

## **ANALISIS PENGARUH CELAH BUSI DAN PENAMBAHAN ETANOL TERHADAP UNJUK KERJA DAN EMISI GAS BUANG PADA MOTOR SATRIA FU 150**

**Riswanda Firman Romadhon<sup>1\*</sup>, Suhariyanto<sup>2</sup>**

<sup>1\*</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya  
Jl. Sutorejo No. 59, Surabaya, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur

\*email : riswandafr@gmail.com

(Received: 29-06-2025; Reviewed: 06-07-2025; Accepted: 22-08-2025)

### **Abstrak**

Meskipun telah banyak penelitian yang dilakukan tentang efek celah busi dan penambahan etanol terhadap unjuk kerja *engine* dan emisi gas buang, namun masih terdapat kekurangan dalam pemahaman tentang interaksi antara kedua faktor ini secara bersama-sama. penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki secara mendalam tentang bagaimana interaksi yang terjadi antara kedua faktor tersebut terhadap unjuk kerja *engine* dan emisi gas buang pada motor. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru yang berguna dalam pengembangan teknologi kendaraan yang lebih ramah lingkungan dan efisien. didalam penelitian ini metode yang digunakan adalah *experiment*, yaitu mengadakan percobaan terhadap bahan bakar dan busi yang akan diuji. Hasil dari penelitian ini adalah celah busi 0,70 mm dapat memberikan hasil yang terbaik terhadap unjuk kerja *engine* dan emisi gas buang, celah busi 0,90 mm merupakan celah yang terbaik untuk bahan bakar dengan campuran etanol 5%, pertamax murni cenderung bisa memberikan hasil unjuk kerja *engine* dan emisi gas buang yang lebih baik khusunya pada celah busi 0,70 mm dan 0,80 mm, campuran etanol 5% mampu menghasilkan unjuk kerja *engine* dan emisi gas buang terbaik Ketika menggunakan celah busi 0,90 mm.

**Kata kunci:** Busi, Etanol, Bahan bakar, Performa, Emisi

### **1. PENDAHULUAN**

*Engine* pembakaran dalam adalah *engine* yang memperoleh energinya dari pembakaran campuran bahan bakar dan udara, yang menghasilkan sisa gas buang dari proses pembakaran. *Engine* pembakaran dalam (ICE) merupakan system penggerak utama dalam transportasi jalan raya, pada tahun 2017 (Serrano, Novella, and Piqueras 2019) menyebut ketidakmungkinan menggantinya sebagai tenaga listrik di Sebagian besar kendaraan. Karena terdapat pembakaran di dalam proses *internal combustion engine* maka seperti yang kita lihat, pembakaran bahan bakar fosil yang tidak sempurna akan menghasilkan gas buang yang dilepaskan ke atmosfer, dan hal ini dapat

berdampak buruk terhadap lingkungan. Radiasi matahari yang merambat ke bumi seharusnya dipantulkan kembali ke luar angkasa, namun penumpukan gas buang kendaraan di dalamnya akan menghalangi pantulan tersebut. Akibatnya radiasi akan kembali diserap bumi yang akhirnya meningkatkan suhu udara di bumi. Dengan meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor di seluruh dunia, terutama di negara-negara berkembang, ketergantungan terhadap bahan bakar fosil seperti bensin dan diesel terus meningkat (Suwignyo and Fatra n.d.). Hal ini menimbulkan keprihatinan akan ketersediaan sumber daya dan dampak negatif terhadap lingkungan akibat emisi gas buang.

Dalam upaya untuk mengurangi dampak negatif yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor, para peneliti dan insinyur terus mencari alternatif bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. Salah satu bahan bakar yang sedang dipertimbangkan adalah etanol yang dapat dihasilkan dari sumber-sumber biomassa. Etanol merupakan bahan bakar ramah lingkungan yang dapat diperbarui (*green energy*) sehingga penting untuk dilakukan penelitian terhadap bahan bakar ini. Etanol dihasilkan dari pemecahan enzimatik pati atau biji-bijian yang menghasilkan gula dan kemudian menjadi etanol.

Penambahan etanol ke dalam bensin dapat mempengaruhi karakteristik pembakaran dan performa *engine*. Selain itu juga dapat memiliki dampak pada emisi gas buang. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Sarjito et al. 2019) menemukan bahwa penggunaan campuran etanol sebesar 10% sampai 30% ke dalam pertalite pada putaran mesin 1.500 terjadi penurunan hidrokarbon (HC) yang sangat signifikan. Namun seiring dengan peningkatan rpm khususnya di rpm 2.500 ke atas grafik menunjukkan perubahan yang tidak signifikan.

Celah busi yang merupakan jarak antara elektroda positif dan negatif pada busi, menjadi faktor yang sangat penting dalam menentukan efisiensi pembakaran dan unjuk kerja *engine*. Cela busi dapat dipersempit atau diperlebar, namun pemilihannya didasari pada kebutuhan spesifikasi *engine* atau modifikasi yang diinginkan. Maka dari itu jarak cela busi perlu diperhatikan. Cela busi yang tidak tepat dapat mempengaruhi proses pembakaran, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi unjuk kerja *engine* serta emisi gas buang yang dihasilkan. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan efisiensi energi dan kepedulian terhadap lingkungan, penelitian tentang pengaruh cela busi terhadap unjuk kerja *engine* dan emisi gas buang menjadi sangat relevan dan penting untuk dilakukan. Dengan memahami dan menganalisa pengaruh cela busi terhadap unjuk kerja *engine*, sehingga dapat ditemukan solusi atau rekomendasi cela busi yang baik itu terjadi pada cela busi tertentu untuk unjuk kerja suatu *engine* tertentu dan dapat mengurangi emisi gas buang yang berbahaya pada suatu *engine*.



