

PENAMBAHAN HHO PADA BAHAN BAKAR DAN RESTORASI KONDISI MESIN GUNA MENINGKATKAN PERFORMA MOTOR 4 TAK 125 CC

Arif Hidayat Purwono^{1a}, Suhartoyo¹, Karminto¹, Al Fian Pragita Rosyid¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi “Warga” Surakarta

Korespondensi:

^aProgram Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi “Warga” Surakarta
arifhidayatpurwono@gmail.com

ABSTRAK

Performa kendaraan keluaran tahun lama akan menjadi tidak bertenaga disebabkan oleh usia penggunaan dari unit, dan tentunya mengalami beberapa keausan seperti di bagian liner dan torak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembalikan performa mesin dan meningkatkan performa mesin dengan cara merestorasi kondisi mesinnya serta menambahkan gas HHO pada bahan bakarnya. Sebelum restorasi kondisi mesin, pengujian awal emisi gas buang dengan menggunakan *gas analyzer test* yang berfokus pada hasil emisi CO dan HC, serta uji jalan untuk melihat konsumsi bahan bakar dilakukan dengan kondisi tanpa penambahan gas HHO dan dengan penambahan gas HHO. Tahap berikutnya melakukan proses restorasi kondisi mesin dengan penggantian komponen mesin yang aus, selanjutnya dilakukan pengujian emisi gas buang dan uji konsumsi bahan bakar kembali. Peningkatan performa mesin dengan cara merestorasi kondisi mesin serta penambahan gas HHO untuk suplai ke bahan bakar akan menghasilkan proses pembakaran menjadi lebih sempurna. Pembakaran sempurna akan mengurangi kandungan CO dan HC pada gas buang. Bahan bakar yang digunakan adalah pertalite yang dicampur dengan HHO di dalam karburasi yang akhirnya masuk ruang bakar. Mesin dalam pengujian menggunakan mesin 4 tak, untuk roda dua kapasitas 125 CC tahun 2006. Penggantian liner dan torak pada kendaraan serta penambahan gas HHO pada saluran intake mesin akan menurunkan emisi gas buang serta menurunkan konsumsi bahan bakar dengan hasil terbaik untuk CO sebesar 0,33% dan untuk HC sebesar 94 ppm pada putaran mesin 4500 rpm. Pada uji jalan kendaraan hasil terbaik juga diperoleh pada kondisi yang sama dengan konsumsi bahan bakar 76,9 km/liter.

Kata kunci: Motor Bakar, Restorasi Mesin, HHO, Emisi Gas Buang, Konsumsi Bahan Bakar

ABSTRACT

The performance of old-year vehicles will be less powerful due to the age of use of the unit, and of course experience some wear and tear such as in the liner and piston sections. The purpose of this study is to restore engine performance and improve engine performance by restoring the condition of the engine and adding HHO gas to the fuel. Before restoring the engine condition, initial exhaust emission testing using a gas analyzer test that focuses on CO and HC emission results, as well as road tests to see fuel consumption are carried out with conditions without the addition of HHO gas and with the addition of HHO gas. The next stage is to carry out the process of restoring the engine condition by replacing worn engine components, then exhaust emission testing and fuel consumption testing are carried out again. Improving engine performance by restoring the engine condition and adding HHO gas to supply the fuel will result in a more perfect combustion process. Perfect combustion will reduce the CO and HC content in the exhaust gas. The fuel used is pertalite mixed with HHO in the carburetor which finally enters the combustion chamber. The engine in the test uses a 4-stroke engine, for

two-wheeled vehicles with a capacity of 125 CC in 2006. Replacing the liner and piston on the vehicle and adding HHO gas to the engine intake channel will reduce exhaust emissions and reduce fuel consumption with the best results for CO of 0.33% and for HC of 94 ppm at 4500 rpm engine speed. In the vehicle road test the best results were also obtained under the same conditions with fuel consumption of 76.9 km/liter.

