

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN GAS HHO
MELALUI INTAKE MANIFOLD DENGAN VARIASI TIPE GENERATOR
DRY CELL DAN WET CELL TERHADAP PRESTASI MESIN PADA
MOTOR BAKAR 4 LANGKAH**

**Pramudya Yoga Nur Apriliano; Subroto
Teknik Mesin, Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Abstrak

Gas HHO adalah produk dari elektrolisis air murni (H_2O) yang dipecah menjadi hidrogen dan oksigen dengan menggunakan generator HHO. Karakteristik gas hidrogen yang mudah terbakar dan oksigen yang membantu proses pembakaran, membuat gas ini dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan gas HHO dengan variasi tipe generator dry cell dan generator wet cell terhadap performa motor bakar 4 langkah dengan indikator performa meliputi Torsi, Daya, serta Konsumsi Bahan Bakar Spesifik. Penambahan gas HHO dilakukan dengan cara diinjeksikan melalui intake manifold kedalam ruang bakar. Metode yang digunakan bersifat eksperimental dan pengujian dilakukan dengan menggunakan alat Dynotest untuk mendapatkan data berupa Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik pada motor bakar 4 langkah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan gas HHO variasi tipe generator wet cell maupun dry cell mengakibatkan torsi mengalami penurunan sebesar 2,5% dari kondisi standar. Performa daya puncak mengalami penurunan sebesar 1,3% dari kondisi standar. Nilai Konsumsi Bahan Bakar Spesifik pada kondisi standar lebih baik dari pada setelah dilakukan penambahan gas HHO.

Kata Kunci : Gas HHO, Generator Dry Cell, Generator Wet Cell, Performa motor bakar

Abstract

HHO gas is a product of the electrolysis which is decomposition of water molecules (H_2O) into hydrogen dan oxygen molecules using by a HHO generator. The characteristics of flammable hydrogen gas and oxygen that help the combustion process make this gas can be used as an alternative fuel. This study aims to determine the effect of adding HHO gas with variations in the type of dry cell generator and wet cell generator on the performance of a 4 stroke combustion engine with performance indicators including Torque, Power, and Specific Fuel Consumption. The addition of HHO gas is done by being injected through the intake manifold into the combustion chamber. The method used is experimental and testing is carried out using the Dynotest tool to obtain data in the form of Torque, Power, and Specific Fuel Consumption on a 4 stroke combustion engine. The results showed that the addition of HHO gas with variations in the type of generator wet cell and dry cell resulted in a decrease in torque of 2.5% from standard conditions. Peak power performance has

decreased by 1.3% from standard conditions. The value of Specific Fuel Consumption under standard conditions is better than after the addition of HHO gas.

Keywords: HHO Gas, Dry Cell Generator, Wet Cell Generator, Performance of the combustion engine

1. PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil untuk kendaraan menjadi salah satu produksi utama dalam pengolahan minyak bumi. Dikarenakan seiring berkembangnya teknologi, semakin bertambah pula penggunaan kendaraan bermotor dan semakin meningkat pula kebutuhan bahan bakar. Hal ini dibuktikan oleh data menurut kementerian ESDM. Berdasarkan data realisasi tahun 2021, konsumsi Pertalite sebesar 23 juta kiloliter (KL) dan merupakan BBM jenis bensin yang paling banyak dikonsumsi masyarakat. Konsumsi Pertalite hampir 80% diantara BBM jenis Bensin lainnya seperti Pertamina, Pertamina Turbo dan Premium.

