

Analisis pengaruh celah busi dan penambahan etanol terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang pada motor Satria FU 150

Riswanda Firman Romadhon^{1*}, Suhariyanto²

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya

²Program Studi Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Email: *riswandifr@gmail.com

Abstrak

Etanol merupakan bahan bakar terbarukan yang ramah lingkungan. Penambahan etanol ke bensin dapat memengaruhi karakteristik pembakaran dan kinerja mesin. Selain itu, pemilihan celah busi dapat menentukan efisiensi pembakaran mesin. Meskipun banyak penelitian telah dilakukan mengenai pengaruh celah busi dan penambahan etanol terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang, pemahaman mengenai interaksi antara kedua faktor ini masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki secara menyeluruh interaksi antara faktor-faktor ini terkait kinerja mesin dan emisi gas buang pada sepeda motor. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dengan melakukan pengujian pada bahan bakar dan busi yang dievaluasi. Hasilnya menunjukkan bahwa celah busi 0,70 mm menghasilkan kinerja terbaik terkait keluaran mesin dan emisi gas buang, sedangkan celah 0,90 mm optimal untuk bahan bakar dengan campuran etanol 5%. Pertamax murni cenderung memberikan kinerja mesin dan emisi gas buang yang lebih baik, terutama pada celah busi 0,70 mm dan 0,80 mm, dan campuran etanol 5% mencapai kinerja optimal saat menggunakan celah busi 0,90 mm.

Kata kunci: busi, bahan bakar, emisi, etanol, performa

Abstract

An eco-friendly fuel that is renewable is ethanol. Engine performance and combustion characteristics may be impacted when ethanol is added to gasoline. Additionally, the engine's combustion efficiency can be influenced by the spark plug gap setting. The effects of ethanol addition and spark plug spacing on engine performance and exhaust emissions have been extensively studied, but little is known about how these two parameters interact. The purpose of this study is to fully examine how these engine performance and exhaust emission-related elements interact in bikes. By testing the gasoline and spark plugs under evaluation, this study employs an experimental methodology. According to the findings, the best engine output and exhaust emissions were obtained with a spark plug spacing of 0.70 mm, but fuels with a 5% ethanol blend performed best with a gap of 0.90 mm. Particularly at 0.70 mm and 0.80 mm spark plug gaps, pure pertamax tends to improve engine performance and exhaust emissions; at 0.90 mm spark plug spacing, 5% ethanol mixes work best.

Keywords: emmision, ethano, fuel, performance, spark plug

1. PENDAHULUAN

Mesin pembakaran dalam adalah mesin yang memperoleh energinya dari pembakaran campuran bahan bakar dan udara, yang menghasilkan sisa gas buang dari proses pembakaran.

Mesin pembakaran dalam atau Internal Combustion *Engine* (ICE) masih menjadi sistem penggerak utama transportasi jalan raya dan sulit digantikan oleh tenaga Listrik pada sebagian besar kendaraan [1]. Mesin pembakaran dalam (ICE) menghasilkan energi dari pembakaran campuran bahan bakar dan udara, tetapi sisa gas buangnya dapat merusak lingkungan karena menghalangi radiasi matahari yang seharusnya dipantulkan kembali ke luar angkasa, yang menyebabkan pemanasan global. Dengan meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor, ketergantungan pada bahan bakar fosil terus meningkat dan memicu kekhawatiran akan ketersediaan sumber daya serta dampaknya terhadap lingkungan [2].

Penelitian terus dilakukan untuk mencari bahan bakar alternatif 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 pembakaran, performa mesin, dan emisi gas buang. Penelitian oleh Sarjito, et al. [3] menunjukkan bahwa campuran etanol 10% hingga 30% dalam pertalite pada putaran mesin 1.500 rpm secara signifikan mengurangi emisi hidrokarbon (HC). Namun, pada rpm 2.500 ke atas, perubahan emisi menjadi kurang signifikan.