Keywords: *Combustion Engine, Restore Engine, HHO, Exhaust Gas Emission, Fuel Consumption*

1. PENDAHULUAN

Setelah beberapa lama pemakaian, motor pembakaran dalam mengalami tingkat keausan tertentu sehingga clearance antara piston dan silinder liner mencapai batas toleransi yang diijinkan. Bila clearance telah melewati toleransi yang diijinkan maka kompresi akan berkurang (bocor), untuk mengatasi hal tersebut maka dilakukan proses oversize atau restore condition [1]. Proses oversize dapat dilakukan dengan proses pembesaran diameter dinding silinder line, sedangkan untuk restore dengan cara penggantian liner dan part pendukung lain yang telah aus [2], [3]. Energi alternatif salah satunya adalah hidrogen, karena memiliki beberapa keunggulan yaitu tidak menyebabkan polusi karbon [4]. Metode yang dapat digunakan untuk memadukan penggunaan hidrogen dengan bahan bakar adalah penambahan gas tersebut pada proses pembakaran mesin. Produksi gas hidrogen salah satunya dapat menggunakan metode elektrolisis air. Produk gas hidrogen yang dihasilkan melalui elektrolisis air adalah gas HHO [5]. Gas HHO merupakan campuran gas hidrogen dengan oksigen yang diproduksi dari elektrolisis air (H₂O). Karena proses pembakaran pada mesin berlangsung terus menerus, berarti dibutuhkan juga gas HHO yang siap digunakan selama pembakaran. Sehingga dibutuhkan sistem pembangkit (generator) yang dapat menyuplai gas HHO secara kontinyu [5], [6]. Proses pembakaran motor bensin yang terdiri atas unsur bensin (Heptane C₇H₁₆ dan Iso Oktana C₈H₁₈) dengan udara (O₂, N₂, dan unsur yang lain) akan menghasilkan emisi gas buang yang meliputi hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), oksida nitrogen (NO_x), timah hitam tetra ethyl lead (Pb), dan sulfur atau belerang (SO₂) serta bahan partikulat yang lainnya [7] (Hamdani et al., 2023).

Hidrokarbon (HC) merupakan unsur senyawa bahan bakar bensin, jadi setiap HC yang didapat di gas buang kendaraan menunjukkan adanya bensin yang tidak terbakar dan terbuang bersama sisa pembakaran. Apabila suatu senyawa hidrokarbon terbakar sempurna (bereaksi dengan oksigen) maka hasil reaksi pembakaran tersebut adalah karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O).

Karbonmonoksida (CO) merupakan senyawa gas yang terbentuk akibat pembakaran yang tidak sempurna dalam proses kerja motor bakar, gas CO merupakan gas yang relatif tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan unsur lain, CO dapat diubah dengan mudah menjadi karbon dioksida (CO₂) dengan bantuan sedikit oksigen dan panas, CO diukur dalam satuan % pervolume atau dalam ppm. Kadar CO yang besar diakibatkan oleh perbandingan campuran antara bahan bakar bensin dan udara tidak sesuai [8], dimana kandungan bensin terlalu banyak, tetapi disini walaupun kandungan bahan bakar bensin terlalu banyak tetapi masih dapat terbakar sehingga menghasilkan emisi CO yang besar, CO besar dapat disebabkan oleh kesalahan dalam penyetelan karburator sehingga homogenitas campuran menjadi jelek. Konsentrasi CO₂ menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar. Semakin tinggi maka semakin baik. Saat AFR berada di angka ideal, emisi CO₂ berkisar antara 12% sampai 15%. Konsentrasi oksigen di gas buang adalah sekitar 1.2% atau lebih kecil bahkan mungkin 0%, apabila konsentrasi oksigen mencapai 0%. Ini menunjukkan bahwa semua oksigen dapat terpakai semua dalam proses pembakaran dan ini dapat berarti bahwa AFR cenderung pada keadaan campuran bahan bakar berlebih [9], [10].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Dalam penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut :

- Motor roda dua otto 4 tak, 125 CC dengan spesifikasi sebagai berikut :

Merk	: Honda Karisma X Karburator
Tipe Mesin	: 4 langkah, SOHC – 2 valve pendingin udara
Diameter x Langkah Piston	: 52,4 mm x 57,9 mm
Volume Silinder	: 124,89 cc
Perbandingan kompresi	: 9,3 : 1
Daya maksimum	: 7,40 Kw / 8000 RPM
Torsi maksimum	: 9,30 Nm / 4000 RPM

- *Automotive Emission Analyzer* digunakan untuk pengujian emisi gas buang kendaraan.