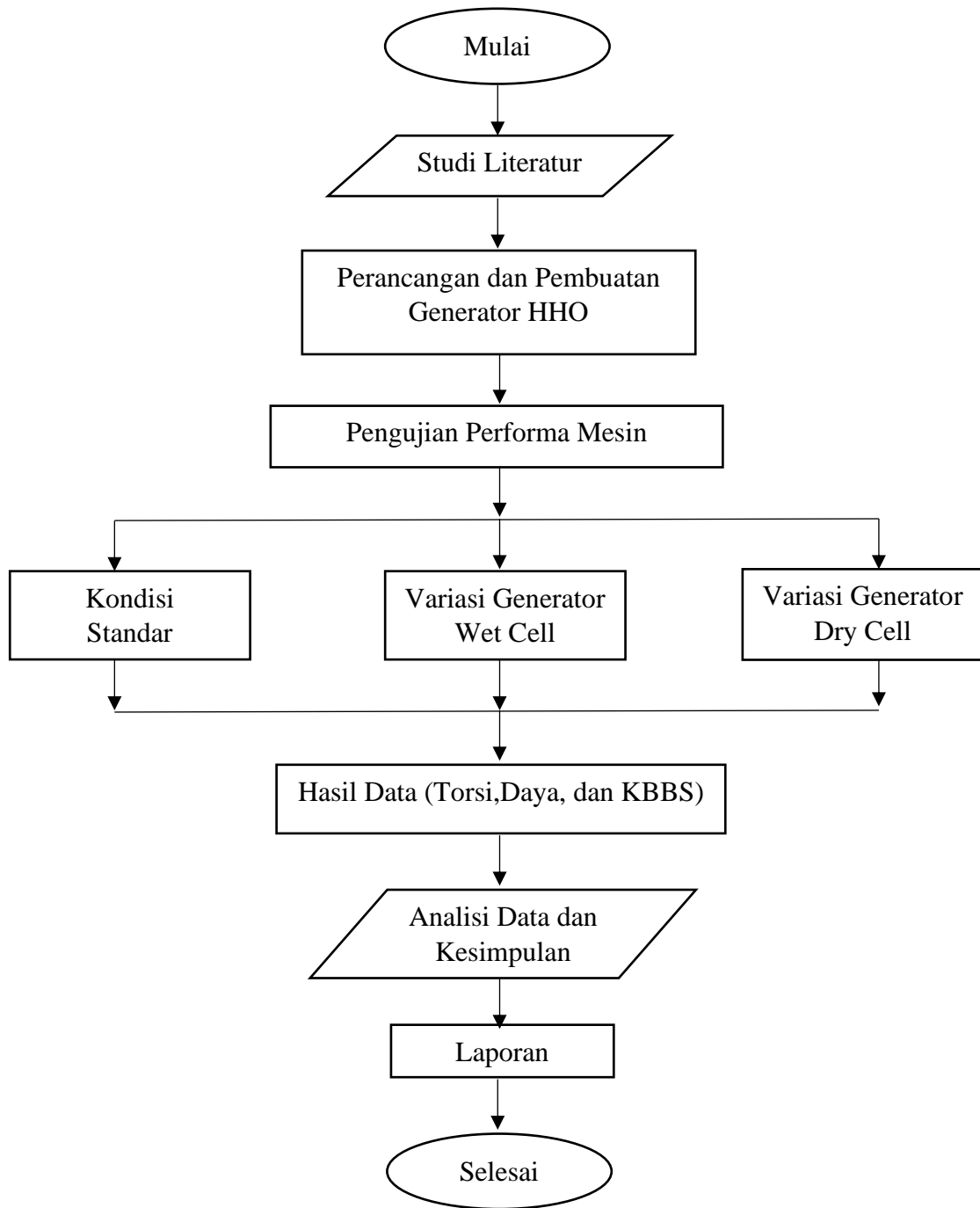
Penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan dan peningkatan drastis yang diakibatkan oleh tingkat polusi telah membuat kita menyadari kebutuhan akan bahan bakar baru yang berkelanjutan yang tidak menimbulkan polusi. Pencarian ini berakhir dengan ide inovatif tentang menggunakan Brown gas (gas HHO) sebagai penambah bahan bakar di mesin pembakaran internal yang menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber utama untuk pembakaran. Brown gas atau biasa dikenal dengan gas HHO merupakan campuran hidrogen dan oksigen. (Arjun T B, dkk, 2018)