Celah busi merupakan jarak antara elektroda positif dan negatif pada busi yang sangat penting untuk efisiensi pembakaran dan performa mesin. Ukuran celah busi dapat diubah sesuai spesifikasi mesin atau modifikasi yang diinginkan. Celah busi yang tidak tepat dapat mengganggu proses pembakaran, memengaruhi performa mesin, dan meningkatkan emisi gas buang [4]. Dengan meningkatnya kebutuhan akan efisiensi energi dan perhatian terhadap lingkungan, penelitian tentang pengaruh celah busi terhadap performa mesin dan emisi gas buang menjadi penting untuk menemukan solusi optimal yang dapat mengurangi dampak negatif pada lingkungan.

Penelitian tentang efek celah busi dan penambahan etanol terhadap performa mesin dan emisi gas buang telah banyak dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh Sujamiyato, et al. [5] menunjukkan bahwa variasi celah busi berpengaruh pada hasil torsi (Nm) dari suatu mesin. Penelitian yang dilakukan oleh Iawanudin, et al. [6] menunjukkan bahwa terdapat pengaruh celah busi dan jenis busi terhadap emisi gas buang. Penelitian yang dilakukan oleh Rosady, et al. [7] menyatakan bahwa terdapat korelasi torsi dengan putaran mesin yang menggunakan persentase bioetanol.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian mengenai interaksi celah busi dengan etanol terhadap performa mesin dan emisi gas buang masih belum banyak dilakukan. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi bagaimana kedua faktor ini saling mempengaruhi secara sinergis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh variasi celah busi dan persentase penambahan etanol yang optimal terhadap performa mesin dan emisi gas buang, dengan harapan dapat memberikan wawasan baru untuk pengembangan teknologi kendaraan yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

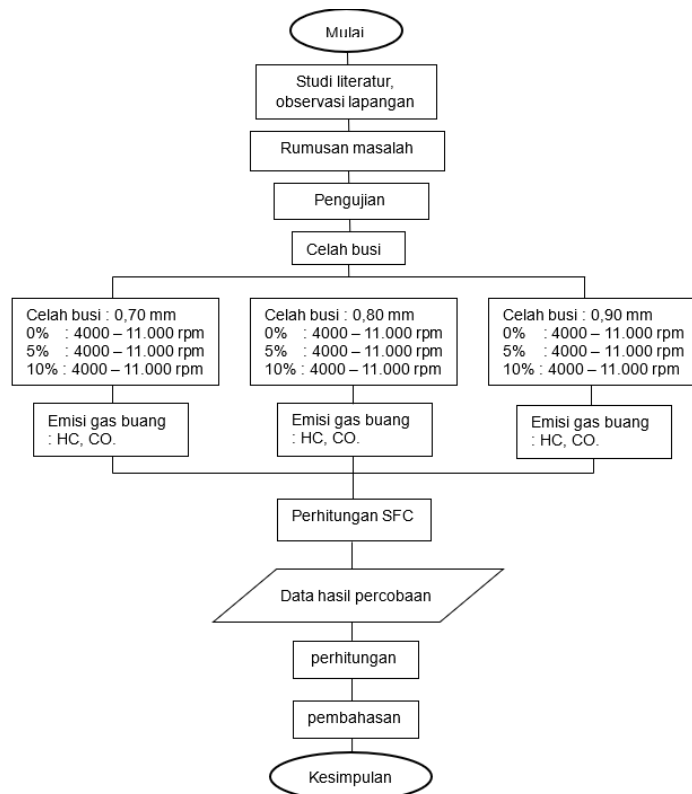
2. METODE PENELITIAN

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/ Horsepower (HP) dari motor, kemudian gas analyzer untuk mengukur kadar gas buang CO dan HC.