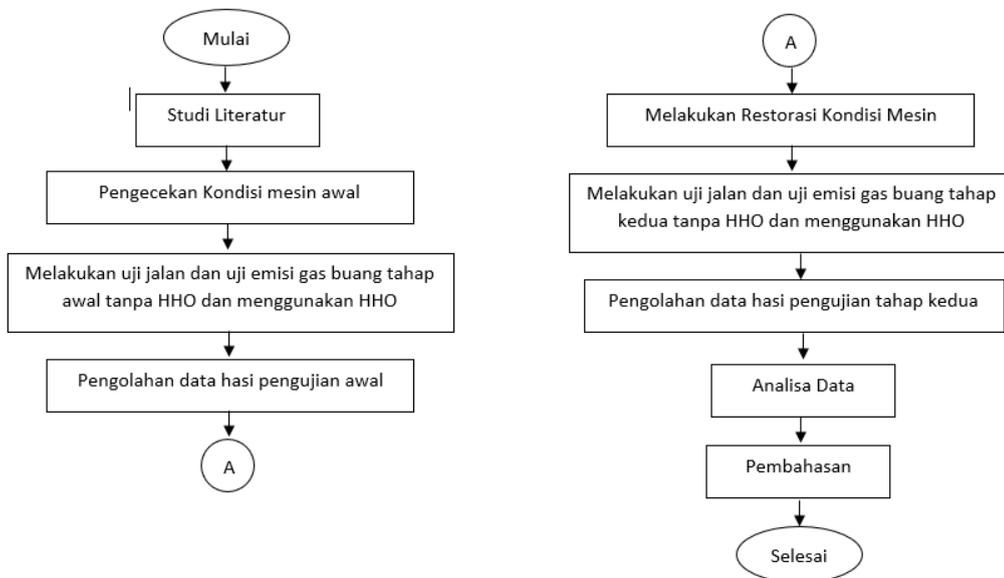
Merk : QRO Tech 401

Measuring range :

CO	: 0,00 – 9,99 %
CO ₂	: 0,0 – 20,0 %
HC	: 0 – 9999 ppm
O ₂	: 0,00 – 25,00 %
AFR	: 0,0 – 99,0
Λ	: 0 – 2,0

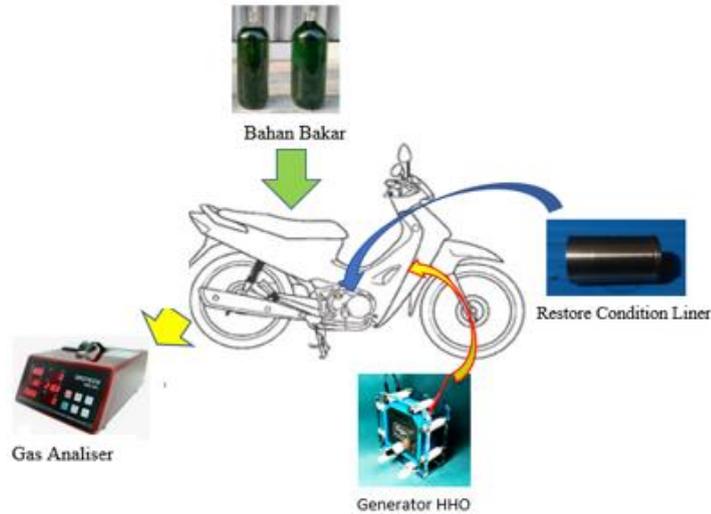
- Reaktor HHO untuk menghasilkan gas HHO yang disuplai ke ruang bakar dan bercampur dengan bahan bakar.
- Gelas ukur untuk menakar kebutuhan bahan bakar
- RPM meter
- Bahan bakar utama menggunakan Pertalite, produk dari Pertamina.
- Pengujian yang dilakukan adalah uji emisi gas buang dan uji jalan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar

Diagram alir penelitian terlihat pada Gambar 1



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Adapun Gambar ilustrasi penelitian terlihat di gambar 2