Gas hidrogen dapat diperoleh dengan beberapa cara salah satu cara yang dapat digunakan untuk memperoleh gas hidrogen adalah dengan metode elektrolisis air (Prasetyo, 2019). Elektrolisis adalah penguraian suatu elektrolit oleh arus listrik untuk menghasilkan gas terutama Hidrogen-hidrogen Oksigen (HHO). Pada sel elektrolisis, reaksi kimia akan terjadi jika arus listrik dialirkan melalui larutan elektrolit, yaitu energi listrik (arus listrik) diubah menjadi energi kimia (reaksi redoks) (Andewi, 2011). Gas HHO dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar kompor air dan sebagai bahan campuran untuk bahan bakar diesel atau bensin, untuk meningkatkan emisi gas buang kendaraan dan performa mesin. (Prasetyo dkk, 2019)

Dari uraian diatas maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi tipe generator pada proses produksi gas HHO terhadap prestasi mesin pada motor bakar 4 langkah. Sehingga penelitian ini dilakukan dengan judul “STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN GAS HHO MELALUI INTAKE MANIFOLD DENGAN VARIASI TIPE GENERATOR *DRY CELL* DAN *WET CELL* TERHADAP PRESTASI MESIN PADA MOTOR BAKAR 4 LANGKAH”.

2. METODE

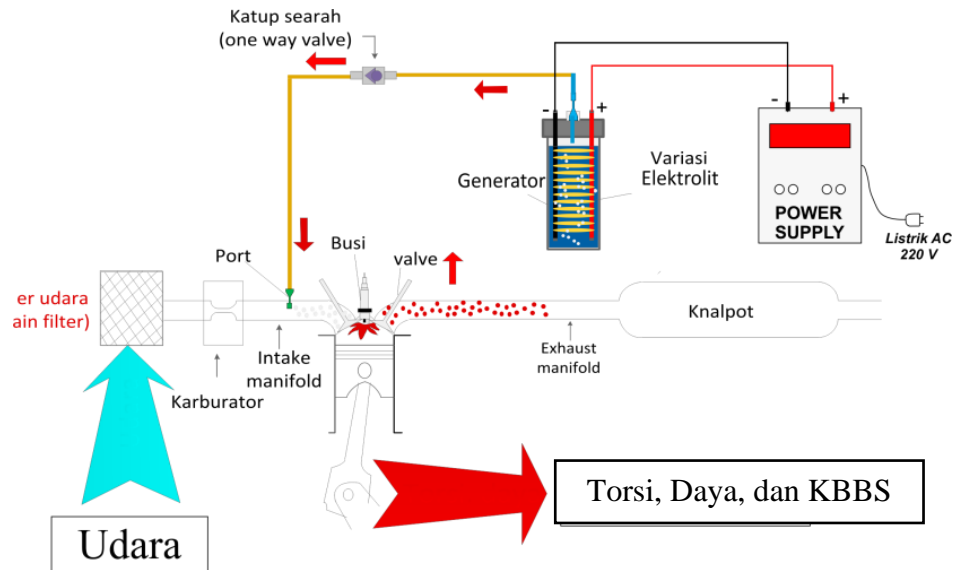
Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang bertujuan untuk melihat hubungan sebab-akibat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan gas HHO dengan variasi tipe generator terhadap performa sepeda motor. Pada penelitian ini variasi tipe generator yang digunakan yaitu generator tipe dry cell dan tipe wet cell dengan katalis KOH sebesar 25 gram. Elektroda yang digunakan adalah stainless steel. Proses pengambilan data pada sepeda motor menggunakan variasi putaran 4250-7750 rpm menggunakan alat dynotest. Adapun prosedur penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Pengambilan data performa motor bakar

Hasil dari proses elektrolisis aquades yang berupa gas HHO dimasukkan kedalam ruang bakar melalui intake manifold. Adapun proses instalasi alat dan pengujian dapat dilihat pada gambar 2 sebagai berikut :



Gambar 2 Skema Instalasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif. Dari proses eksperimen diperoleh sebuah data, kemudian data tersebut diproses dan dianalisis. Setelah itu, data disajikan dalam bentuk tabel yang menjelaskan tentang perubahan volume gas HHO dan performa motor bakar yaitu torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar kemudian diubah menjadi grafik, sehingga dapat diketahui perbedaan produktifitas gas hidrogen dengan performa motor bakar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Performa Generator HHO