Penekanan terhadap penelitian ini adalah pada data penelitian kuantitatif yang mempertimbangkan variabel-variabelnya. Dalam penelitian ini, terdapat tiga variabel yang digunakan. Pertama, variabel bebas adalah variasi bahan bakar etanol yang terdiri dari 0%, 5%, dan 10%, serta celah busi 0,70 mm, 0,80 mm, dan 0,90 mm, yang diuji pada putaran mesin 4.000 hingga 11.000 rpm. Kedua, variabel terikat mencakup daya, torsi, dan emisi gas buang, yang nilainya dipengaruhi oleh variabel bebas. Ketiga, variabel kontrol adalah motor Suzuki Satria dan busi standar CR8E, yang nilainya dikondisikan tetap untuk memastikan hasil yang konsisten.

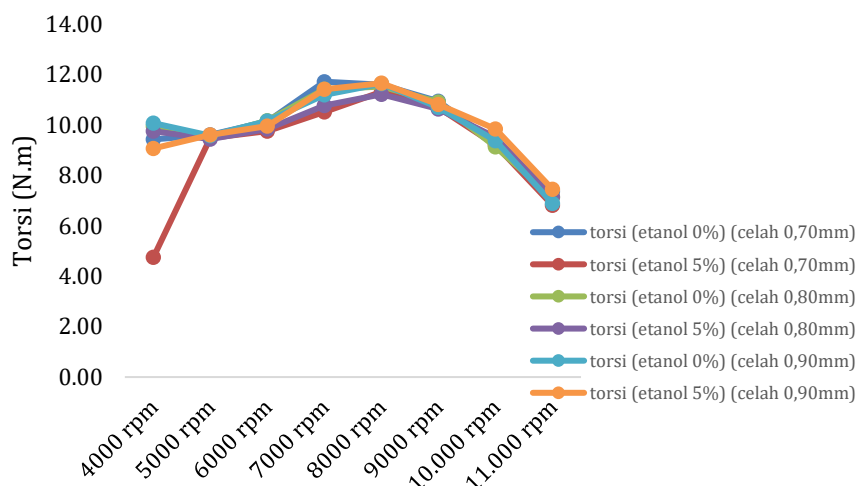
Pada tahap ini, prosedur pengujian diuji pada putaran mesin 4000 hingga 11.000 rpm menggunakan alat *dyno test*. Setelah itu, informasi dikumpulkan untuk menghitung konsumsi bahan bakar, dan konsumsi bahan bakar spesifik. Pada fase ini setiap proses pengujian diuji diatas alat dyno test pada putaran 4000 rpm sampai dengan 11.000 rpm, sedangkan untuk uji emsi CO dan HC menggunakan gas analyzer. Gambar 1 merupakan diagram alir penelitian yang membahas tahapan penelitian.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

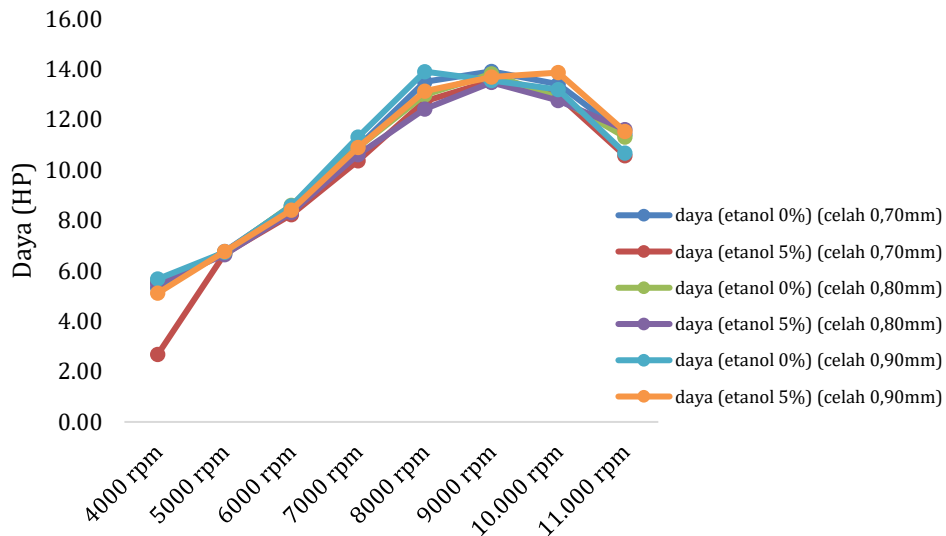
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisikan tentang data yang disajikan dalam grafik serta analisa hasil pengujian mengenai unjuk kerja mesin dan emisi gas buang pada kendaraan satria FU 150 cc 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 mesin 4.000 hingga 11.000 rpm. Gambar 2 menyajikan hubungan putaran *engine* terhadap torsi.