Gambar 1. Proses dyno test

Dari hasil uji performa yang dilakukan pada penelitian sebelumnya, campuran 15% memiliki daya maksimum 9,02 kW dan mampu membakar 10 ml bahan bakar dalam waktu 35,87 detik. Hasil uji emisi gas buang menunjukkan bahwa campuran yang mengandung etanol 25% memiliki

nilai CO terendah, volume udara 0,85%, dan nilai CO<sup>2</sup> tertinggi, volume udara 10,6% (Suanggana, Radyantho, and Puspitasari 2023).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (GINTING 2019) mendapatkan hasil tentang rasio celah busi terhadap daya. Busi dengan jarak 0,6 mm hanya mampu menghasilkan daya 50 Ps. Tenaga yang didapat sebesar 60 Ps jika celah busi diatur sebesar 0,8 mm karena sesuai dengan spesifikasi. Jika celah busi diset 1 mm maka tenaga akan turun dan hanya menghasilkan 40 Ps. Dari penjelasan visual tersebut dapat kita simpulkan bahwa celah busi tidak boleh diatur terlalu longgar atau terlalu rapat karena akan berdampak besar pada keluaran tenaga *engine*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki secara mendalam tentang bagaimana pengaruh variasi celah busi dan penambahan etanol berapa persen yang memberikan hasil terbaik terhadap unjuk kerja *engine* dan emisi gas buang pada motor. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru yang berguna dalam pengembangan teknologi kendaraan yang lebih ramah lingkungan dan efisien.

## 2. METODOLOGI

Penulisan karya ilmiah ini dilakukan dengan menggunakan metodologi penelitian kuantitatif yang disebut analisis deskriptif dan penyelidikan eksperimental. Untuk mengetahui perbandingan dan penggunaan yang terbaik, penelitian ini menggunakan variabel independen yaitu variabilitas kecepatan (rpm) pada pengujian bahan bakar pertamax murni serta penambahan etanol sebesar 5% dan 10%. kami telah menetapkan pengaturan rpm tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja *engine* berdasarkan tenaga motor, torsi yang diterapkan pada kendaraan, konsumsi bahan bakar, efisiensi bahan bakar, dan jenis bahan bakar serta kandungan CO dan HC yang dihasilkan oleh kendaraan. Pertamax murni serta penambahan etanol 5% dan 10% merupakan bahan yang digunakan. Sedangkan alat burret digunakan untuk mengukur jumlah bensin yang digunakan, dan dynotest yang dihubungkan dengan komputer untuk memperoleh data torsi dan daya (HP) dari motor, kemudian gas analizer untuk mengukur kadar gas buang CO dan HC.

## RANCANGAN DATA

Penekanan terhadap penelitian ini adalah pada data penelitian kuantitatif yang mempertimbangkan variabel-variabelnya. Variabel yang digunakan dalam pengujian ini meliputi torsi, daya, FC dan SFC dari kendaraan tersebut yang ditentukan pada kecepatan tertentu, dan hasil setiap tahapan dicatat untuk mengumpulkan data. Pada tahap ini, prosedur pengujian diuji pada putaran *engine* 4000 hingga 11.000 rpm menggunakan alat dyno test. Setelah itu, informasi dikumpulkan untuk menghitung konsumsi bahan bakar, dan konsumsi bahan bakar spesifik. Pada fase ini setiap proses pengujian diuji diatas alat dyno test pada putaran 4000 rpm sampai dengan 11.000 rpm, sedangkan untuk uji emisi CO dan HC menggunakan gas analyzer. Persamaan berikut digunakan untuk menganalisis dampak konsumsi bahan bakar terhadap kinerja *engine*, dan telah dilakukan pada penelitian sebelumnya:

Daya/power efektif merupakan daya yang dihasilkan oleh poros *engine*, yang dapat diukur dengan *Break Dynamometer* atau *Dynamo* (Maleev 1989). Mengukur besarnya daya dengan menggunakan *Break Dynamometer* dapat dinyatakan dengan rumus :

$$N = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot F \cdot n \cdot \frac{1}{60} \quad (1)$$

Dimana F adalah beban (Newton), r adalah lengan momen (m), N adalah daya efektif (Watt), n adalah putaran poros engkol (rpm).

Torsi dapat diartikan sebagai kekuatan untuk memutar, secara sederhana dapat dinyatakan dengan  $T = F \times r$  (Heywood 1998). Torsi sebuah *engine* dapat diperoleh dari rumus daya efektif yang dihasilkan *engine*, yaitu :

$$N = \frac{2\pi \cdot T \cdot n}{60.75} \quad (2)$$

Dimana N adalah daya yang dihasilkan *engine* ( $PS$ ),  $T$  adalah torsi yang dihasilkan *engine* ( $kgf.m$ )

Pada dasarnya mengukur kebutuhan *fuel consumtion* dilakukan guna menentukan jumlah penggunaan bahan bakar yang dibutuhkan *engine* untuk menghasilkan daya pada kecepatan tertentu (Heywood 1998). *fuel consumtion* diukur menggunakan persamaan :

$$FC = \frac{m}{t} = \frac{\rho \cdot V}{t} \quad (3)$$

Dimana  $\rho$  adalah massa jenis bahan bakar ( $kg/m^3$ ),  $V$  adalah Volume bahan bakar yang terpakai per jam ( $m^3$ ),  $t$  = waktu (jam).

Konsumsi bahan bakar spesifik atau *specific fuel consumtion* ( $sfc$ ), menyatakan banyaknya bahan bakar yang terpakai per jam untuk setiap daya ( $HP$  atau  $PS$ ) yang dihasilkan.

$$SFC = \frac{FC}{N} \quad (4)$$

Dimana  $FC$  adalah *fuel consumtion*,  $N$  adalah daya yang dihasilkan motor ( $PS$ ),  $sfc = kg / (jam. PS)$ ,  $kg/(PS.s)$  atau  $gr/(PS.s)$ .