Gambar 2. Ilustrasi Pelaksanaan Penelitian

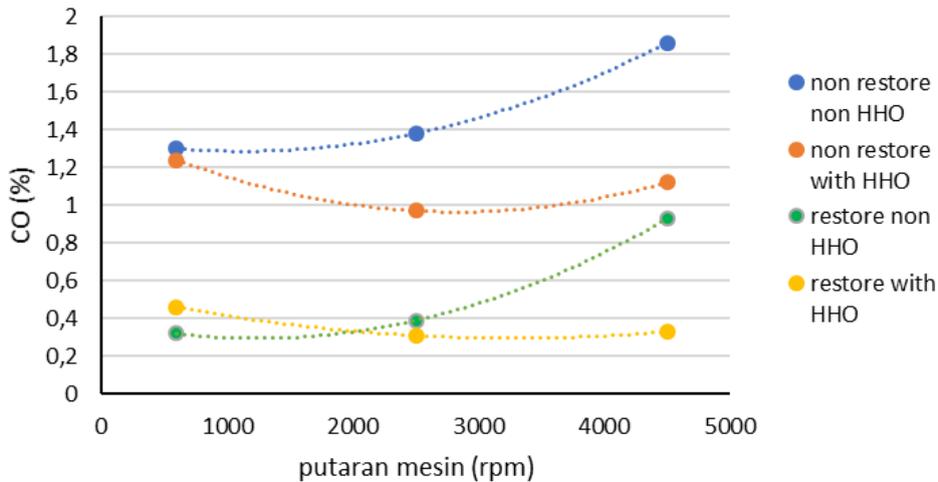
Tahap awal adalah melakukan pengecekan kondisi mesin, dimana dari hasil pengecekan terdapat kondisi liner dan piston set yang sudah aus, melebihi batas ukuran yang dianjurkan. Penggantian silinder blok piston set kondisi baru direkomendasikan untuk mengembalikan performa mesin. Sebelum dilakukan restorasi pada mesin, dilakukan pengujian awal untuk mengetahui performa dari mesin. Pengujian emisi dilakukan dengan menggunakan Automotive Analyzer QRO Tech dengan range pengukuran untuk emisi CO sebesar 0,00 - 9,99 % dan emisi HC sebesar 0 - 9999 ppm.

Pengambilan data emisi gas buang dilakukan pada putaran mesin stasioner (± 800 rpm), 2500 rpm dan 4500 rpm. Pengujian jalan kendaraan juga dilakukan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar. Pemasangan generator HHO akan menghasilkan *Brown Gas*/ Gas HHO melalui proses elektrolisis, gas tersebut akan dialirkan ke saluran intake pada karburator, kemudian pengujian emisi dan konsumsi ulang di lakukan kembali.

Tahap berikutnya adalah melakukan restorasi kondisi mesin sesuai rekomendasi dari hasil pengecekan awal. Setelah tahapan restorasi kondisi mesin selesai, pengujian emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar kembali dilakukan tanpa menggunakan tambahan gas HHO dan dengan penambahan gas HHO. Dari hasil pengolahan data pengujian selanjutnya dilakukan analisis hasil pengujian.

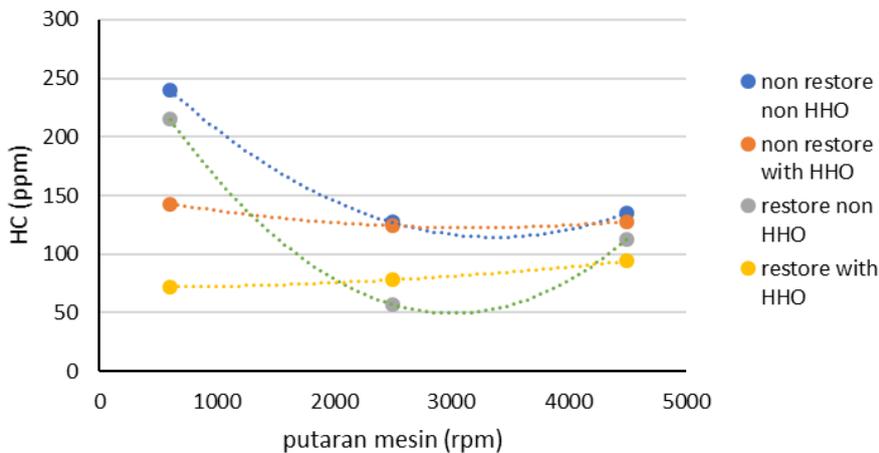
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian emisi dilakukan dengan menggunakan *automotive gas analyzer* pada putaran mesin pengujian kondisi idle 600 rpm, 2500 rpm dan 4500 rpm. Pada gambar 3 menunjukkan hasil uji emisi gas buang CO, dimana pengujian menghasilkan tren grafik dengan semakin bertambahnya putaran mesin terjadi penurunan emisi CO hingga titik tertentu kemudian kembali naik.