Gambar 2 Grafik hubungan putaran *engine* terhadap torsi

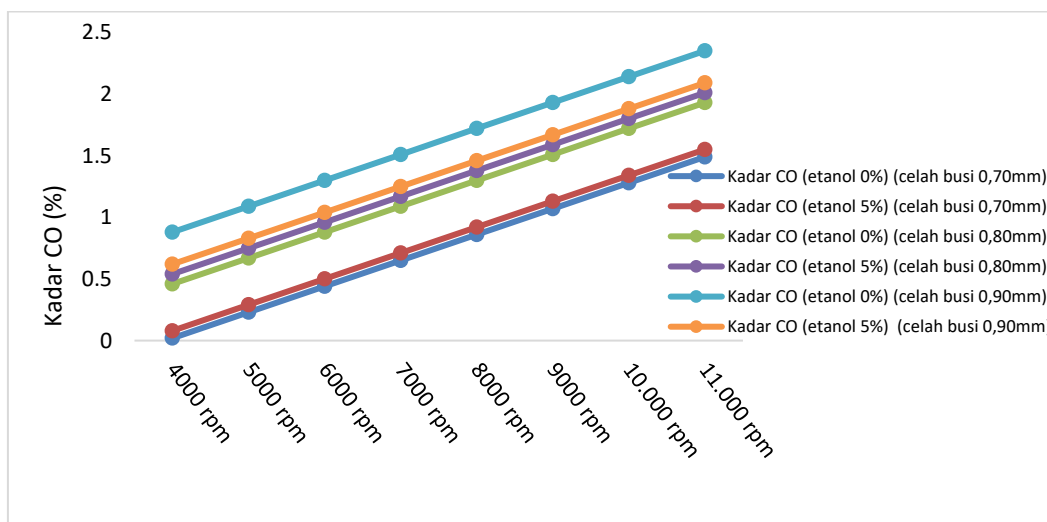
Perbedaan torsi yang dihasilkan dari pengujian dengan Pertamina dengan campuran etanol 5% nampaknya mempunyai pengaruh yang cukup besar daripada menggunakan Pertamina murni dan campuran etanol 10% seperti yang diilustrasikan oleh grafik pada Gambar 3. Pada pengujian menggunakan Pertamina dan penambahan 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 Pertamina 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 Pertamina 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 Pertamina 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 Pertamina 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 seiring bertambahnya kecepatan hingga mencapai maksimum. Torsi kemudian akan berkurang seiring dengan peningkatan kecepatan torsi maksimum sebagaimana yang disajikan pada Gambar 2. Hal ini disebabkan karena volume larutan udara di dalam ruang silinder semakin berkurang seiring dengan bertambahnya kecepatan. Hasil ini sejalan dengan Penelitian yang dilakukan oleh Rosady, et al. [7] yang menyatakan bahwa terdapat korelasi torsi dengan putaran mesin yang menggunakan persentase bioetanol. Torsi meningkat seiring dengan persentase tingkat pencampuran etanol dengan bahan bakar.