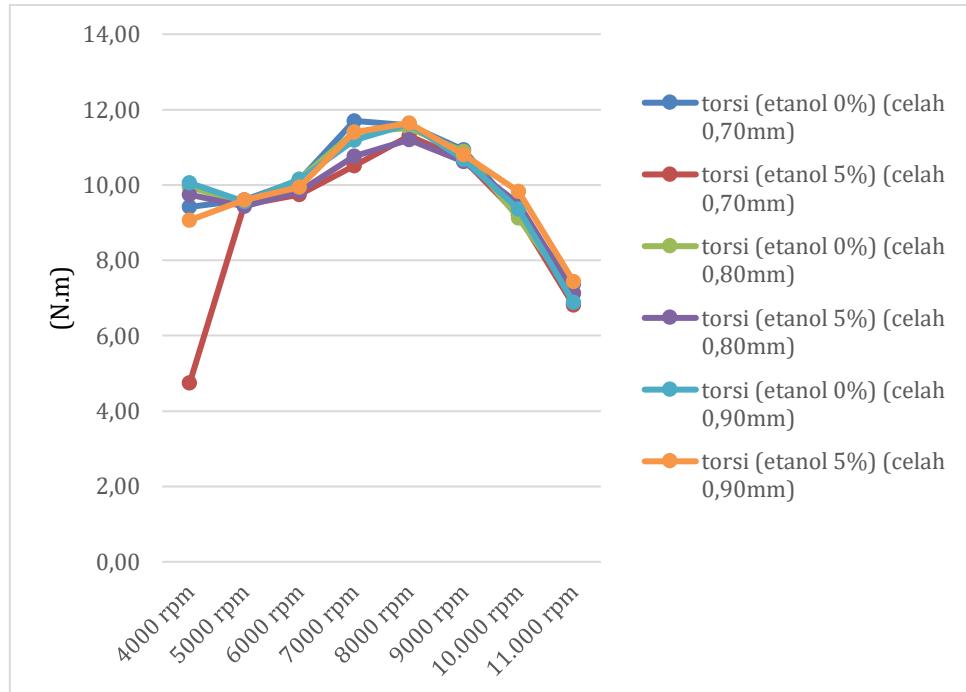
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada poin ke empat ini berisikan tentang data yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik serta Analisa hasil pengujian mengenai unjuk kerja *engine* dan emisi gas buang pada kendaraan satria FU 150cc 2014 menggunakan variasi celah busi sebesar 0.70 mm, 0.80 mm, 0.90 mm dan variasi penambahan etanol 0%, 5% dan 10% pada putaran *engine* 4.000 hingga 11.000 rpm. Berikut ini terlampir tabel unjuk kerja *engine* dari hasil percobaan :

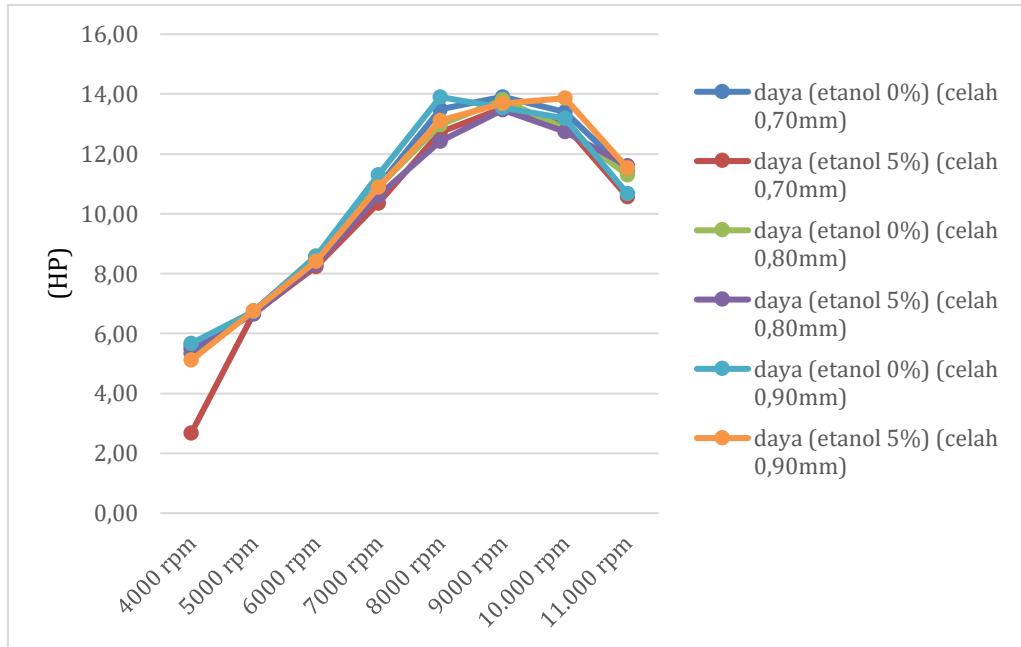
Table 1. Data hasil uji unjuk kerja *engine* dan emisi CO dan HC

| Celah busi | % etanol | Putaran <i>engine</i> | Daya $Hp$ | Torsi $N.m$ | CO   | HC |
|------------|----------|-----------------------|-----------|-------------|------|----|
| 0 %        | 0 %      | 4000 rpm              | 5.32      | 9.42        | 0.08 | 64 |
|            |          | 5000 rpm              | 6.76      | 9.6         | 0.29 | 68 |
|            |          | 6000 rpm              | 8.55      | 10.12       | 0.5  | 72 |
|            |          | 7000 rpm              | 10.92     | 11.7        | 0.71 | 76 |
|            |          | 8000 rpm              | 13.5      | 11.58       | 0.92 | 80 |
|            |          | 9000 rpm              | 13.91     | 10.93       | 1.13 | 84 |
|            |          | 10000 rpm             | 13.4      | 9.26        | 1.34 | 88 |
| 0,70 mm    | 5 %      | 11000 rpm             | 11.41     | 7.36        | 1.55 | 92 |
|            |          | 4000 rpm              | 2.68      | 4.74        | 0.02 | 50 |
|            |          | 5000 rpm              | 6.67      | 9.47        | 0.23 | 54 |
|            |          | 6000 rpm              | 8.23      | 9.74        | 0.44 | 58 |
|            |          | 7000 rpm              | 10.36     | 10.5        | 0.65 | 62 |
|            |          | 8000 rpm              | 12.72     | 11.3        | 0.86 | 66 |
|            |          | 9000 rpm              | 13.53     | 10.67       | 1.07 | 70 |
| 10%        | 10%      | 10000 rpm             | 12.95     | 9.19        | 1.28 | 74 |
|            |          | 11000 rpm             | 10.56     | 6.81        | 1.49 | 78 |
|            |          | 4000 rpm              | -         | -           | -    | -  |
| Celah busi | % etanol | 5000 rpm              | -         | -           | -    | -  |
|            |          | 6000 rpm              | -         | -           | -    | -  |