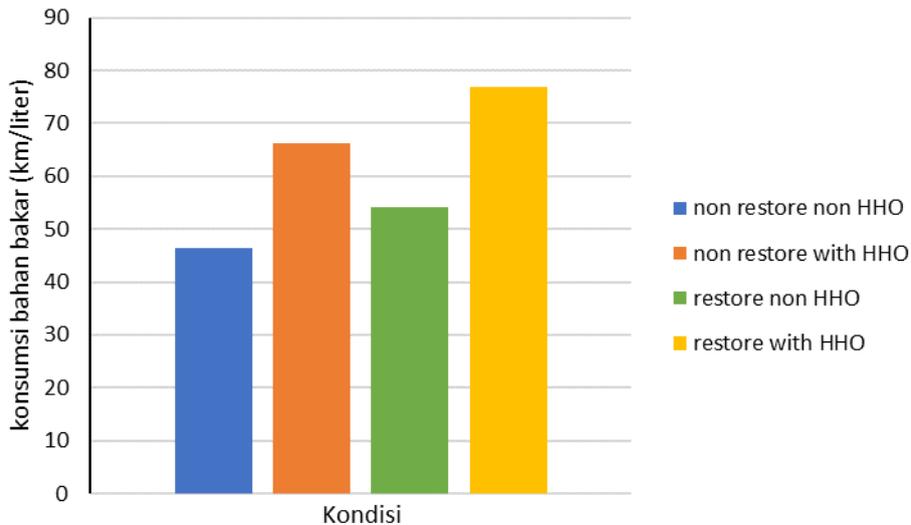
Gambar 3. Hasil Uji Emisi CO

Emisi CO terbentuk dari kondisi pembakaran mesin yang kurang sempurna, sehingga apabila hasil emisi CO rendah menunjukkan pembakaran mesin yang baik. Pengujian dengan hasil CO tertinggi didapatkan pada kondisi mesin belum dilakukan *restore* dan tidak menggunakan generator HHO dimana pada putaran mesin 4500 rpm menghasilkan emisi CO sebesar 1,86%. Kondisi terbaik dihasilkan pada mesin yang sudah dilakukan *restore* dengan penambahan gas HHO dari proses elektrolisis air generator HHO tipe basah, menghasilkan emisi CO sebesar 0,33% pada putaran mesin 4500 rpm.



Gambar 4. Hasil Uji Emisi HC

Emisi HC yang terbaca pada hasil uji emisi mengindikasikan banyaknya bahan bakar yang tidak terbakar dalam proses pembakaran di ruang bakar. Pada gambar 4 terlihat dengan penggunaan generator HHO akan membantu proses pembakaran pada saat idle, sehingga hasil emisi HC menghasilkan nilai yang rendah. Gas HHO membutuhkan *ignition energy* yang kecil untuk terbakar, sehingga ketika mesin kondisi idle, proses pembakaran akan terbantu oleh gas HHO. Hasil emisi HC tertinggi pada putaran mesin idle dihasilkan pada kondisi mesin sebelum dilakukan *restore* dan tanpa penambahan HHO dengan hasil 240 ppm, dengan melakukan *restore* pada mesin dan penambahan generator HHO akan mereduksi hasil emisi HC menjadi 72 ppm. Pada putaran mesin tinggi 4500 rpm, hasil emisi HC hampir sama berkisar 118 ppm.