Gambar 3 Grafik hubungan putaran *engine* terhadap daya

Gambar 3 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 Pertamina 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 Pertamina murni dan 13,53 HP menggunakan etanol 5%. Kemudian celah busi 0,80 mm mendapatkan daya sebesar 13,81 HP menggunakan Pertamina murni dan 13,47 HP menggunakan etanol 5%. Lalu pada percobaan menggunakan celah busi 0,90 mm mendapatkan daya sebesar 13,55 HP menggunakan Pertamina murni dan 13,69 HP menggunakan etanol 5%. Pada percobaan menggunakan etanol 10% *engine* gagal dinyalakan. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suanggana, et al. [8] yang menyatakan bahwa daya dan tegangan busi sangat dipengaruhi oleh jarak celah.

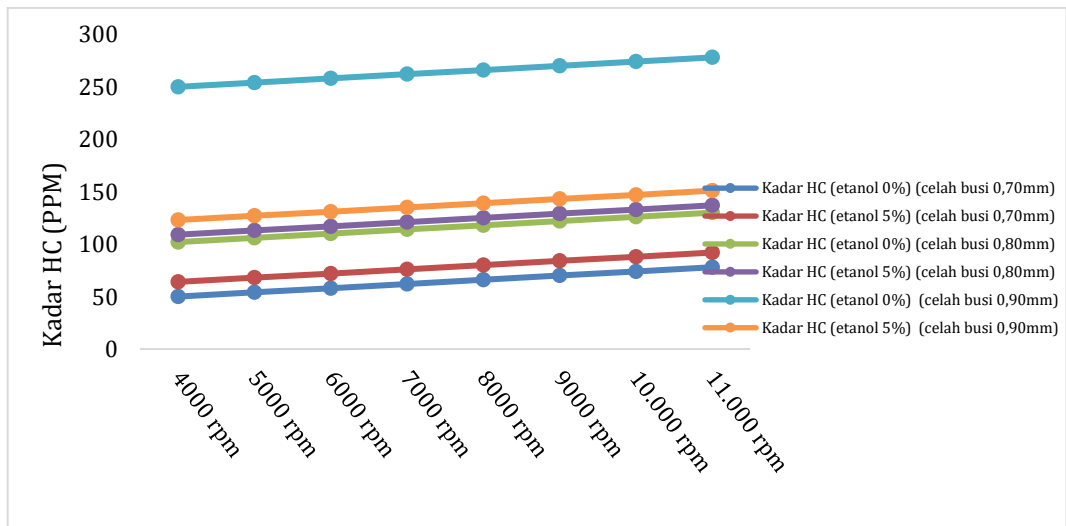
Gambar 4 menunjukkan Gas CO yang dihasilkan dari celah busi 0,70, 0,80 dan 0,90 mm dengan menggunakan bahan bakar etanol 0%, 5% dan 10%. Grafik perubahan yang menunjukkan nilai paling rendah dapat dilihat pada penggunaan campuran 0% etanol menggunakan celah busi 0,70 mm. Gas CO yang dihasilkan pada putaran *engine* 4.000 rpm adalah 0,02%. Untuk setiap hasil emisi gas CO yang diukur menggunakan Pertamina 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 Pertamina murni dan 0,08% ketika menggunakan etanol 5%. Kemudian celah busi 0,80 mm mendapatkan nilai CO sebesar 0,46% ketika menggunakan Pertamina 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 Pertamina murni dan 0,62% ketika menggunakan etanol 5%. Pada percobaan menggunakan etanol 10% *engine* gagal dinyalakan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Özçelik and Gültekin [9] yang

menyatakan bahwa Peningkatan celah busi dan putaran mesin dapat meningkatkan getaran dan kebisingan, sementara emisi gas buang bervariasi sesuai celah busi.