| Celah busi            | %    | Putaran<br>engine | Daya                 | Torsi      | CO   | HC  |
|-----------------------|------|-------------------|----------------------|------------|------|-----|
|                       |      |                   | <i>H<sub>p</sub></i> | <i>N.m</i> |      |     |
| 0,90 mm               | 10 % | 9000 rpm          | -                    | -          | -    | -   |
|                       |      | 10000 rpm         | -                    | -          | -    | -   |
|                       |      | 11000 rpm         | -                    | -          | -    | -   |
| 0,80 mm<br>(Standart) | 10%  | 4000 rpm          | 5.6                  | 9.94       | 0.46 | 102 |
|                       |      | 5000 rpm          | 6.71                 | 9.53       | 0.67 | 106 |
|                       |      | 6000 rpm          | 8.59                 | 10.16      | 0.88 | 110 |
|                       |      | 7000 rpm          | 10.89                | 11.4       | 1.09 | 114 |
|                       |      | 8000 rpm          | 12.98                | 11.51      | 1.3  | 118 |
|                       | 0 %  | 9000 rpm          | 13.81                | 10.89      | 1.51 | 122 |
|                       |      | 10000 rpm         | 12.85                | 9.12       | 1.72 | 126 |
|                       |      | 11000 rpm         | 11.3                 | 7.12       | 1.93 | 130 |
|                       |      | 4000 rpm          | 5.49                 | 9.74       | 0.54 | 109 |
|                       |      | 5000 rpm          | 6.64                 | 9.43       | 0.75 | 113 |
| 0,90 mm               | 5 %  | 6000 rpm          | 8.31                 | 9.83       | 0.96 | 117 |
|                       |      | 7000 rpm          | 10.61                | 10.76      | 1.17 | 121 |
|                       |      | 8000 rpm          | 12.42                | 11.2       | 1.38 | 125 |
|                       |      | 9000 rpm          | 13.47                | 10.62      | 1.59 | 129 |
|                       |      | 10000 rpm         | 12.75                | 9.5        | 1.8  | 133 |
|                       | 10 % | 11000 rpm         | 11.6                 | 7.13       | 2.01 | 137 |
|                       |      | 4000 rpm          | -                    | -          | -    | -   |
|                       |      | 5000 rpm          | -                    | -          | -    | -   |
|                       |      | 6000 rpm          | -                    | -          | -    | -   |
|                       |      | 7000 rpm          | -                    | -          | -    | -   |
| 0,90 mm               | 0 %  | 8000 rpm          | -                    | -          | -    | -   |
|                       |      | 9000 rpm          | -                    | -          | -    | -   |
|                       |      | 10000 rpm         | -                    | -          | -    | -   |
|                       |      | 11000 rpm         | -                    | -          | -    | -   |
|                       |      | 4000 rpm          | 5.67                 | 10.06      | 0.62 | 250 |
|                       | 5 %  | 5000 rpm          | 6.73                 | 9.56       | 0.83 | 254 |
|                       |      | 6000 rpm          | 8.57                 | 10.14      | 1.04 | 258 |
|                       |      | 7000 rpm          | 11.3                 | 11.18      | 1.25 | 262 |
|                       |      | 8000 rpm          | 13.9                 | 11.62      | 1.46 | 266 |
|                       |      | 9000 rpm          | 13.55                | 10.68      | 1.67 | 270 |
| 0,90 mm               | 10 % | 10000 rpm         | 13.19                | 9.36       | 1.88 | 274 |
|                       |      | 11000 rpm         | 10.67                | 6.88       | 2.09 | 278 |
|                       |      | 4000 rpm          | 5.11                 | 9.06       | 0.88 | 123 |
|                       |      | 5000 rpm          | 6.76                 | 9.6        | 1.09 | 127 |
|                       |      | 6000 rpm          | 8.41                 | 9.94       | 1.3  | 131 |
|                       | 10 % | 7000 rpm          | 10.89                | 11.4       | 1.51 | 135 |
|                       |      | 8000 rpm          | 13.12                | 11.64      | 1.72 | 139 |
|                       |      | 9000 rpm          | 13.69                | 10.8       | 1.93 | 143 |
|                       |      | 10000 rpm         | 13.86                | 9.83       | 2.14 | 147 |
|                       |      | 11000 rpm         | 11.53                | 7.44       | 2.35 | 151 |
| Celah busi            | %    | 4000 rpm          | -                    | -          | -    | -   |
|                       |      | 5000 rpm          | -                    | -          | -    | -   |
|                       |      | 6000 rpm          | -                    | -          | -    | -   |
|                       |      | 7000 rpm          | -                    | -          | -    | -   |
|                       |      | 8000 rpm          | -                    | -          | -    | -   |
|                       |      | 9000 rpm          | -                    | -          | -    | -   |

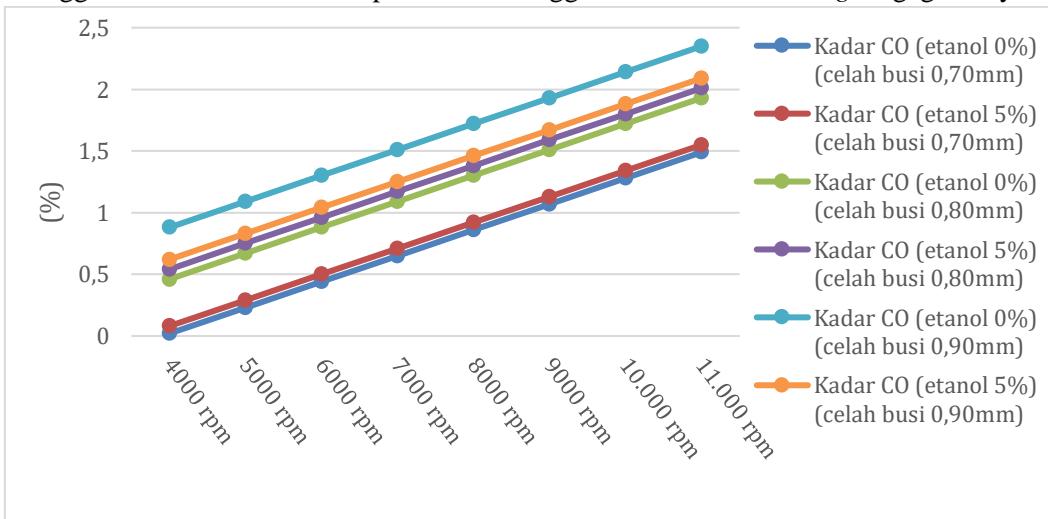
Gambar 2. Grafik hubungan putaran *engine* terhadap torsi