Gambar 5. Hasil Uji Jalan Kendaraan

Gambar 5 memperlihatkan hasil uji jalan kendaraan, dimana pada kondisi sebelum dilakukan restore menghasilkan konsumsi bahan bakar sebesar 46,3 km/liter, setelah dilakukan restore pada mesin terjadi peningkatan konsumsi bahan bakar sebesar 17% dimana keduanya tanpa menggunakan generator HHO. Penambahan generator HHO pada kondisi mesin belum dilakukan restore terjadi peningkatan 43%, sedangkan pada kondisi mesin telah dilakukan restore terjadi peningkatan hingga 66%. Produksi gas HHO memiliki tren linier dimana semakin lama generator HHO aktif produksi gas akan semakin maksimal. Gas HHO sendiri memiliki nilai oktan dan nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan dengan pertalite sehingga ketika gas tersebut masuk ke ruang bakar akan membantu proses pembakaran sehingga dapat menurunkan konsumsi bahan bakar ketika uji jalan. Semua pengujian jalan dilakukan pada jarak tempuh yang sama sebesar 50 km dengan kecepatan kendaraan dijaga konstan tidak lebih dari 60 km/jam dan tidak berboncengan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dan analisis, dapat disimpulkan bahwa kondisi mesin yang memiliki keausan pada liner dan torak akan menghasilkan performa uji emisi dan konsumsi bahan bakar yang buruk. Dengan melakukan restorasi kondisi mesin pada kendaraan akan berdampak peningkatan performa mesin dimana emisi gas buang mengalami penurunan dan efektifitas penggunaan bahan bakar juga meningkat. Pengaplikasian generator HHO pada mesin kendaraan akan menurunkan emisi gas buang serta konsumsi bahan bakar. Hasil emisi terbaik dihasilkan pada kondisi setelah dilakukan restorasi kondisi mesin serta menambahkan generator HHO yang menghasilkan gas HHO yang disalurkan ke saluran *intake* mesin dimana hasil terbaik untuk CO sebesar 0,33%, HC sebesar 94 ppm pada putaran mesin 4500 rpm dan konsumsi bahan bakar 76,9 km/liter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (PPPMM) Sekolah Tinggi Teknologi "Warga" Surakarta, atas Bantuan Pendanaan Program Penelitian Lokal dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2024 Nomor: 005/SPK-PENLOK/PDP/PPPMM/STTW/VII/2024..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. W. Pulkrabek, "Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine. i."
- [2] W. Ma, N. Biboulet, and A. A. Lubrecht, "Performance evolution of a worn piston ring," *Tribol Int*, vol. 126, pp. 317–323, Oct. 2018, doi: 10.1016/j.triboint.2018.05.028.

- [3] M. Aris Prabowo, "Analisa Penggantian Silinder Liner Aluminium Silicon Dengan Silinder Liner Besi Cor Pada Silinder Blok Mesin Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Kapasitas Mesin 113.69 Cc," *Jurnal CRANKSHAFT*, vol. 6, no. 1, p. 2023, 2023.
- [4] T. Nabil and M. M. Khairat Dawood, "Enabling efficient use of oxy-hydrogen gas (HHO) in selected engineering applications; transportation and sustainable power generation," *J Clean Prod*, vol. 237, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.117798.
- [5] M. Harman ; Ahyar, "Design of HHO Generator to Reduce Exhaust Gas Emissions," *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 7–14, 2019.
- [6] M. Haider, S. Hussain, H. Farid, U. Shahid, A. Ahmed, and N. Abbas, "Experimental Investigations on the Effects of HHO Gas Fuel Additive on Performance of a Gasoline Engine," 2021.
- [7] A. T. B *et al.*, "A review on analysis of HHO gas in IC engines," 2019. [Online]. Available: www.sciencedirect.comwww.materialstoday.com/proceedingsI2CN_2018
- [8] A. Sudrajat, I. Nugroho, K. R. Lestari, V. Vekky, and R. Repi, "Pengaruh Penambahan Gas HHO pada Mesin Bensin Terhadap Emisi dan Konsumsi Bahan Bakar," *Jurnal Ilmiah GIGA*, vol. 23, no. 1, pp. 2020–2028, 2020.
- [9] N. D. C. Setiawan, D. H. T. Prasetyo, and D. Wahyudi, "Pengaruh generator HHO dan etanol terhadap performa dan emisi gas buang mesin bensin," *Dinamika Teknik Mesin*, vol. 12, no. 2, p. 144, Oct. 2022, doi: 10.29303/dtm.v12i2.518.
- [10] A. A. Al-Rousan and S. A. Musmar, "Effect of anodes-cathodes inter-distances of HHO fuel cell on gasoline engine performance operating by a blend of HHO," *Int J Hydrogen Energy*, vol. 43, no. 41, pp. 19213–19221, Oct. 2018, doi: 10.1016/j.ijhydene.2018.08.118.