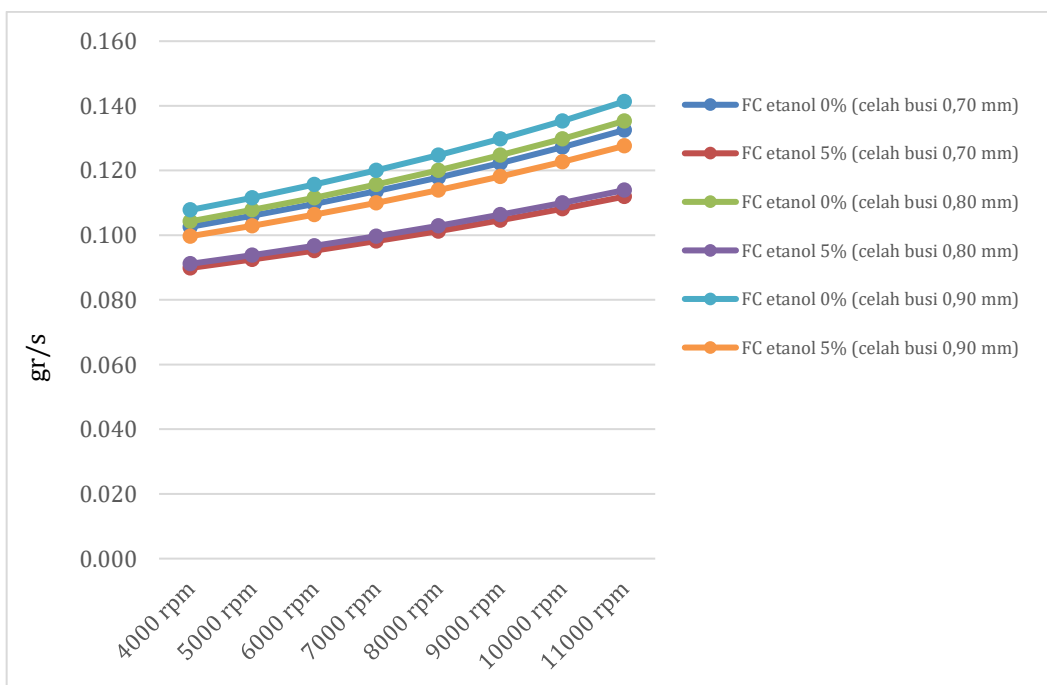
Gambar 4 Grafik hubungan putaran *engine* terhadap emisi gas buang CO

Gambar 5 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 Pertamina 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 Pertamina murni dan 64 PPM ketika menggunakan etanol 5%. Kemudian celah busi 0,80 mm mendapatkan nilai HC sebesar 102 PPM pada saat menggunakan Pertamina 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 Pertamina murni dan 123 PPM ketika menggunakan etanol 5%. Pada percobaan menggunakan etanol 10% *engine* gagal dinyalakan. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rachmadhi, et al. [10] yang menyatakan bahwa jarak celah busi standar (0,70 mm) menghasilkan emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan celah busi yang lebih lebar (0,90 mm) dan yang lebih sempit (0,50 mm). Perbedaan ini disebabkan oleh kualitas percikan bunga api yang dihasilkan, yang dapat bervariasi antara celah busi yang berbeda. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Icwandudin, et al. [6] juga menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi emisi gas buang pada mesin, antara lain campuran bahan bakar dan udara yang optimal. Semakin besar celah busi, semakin besar pula percikan bunga api yang dihasilkan, yang berkontribusi pada pembakaran yang lebih sempurna dan penurunan kadar HC. Selain itu, perbedaan bentuk ujung elektroda pada masing-masing busi juga memengaruhi penghantaran panas, serta jenis bahan bakar yang digunakan.