Perbedaan torsi yang dihasilkan dari pengujian dengan Pertamax dengan campuran etanol 5% nampaknya mempunyai pengaruh yang cukup besar daripada menggunakan pertamax murni dan campuran etanol 10% seperti yang diilustrasikan oleh grafik pada Gambar 2 di atas. Pada pengujian menggunakan pertamax dan penambahan etanol 5% dengan celah busi 0,90 mm ditemukan torsi maksimum sebesar 11,64 N.m pada putaran engine 8000 rpm. Untuk setiap torsi maksimum yang diukur menggunakan pertamax murni serta penambahan etanol 5%, dan 10%, dengan variasi celah busi 0,70 mm, 0,80 mm dan 0,90 mm, diperoleh torsi maksimum pada putaran engine 8000 rpm masing-masing sebesar 11,58 N.m menggunakan pertamax murni dan celah busi 0,70 mm dan ketika menggunakan etanol 5% mendapatkan torsi puncak sebesar 11,30 N.m. kemudian pada celah busi 0,80 mm torsi maksimum menggunakan Pertamax murni adalah 11,51 N.m dan ketika menggunakan etanol 5% mendapatkan torsi puncak sebesar 11,20 N.m. dan untuk celah busi 0,90 mm torsi maksimum menggunakan Pertamax murni adalah 11,62 N.m dan ketika menggunakan etanol 5% mendapatkan torsi puncak sebesar 11,64 N.m. pada percobaan menggunakan etanol 10% *engine* gagal dinyalakan. dimulai pada kecepatan rendah dan torsi bertambah bertambahnya kecepatan hingga mencapai maksimum. Torsi kemudian akan berkurang seiring dengan peningkatan kecepatan di atas torsi maksimum yang tercatat di atas. Hal ini disebabkan karena volume larutan udara di dalam ruang silinder semakin berkurang seiring dengan bertambahnya kecepatan.



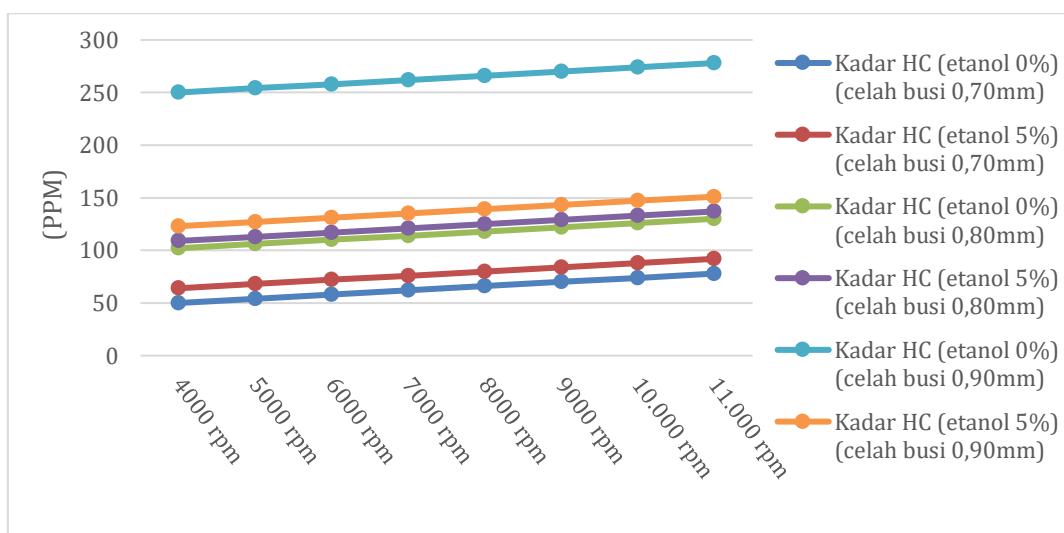
Gambar 3. Grafik hubungan putaran *engine* terhadap daya

Grafik yang ditunjukkan pada gambar 3 diatas menunjukkan daya engine yang dihasilkan dari celah busi 0,70, 0,80 dan 0,90 mm dengan menggunakan bahan bakar etanol 0%, 5% dan 10% Grafik perubahan yang menunjukkan nilai tertinggi dapat dilihat pada penggunaan campuran 0% etanol dengan celah busi 0,70 mm. Output daya yang dihasilkan pada putaran engine 9.000 rpm adalah 13,91 HP. Untuk setiap daya maksimum yang diukur menggunakan Pertamax murni, dan campuran etanol 5% dan 10% diperoleh daya maksimum pada putaran engine 9000 rpm, masing-masing celah busi 0,70 mm mendapatkan daya sebesar 13,91 HP menggunakan pertamax murni dan 13,53 HP menggunakan etanol 5%. Kemudian celah busi 0,80 mm mendapatkan daya sebesar 13,81 HP menggunakan pertamax murni dan 13,47 HP menggunakan etanol 5%. Lalu pada percobaan menggunakan celah busi 0,90 mm mendapatkan daya sebesar 13,55 HP menggunakan pertamax murni dan 13,69 HP menggunakan etanol 5%. Pada percobaan menggunakan etanol 10% *engine* gagal dinyalakan.



Gambar 4. Grafik hubungan putaran *engine* terhadap gas buang CO

Grafik yang ditunjukkan pada gambar 4 diatas menunjukkan Gas CO yang dihasilkan dari celah busi 0,70, 0,80 dan 0,90 mm dengan menggunakan bahan bakar etanol 0%, 5% dan 10% Grafik perubahan yang menunjukkan nilai paling rendah dapat dilihat pada penggunaan campuran 0% etanol menggunakan celah busi 0,70 mm. Gas CO yang dihasilkan pada putaran engine 4.000 rpm adalah 0,02%. Untuk setiap hasil emisi gas CO yang diukur menggunakan Pertamax murni, dan campuran etanol 5% dan 10% diperoleh CO paling rendah pada putaran engine 4.000 rpm, masing-masing celah busi 0,70 mm mendapatkan nilai CO sebesar 0,02% pada saat menggunakan pertamax murni dan 0,08% ketika menggunakan etanol 5%. Kemudian celah busi 0,80 mm mendapatkan nilai CO sebesar 0,46% ketika menggunakan pertamax murni dan 0,54% ketika menggunakan etanol 5%. Lalu pada percobaan menggunakan celah busi 0,90 mm mendapatkan nilai CO sebesar 0,88% ketika menggunakan pertamax murni dan 0,62% ketika menggunakan etanol 5%. Pada percobaan menggunakan etanol 10% *engine* gagal dinyalakan.



