,8% pada penggunaan campuran bahan bakar pertalite dan ethanol 25% dengan penggunaan bahan bakar pertalite pada penggunaan permukaan piston gelombang sinus.

Semakin tinggi putaran mesin, semakin rendah emisi HC yang dihasilkan. Ini dipengaruhi oleh jenis permukaan piston, di mana piston dengan permukaan gelombang sinus yang diuji dengan bahan bakar pertalite menunjukkan hasil yang lebih baik dalam pengujian emisi HC. Penurunan emisi HC tercatat sebesar 11% pada RPM 1000, 15,7% pada RPM 3500, 18,3% pada RPM 6000, dan 21,3% pada RPM 8500, dibandingkan dengan piston permukaan datar yang menggunakan bahan bakar pertalite. Pengujian emisi HC dengan menggunakan campuran bahan bakar E25 dan Permukaan piston gelombang sinus juga menunjukkan penurunan yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan penggunaan permukaan piston datar dan bahan bakar pertalite yaitu 44,7% pada RPM 1000, 48,5% pada RPM 3500, 39% pada RPM 6000, 31,1% pada RPM 8500. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya putaran mesin yang menghasilkan daya hisap udara lebih besar, sehingga campuran bahan bakar dan udara menjadi lebih optimal. Akibatnya, proses pembakaran menjadi lebih efisien. Sehingga dapat dibuktikan dengan turunnya kadar emisi HC sebesar 77% pada penggunaan permukaan piston gelombang sinus dengan penggunaan campuran bahan bakar pertalite dan ethanol 25% (E25).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dijelaskan dalam pembahasan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ada pengaruh dari variasi permukaan piston pada kendaraan bermotor terhadap emisi gas buang CO dan HC.. Dimana didapatkan hasil terbaik pada penggunaan permukaan

piston geombang sinus dengan penurunan emisi CO sebesar 37,6% pada RPM 3500 dan emisi HC sebesar 21,3% pada RPM 8500.

2. Ada pengaruh dari variasi campuran bahan bakar pada kendaraan bermotor terhadap emisi gas buang CO dan HC. Hasil terbaik diperoleh dengan penggunaan campuran bahan bakar pertalite dan ethanol, yang menghasilkan penurunan emisi CO sebesar 33,07% pada RPM 8500 dan penurunan emisi HC sebesar 36,8% pada RPM 3500.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut beberapa saran untuk pengembangan penelitian serupa yaitu:

1. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan variasi bentuk permukaan piston yang berbeda.
2. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan variasi campuran ethanol yang lebih tinggi.
3. Dapat melakukan penelitian efektivitas penggunaan bahan bakar campuran ethanol dalam jangka panjang.
4. Dapat dilakukan penelitian mengenai pengaruh variasi bentuk permukaan piston dan campuran bahan bakar pertalite serta ethanol terhadap kinerja mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Yin, C., Zhang, Z., Sun, Y., Sun, T., & Zhang, R. (2016). Effect of the piston top contour on the tumble flow and combustion features of a GDI engine with a CMCV: a CFD study.
- Wijayanti, F., & Irwan, D. (2014). Analisis pengaruh bentuk permukaan piston terhadap kinerja motor bensin. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma*, 2(1), 98156.
- Wardana, G. W. (2018). Analisis Pengaruh Model Piston Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Bensin Empat Langkah.
- 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*(1).
- Munandar, A. R. (2016). Pengaruh Campuran Ethanol pada Bahan Bakar Bensin terhadap Kinerja dan Emisi Gas Buang Motor Bakar 2 Langkah 150cc. Universitas Gadjah Mada.
- Muhajir, K. (2019). Pengaruh Pemakaian Beberapa Campuran Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Motor Bensin 4 Tak. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 10-23.
- Morgan, D. (2005). Brazil's biofuel strategy pays off as gas prices soar. *Washington Post*, 18, 204-205.
- Jeuland, N., et al. (2004). Potentiality of ethanol as a fuel for dedicated engine. *Oil & Gas Science and Technology*, 59(6), 559-570.