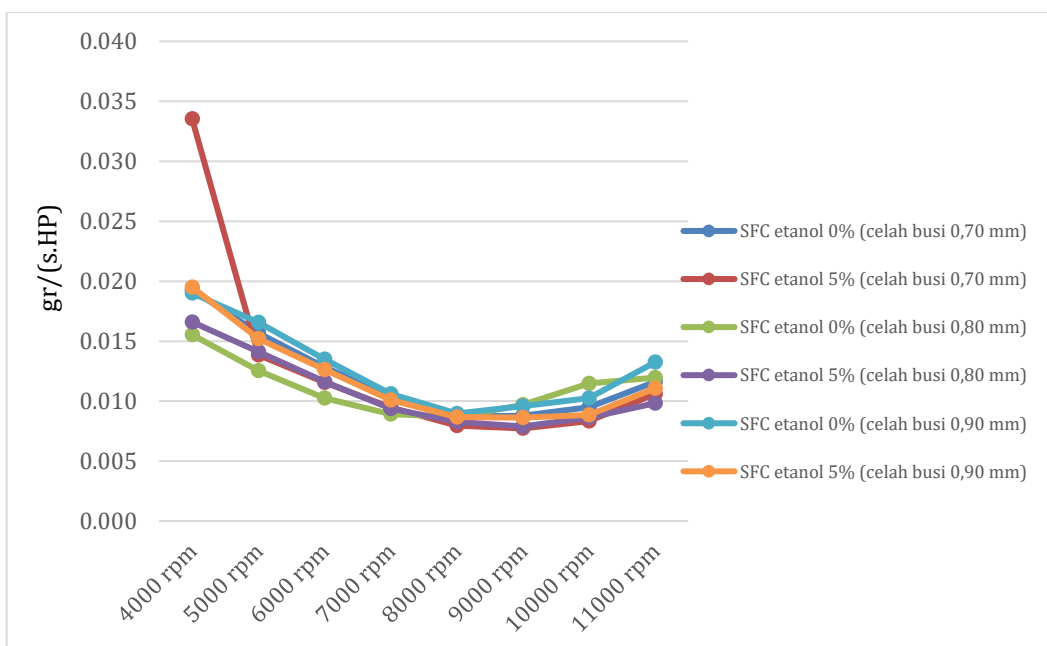


Gambar 5 Grafik hubungan putaran *engine* terhadap emisi gas buang HC.

Gambar 6 menunjukkan Perbedaan jumlah *fuel consumption* 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 consumption* yang dihasilkan pada putaran *engine* 9.000 rpm adalah 0,105 gr/s. Untuk setiap hasil *fuel consumption* yang diukur menggunakan Pertamina murni, dan campuran etanol 5% dan 10% diperoleh jumlah *fuel consumption* paling rendah pada putaran *engine* 9.000 rpm, masing-masing celah busi 0,70 mm mendapatkan jumlah *fuel consumption* sebesar 0,122 gr/s pada saat menggunakan Pertamina murni dan 0,105 gr/s ketika menggunakan etanol 5%. Kemudian celah busi 0,80 mm mendapatkan *fuel consumption* sebesar 0,125 gr/s pada saat menggunakan Pertamina murni dan 0,106 gr/s ketika menggunakan etanol 5%. Lalu pada percobaan menggunakan celah busi 0,90 mm mendapatkan *fuel consumption* sebesar 130 gr/s pada saat menggunakan Pertamina murni dan 0,118 gr/s ketika menggunakan etanol 5%. Pada percobaan menggunakan etanol 10% *engine* gagal dinyalakan. Dari hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa pengaturan celah busi yang tepat dan pemilihan jenis bahan bakar yang sesuai sangat penting untuk mencapai efisiensi konsumsi bahan bakar yang optimal. Penelitian ini menekankan pentingnya kombinasi antara celah busi dan putaran mesin dalam mempengaruhi performa dan efisiensi bahan bakar kendaraan. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra, et al. [11] yang menyatakan dengan menggunakan celah busi standar, seperti 0,8 mm, mesin dapat beroperasi dengan efisien, menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah dan konsumsi bahan bakar yang optimal.