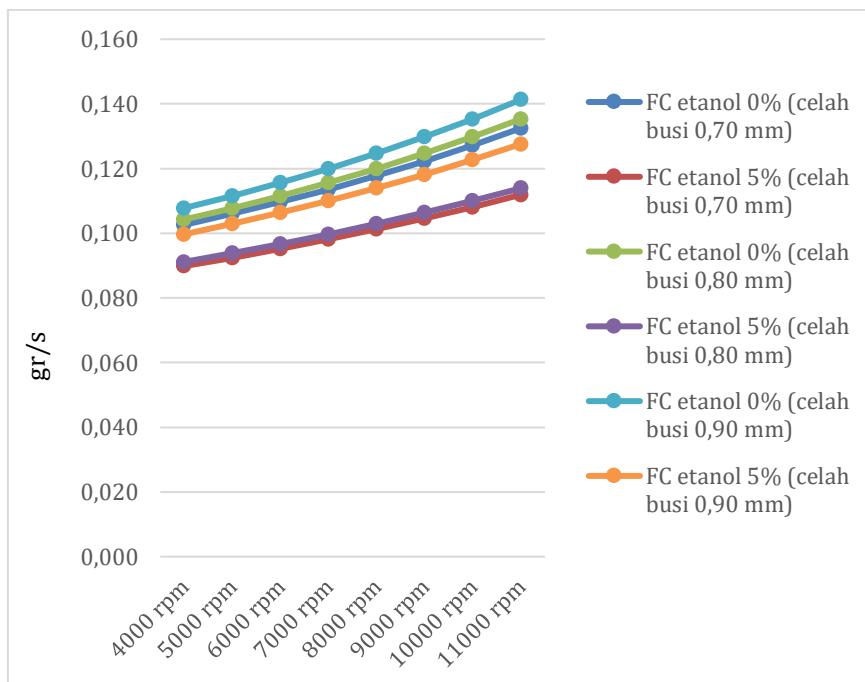
Gambar 5. Grafik hubungan putaran *engine* terhadap gas buang HC

Grafik yang ditunjukkan pada gambar 5 diatas menunjukkan Gas HC yang dihasilkan dari celah busi 0,70, 0,80 dan 0,90 mm dengan menggunakan bahan bakar etanol 0%, 5% dan 10% Grafik perubahan yang menunjukkan nilai paling rendah dapat dilihat pada penggunaan campuran 0% etanol menggunakan celah busi 0,70 mm. Gas HC yang dihasilkan pada putaran engine 4.000 rpm adalah 50 PPM. Untuk setiap hasil emisi gas HC yang diukur menggunakan Pertamax murni, dan campuran etanol 5% dan 10% diperoleh HC paling rendah pada putaran engine 4.000 rpm, masing-masing celah busi 0,70 mm mendapatkan HC sebesar 50 PPM pada saat menggunakan pertamax murni dan 64 PPM ketika menggunakan etanol 5%. Kemudian celah busi 0,80 mm mendapatkan nilai HC sebesar 102 PPM pada saat menggunakan pertamax murni dan 109 PPM ketika menggunakan etanol 5%. Lalu pada percobaan menggunakan celah busi 0,90 mm mendapatkan nilai HC sebesar 250 PPM pada saat menggunakan pertamax murni dan 123 PPM ketika menggunakan etanol 5%. Pada percobaan menggunakan etanol 10% *engine* gagal dinyalakan.

Table 2. Data hasil perhitungan *fuel consumtion*

| Celah busi | % etanol              | Putaran <i>Engine</i> | <i>FC gr/s</i> |  |
|------------|-----------------------|-----------------------|----------------|--|
| 0 %        | 0,70 mm               | 4000 rpm              | 0.103          |  |
|            |                       | 5000 rpm              | 0.106          |  |
|            |                       | 6000 rpm              | 0.110          |  |
|            |                       | 7000 rpm              | 0.114          |  |
|            |                       | 8000 rpm              | 0.118          |  |
|            |                       | 9000 rpm              | 0.122          |  |
|            |                       | 10000 rpm             | 0.127          |  |
|            |                       | 11000 rpm             | 0.133          |  |
|            |                       | 4000 rpm              | 0.090          |  |
|            |                       | 5000 rpm              | 0.092          |  |
| 5 %        | 0,70 mm               | 6000 rpm              | 0.095          |  |
|            |                       | 7000 rpm              | 0.098          |  |
|            |                       | 8000 rpm              | 0.101          |  |
|            |                       | 9000 rpm              | 0.105          |  |
|            |                       | 10000 rpm             | 0.108          |  |
|            |                       | 11000 rpm             | 0.112          |  |
|            |                       | 4000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 5000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 6000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 7000 rpm              | -              |  |
| 10 %       | 0,70 mm               | 8000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 9000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 10000 rpm             | -              |  |
|            |                       | 11000 rpm             | -              |  |
|            |                       | 4000 rpm              | 0.104          |  |
|            |                       | 5000 rpm              | 0.108          |  |
|            |                       | 6000 rpm              | 0.112          |  |
|            |                       | 7000 rpm              | 0.116          |  |
|            |                       | 8000 rpm              | 0.120          |  |
|            |                       | 9000 rpm              | 0.125          |  |
| 0 %        | 0,80 mm<br>(Standart) | 10000 rpm             | 0.130          |  |
|            |                       | 11000 rpm             | 0.135          |  |
|            |                       | 4000 rpm              | 0.091          |  |
|            |                       | 5000 rpm              | 0.094          |  |
|            |                       | 6000 rpm              | 0.097          |  |
|            |                       | 7000 rpm              | 0.100          |  |
|            |                       | 8000 rpm              | 0.103          |  |
|            |                       | 9000 rpm              | 0.106          |  |
|            |                       | 10000 rpm             | 0.110          |  |
|            |                       | 11000 rpm             | 0.114          |  |
| 5 %        | 0,80 mm<br>(Standart) | 4000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 5000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 6000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 7000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 8000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 9000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 10000 rpm             | -              |  |
|            |                       | 11000 rpm             | -              |  |
|            |                       | 4000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 5000 rpm              | -              |  |
| 10 %       | 0,80 mm<br>(Standart) | 6000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 7000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 8000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 9000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 10000 rpm             | -              |  |
|            |                       | 11000 rpm             | -              |  |
|            |                       | 4000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 5000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 6000 rpm              | -              |  |
|            |                       | 7000 rpm              | -              |  |
| Celah busi |                       | Putaran <i>engine</i> | <i>FC gr/s</i> |  |
|            |                       | 4000 rpm              | 0.108          |  |
|            |                       | 5000 rpm              | 0.112          |  |
|            |                       | 6000 rpm              | 0.116          |  |
|            |                       | 7000 rpm              | 0.120          |  |

|         |      |           |       |
|---------|------|-----------|-------|
| 0,90 mm | 0 %  | 8000 rpm  | 0.125 |
|         |      | 9000 rpm  | 0.130 |
|         |      | 10000 rpm | 0.135 |
|         |      | 11000 rpm | 0.141 |
|         |      | 4000 rpm  | 0.100 |
|         | 5 %  | 5000 rpm  | 0.103 |
|         |      | 6000 rpm  | 0.106 |
|         |      | 7000 rpm  | 0.110 |
|         |      | 8000 rpm  | 0.114 |
|         |      | 9000 rpm  | 0.118 |
|         | 10 % | 10000 rpm | 0.123 |
|         |      | 11000 rpm | 0.128 |
|         |      | 4000 rpm  | -     |
|         |      | 5000 rpm  | -     |
|         |      | 6000 rpm  | -     |
|         |      | 7000 rpm  | -     |
|         |      | 8000 rpm  | -     |
|         |      | 9000 rpm  | -     |
|         |      | 10000 rpm | -     |
|         |      | 11000 rpm | -     |



Gambar 6. Grafik hubungan putaran *engine* terhadap *Fuel Consumtion*

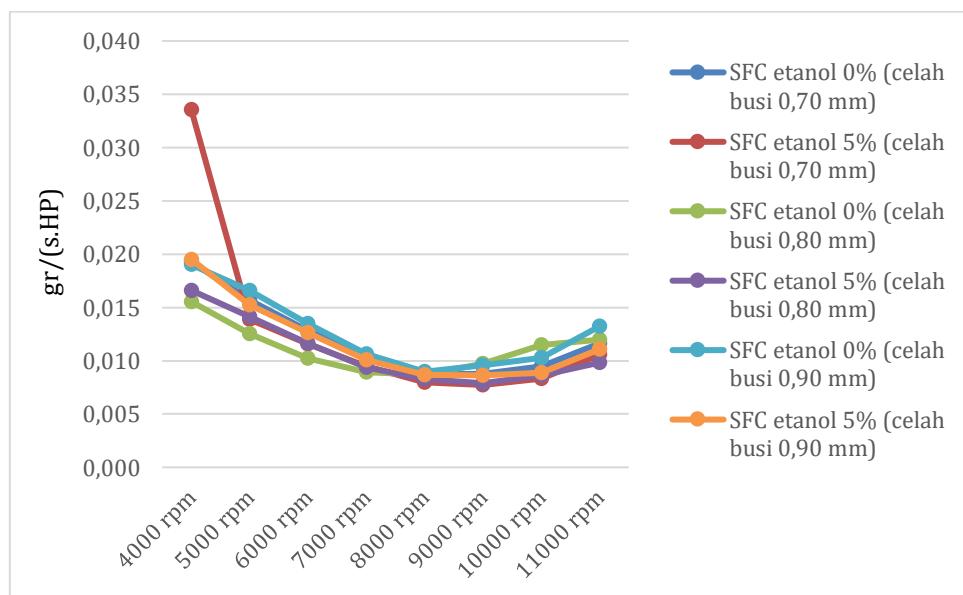
Grafik yang ditunjukkan pada gambar 6 diatas menunjukkan Perbedaan jumlah *fuel consumtion* yang dihasilkan dari percobaan celah busi 0,70, 0,80 dan 0,90 mm dengan menggunakan bahan bakar etanol 0%, 5% dan 10%. Grafik perubahan yang menunjukkan jumlah paling rendah dapat dilihat pada penggunaan campuran 5% etanol menggunakan celah busi 0,70 mm. *Fuel consumtion* yang dihasilkan pada putaran engine 9.000 rpm adalah 0,105 gr/s. Untuk setiap hasil *fuel consumtion* yang diukur menggunakan Pertamax murni, dan campuran etanol 5% dan 10% diperoleh jumlah *fuel consumtion* paling rendah pada putaran engine 9.000 rpm, masing-masing celah busi 0,70 mm mendapatkan jumlah *fuel consumtion* sebesar 0,122 gr/s pada saat menggunakan pertamax murni dan 0,105 gr/s ketika menggunakan etanol 5%. Kemudian celah

busi 0,80 mm mendapatkan *fuel consumtion* sebesar 0,125 gr/s pada saat menggunakan pertamax murni dan 0,106 gr/s ketika menggunakan etanol 5%. Lalu pada percobaan menggunakan celah busi 0,90 mm mendapatkan *fuel consumtion* sebesar 130 gr/s pada saat menggunakan pertamax murni dan 0,118 gr/s ketika menggunakan etanol 5%. Pada percobaan menggunakan etanol 10% *engine* gagal dinyalakan.

Table 3. Data hasil perhitungan *spesific fuel consumtion*

| Celah busi            | % etanol | Putaran <i>engine</i> | <i>SFC gr/(s.HP)</i> |
|-----------------------|----------|-----------------------|----------------------|
| 0,70 mm               | 0 %      | 4000 rpm              | 0.019                |
|                       |          | 5000 rpm              | 0.016                |
|                       |          | 6000 rpm              | 0.013                |
|                       |          | 7000 rpm              | 0.010                |
|                       |          | 8000 rpm              | 0.009                |
|                       |          | 9000 rpm              | 0.009                |
|                       |          | 10000 rpm             | 0.009                |
|                       |          | 11000 rpm             | 0.012                |
|                       |          | 4000 rpm              | 0.034                |
|                       |          | 5000 rpm              | 0.014                |
| 0,70 mm               | 5 %      | 6000 rpm              | 0.012                |
|                       |          | 7000 rpm              | 0.009                |
|                       |          | 8000 rpm              | 0.008                |
|                       |          | 9000 rpm              | 0.008                |
|                       |          | 10000 rpm             | 0.008                |
|                       |          | 11000 rpm             | 0.011                |
|                       |          | 4000 rpm              | -                    |
|                       |          | 5000 rpm              | -                    |
|                       |          | 6000 rpm              | -                    |
|                       |          | 7000 rpm              | -                    |
| 0,80 mm<br>(Standart) | 10 %     | 8000 rpm              | -                    |
|                       |          | 9000 rpm              | -                    |
|                       |          | 10000 rpm             | -                    |
|                       |          | 11000 rpm             | -                    |
|                       |          | 4000 rpm              | 0.019                |
|                       |          | 5000 rpm              | 0.016                |
|                       |          | 6000 rpm              | 0.013                |
|                       |          | 7000 rpm              | 0.011                |
|                       |          | 8000 rpm              | 0.009                |
|                       |          | 9000 rpm              | 0.009                |
| 0,80 mm<br>(Standart) | 0 %      | 10000 rpm             | 0.010                |
|                       |          | 11000 rpm             | 0.012                |
|                       |          | 4000 rpm              | 0.017                |
|                       |          | 5000 rpm              | 0.014                |
|                       |          | 6000 rpm              | 0.012                |
|                       |          | 7000 rpm              | 0.009                |
|                       |          | 8000 rpm              | 0.008                |
|                       |          | 9000 rpm              | -                    |
|                       |          | 10000 rpm             | -                    |
|                       |          | 11000 rpm             | -                    |
| 0,80 mm<br>(Standart) | 5 %      | Celah busi            | % etanol             |
|                       |          | 9000 rpm              | 0.008                |
|                       |          | 10000 rpm             | 0.009                |
|                       |          | 11000 rpm             | 0.010                |
|                       |          | 4000 rpm              | -                    |
|                       |          | 5000 rpm              | -                    |
|                       |          | 6000 rpm              | -                    |
|                       |          | 7000 rpm              | -                    |
|                       |          | 8000 rpm              | -                    |
|                       |          | 9000 rpm              | -                    |
| 0,80 mm<br>(Standart) | 10 %     | 10000 rpm             | -                    |