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



Gambar 7 Grafik hubungan putaran *engine* terhadap *specific Fuel Consumption*

Gambar 7 menunjukkan Perbedaan jumlah *specific fuel consumption* 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 *specific fuel consumption* yang diukur menggunakan Pertamina

murni, dan campuran etanol 5% dan 10% diperoleh jumlah spesifik *fuel consumption* pada putaran *engine* 9.000 rpm, masing-masing celah busi 0,70 mm mendapatkan jumlah spesifik *fuel consumption* 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 spesifik *fuel consumption* 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 spesifik *fuel consumption* 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. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Sujamiyato, et al. [5] yang menyatakan bahwa perbedaan jarak busi berdampak pada konsumsi bahan bakar spesifik suatu mesin.

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

- [1] J. R. Serrano, R. Novella, and P. Piqueras, "Why the Development of Internal Combustion Engines Is Still Necessary to Fight against Global Climate Change from the Perspective of Transportation," *Applied Sciences*, vol. 9, no. 21, p. 4597, 2019. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/21/4597>.
- [2] J. Suwignyo and F. Fatra, "Pengaruh putaran *mixture adjusting screw* dan *speed adjusting screw* dengan variasi penyetelan celah katup terhadap konsumsi bahan bakar sepeda motor," *Journal of Automotive Technology Vocational Education*, vol. 2, no. 1, pp. 13-21, 2021.
- [3] Sarjito, I. Prasetyo, T. W. B. Riyadi, A. D. Anggono, and M. Effendy, "An effect of different spark plug used and additional etanol on *engine* performance and exhaust gas emission," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 674, no. 1, p. 012062, 2019/11/01 2019, doi: 10.1088/1757-899X/674/1/012062.
- [4] A. Suprayitno and A. G. Jailani, "Analisis pengaruh kerenggangan celah busi terhadap emisi gas buang (Co dan Hc) pada sepeda motor honda beat 110cc," *Jurnal Teknologika*, vol. 9, no. 1, 2019.

- [5] S. Sujamiyato, F. Abdillah, and S. Mahendra, "Studi eksperimen pengaruh variasi celah busi terhadap torsi, daya, emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar spesifik pada motor 4 tak 110 CC," *Journal of Vocational Education Automotive Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 5-18, 2020.
- [6] I. Iawanudin, J. Suwignyo, and F. Fatra, "Studi eksperimen pengaruh celah busi dan jenis busi terhadap emisi gas buang pada sepeda motor 4 tak 150 CC," *Journal of Vocational Education Automotive Technology*, vol. 4, no. 1, pp. 107-114, 2022.
- [7] S. D. N. Rosady, A. K. Wafa, and E. N. Sari, "Pengaruh penambahan etanol pada bahan bakar pertalite terhadap performa mesin empat langkah 150 CC," *Jurnal Inovasi Teknologi Manufaktur, Energi dan Otomotif*, vol. 1, no. 2, pp. 78-83, 2023.
- [8] D. Suanggana, Y. P. L. Silalahi, A. Djafar, D. S. Sa'adiyah, and K. D. Radiantho, "Analisis Pengaruh Jenis Busi dan Celah Pada Performa Sepeda Motor Satria F 150," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 7, no. 3, pp. 1005-1012, 2023.
- [9] Z. Özçelik and N. Gültekin, "Effect of iridium spark plug gap on emission, noise, vibration of an internal combustion engine," *International Journal of Energy Applications Technologies*, vol. 6, no. 2, pp. 44-48, 2019.
- [10] S. Rachmadhi, M. Martias, and D. Fernandez, "Pengaruh jarak kerenggangan celah elektroda busi terhadap emisi gas buang pada sepeda motor 4 tak," *Automotive Engineering Education Journals*, vol. 3, no. 2, 2014.
- [11] S. Putra, J. Sinaga, and W. Pandiangan, "Analisa pengaruh variasi celah busi terhadap emisi gas buang dan konsumsi bbm pada m otor matic 125 CC," *Jurnal Teknologi Mesin Uda*, vol. 2, no. 2, pp. 32-37, 2021.