|  |      |           |       |
|--|------|-----------|-------|
|  |      | 11000 rpm | -     |
|  |      | 4000 rpm  | 0.019 |
|  |      | 5000 rpm  | 0.017 |
|  |      | 6000 rpm  | 0.013 |
|  |      | 7000 rpm  | 0.011 |
|  | 0 %  | 8000 rpm  | 0.009 |
|  |      | 9000 rpm  | 0.010 |
|  |      | 10000 rpm | 0.010 |
|  |      | 11000 rpm | 0.013 |
|  |      | 4000 rpm  | 0.020 |
|  |      | 5000 rpm  | 0.015 |
|  |      | 6000 rpm  | 0.013 |
|  |      | 7000 rpm  | 0.010 |
|  | 5 %  | 8000 rpm  | 0.009 |
|  |      | 9000 rpm  | 0.010 |
|  |      | 10000 rpm | 0.010 |
|  |      | 11000 rpm | 0.013 |
|  |      | 4000 rpm  | -     |
|  |      | 5000 rpm  | -     |
|  |      | 6000 rpm  | -     |
|  |      | 7000 rpm  | -     |
|  | 10 % | 8000 rpm  | -     |
|  |      | 9000 rpm  | -     |
|  |      | 10000 rpm | -     |
|  |      | 11000 rpm | -     |



Gambar 7. Grafik hubungan putaran *engine* terhadap *spesific Fuel Consumtion*

Grafik yang ditunjukkan pada gambar 7 diatas menunjukkan Perbedaan jumlah *spesific fuel consumtion* yang dihasilkan dari percobaan celah busi 0,70, 0,80 dan 0,90 mm dengan menggunakan bahan bakar etanol 0%, 5% dan 10%. Untuk setiap hasil jumlah *spesific fuel consumtion* yang diukur menggunakan Pertamax murni, dan campuran etanol 5% dan 10% diperoleh jumlah *spesific fuel consumtion* pada putaran *engine* 9.000 rpm, masing-masing celah busi 0,70 mm mendapatkan jumlah *spesific fuel consumtion* sebesar 0,009 gr/(s.HP) pada saat menggunakan pertamax murni dan 0,008 gr/(s.HP) ketika menggunakan etanol 5%. Kemudian

celah busi 0,80 mm mendapatkan *spesific fuel consumtion* sebesar 0,010 gr/(s.HP) pada saat menggunakan pertamax murni dan 0,008 gr/(s.HP) ketika menggunakan etanol 5%. Lalu pada percobaan menggunakan celah busi 0,90 mm mendapatkan *spesific fuel consumtion* sebesar 0,010 gr/(s.HP) pada saat menggunakan pertamax murni dan 0,009 gr/(s.HP) ketika menggunakan etanol 5%. Pada percobaan menggunakan etanol 10% *engine* gagal dinyalakan.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan untuk pengujian pengaruh variasi celah busi dan penambahan etanol terhadap unjuk kerja *engine* dan emisi gas buang yang dihasilkan terdapat beberapa pengaruh yang signifikan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Celah busi 0,70 mm dapat memberikan pengaruh paling baik terhadap daya, torsi, *FC* dan *SFC* serta emisi gas buang CO dan HC yang dihasilkan pada putaran *engine* 9.000 rpm daripada celah busi 0,80 dan 0,90 mm.
2. Celah busi 0,90 mm merupakan celah yang terbaik untuk bahan bakar dengan campuran etanol sebesar 5%, karena dapat memberikan pengaruh terhadap unjuk kerja *engine* dan emisi gas buang yang lebih baik daripada menggunakan pertamax murni.
3. Pertamax murni cenderung bisa memberikan hasil unjuk kerja *engine* daya, torsi dan emisi gas buang yang lebih baik daripada campuran etanol 5% dan 10% khususnya pada celah busi 0,70 hingga 0,80 mm.
4. Campuran etanol 5% mampu menghasilkan unjuk kerja daya, torsi dan emisi gas buang terbaik ketika menggunakan celah busi 0,90 mm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- GINTING, TINUS. 2019. “Pengaruh Jarak Celah Busi Terhadap Daya Mesin Kijang Innova Bensin.” *JTIK (Jurnal Teknik Informatika Kaputama)* 3(1): 42–49.
- Heywood, John B. 1998. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. 1st ed. eds. Anne Duffy and Jhon M Morris. Singapore: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Maleev, V.L. 1989. *Internal-Combustion Engines*. 2nd ed. singapore: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Sarjito et al. 2019. “An Effect of Different Spark Plug Used and Additional Ethanol on Engine Performance and Exhaust Gas Emission.” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 674(1).
- Serrano, José Ramón, Ricardo Novella, and Pedro Piqueras. 2019. “Why the Development of Internal Combustion Engines Is Still Necessary to Fight against Global Climate Change from the Perspective of Transportation.” *Applied Sciences (Switzerland)* 9(21).
- Suanggana, D., K.D. Radyantho, and D.A. Puspitasari. 2023. “Efek Penambahan Etanol Pada Bahan Bakar Pertamax Terhadap Performa Motor Satria F 150.” *Dinamika Teknik Mesin* 13(2): 116.
- Suwignyo, Joko, and Fahmy Fatra. “TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA.” 4(1): 107–14.