Data generator HHO pada pengujian aplikasi sepeda motor dengan menggunakan 15 plat. Data performa generator hasil pengujian lab berbeda dengan aplikasi pada sepeda motor, disebabkan karena perbedaan pada kapasitas battery yang digunakan antara pengujian lab dengan kapasitas pada sepeda motor. Berikut data performa generator :

- Tegangan listrik pada generator listrik (V) = 3 v
- Arus listrik pada generator HHO (I) = 10 A
- Waktu produksi (s)
 - KOH Dry Cell = 48,13 detik
 - KOH Wet Cell = 51,82 detik
- Volume gas terukur (\dot{V}) = 100 ml

A. Daya Generator

Rumus untuk konsumsi daya listrik yang digunakan oleh generator gas HHO adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 3 \text{ V} \times 10 \text{ A} \\
 &= 30 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Jadi daya yang dibutuhkan untuk memproduksi gas HHO sebanyak 100 ml adalah 30 Watt.

B. Laju Produksi Gas HHO

Laju produksi gas HHO dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = \frac{v}{t}$$

dimana :

- **Laju Produksi Generator Dry cell**

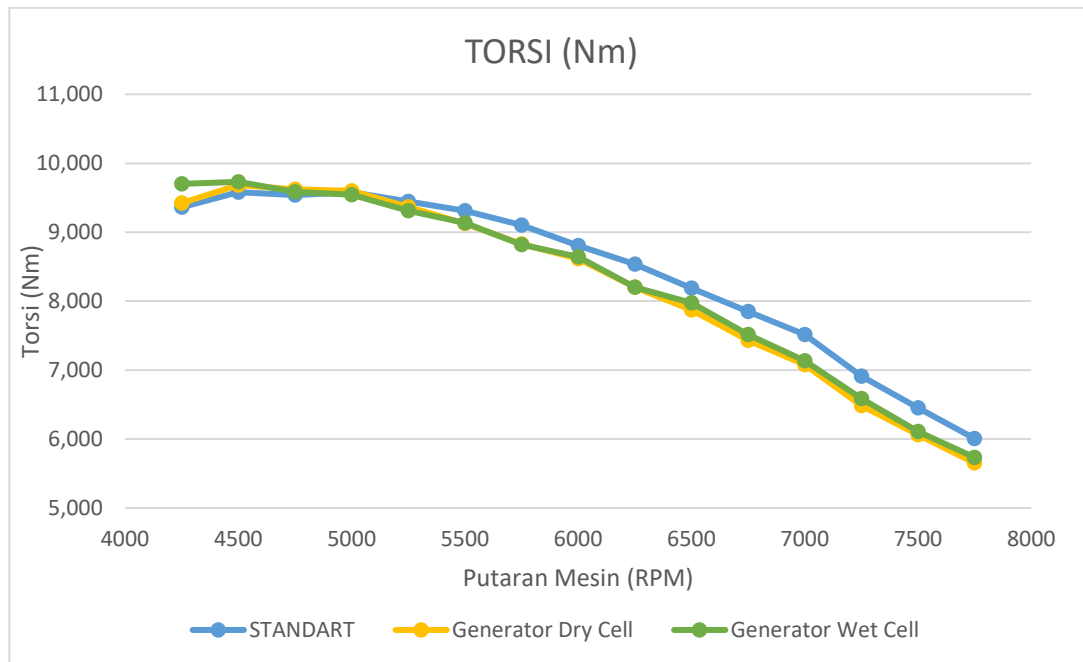
$$\begin{aligned}
 Q_1 &= \frac{v}{t} \\
 &= \frac{100 \text{ ml}}{48,13 \text{ detik}} = 2,05 \text{ ml/s}
 \end{aligned}$$

- **Laju Produksi Generator Wet Cell**

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= \frac{v}{t} \\
 &= \frac{100 \text{ ml}}{51,82 \text{ detik}} = 1,92 \text{ ml/s}
 \end{aligned}$$

3.2 Hasil Pengujian Torsi

Hasil pengujian torsi pada kondisi standar dan dengan penambahan gas HHO dengan variasi tipe generator wet cell dan tipe generator dry cell ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Grafik Hubungan antara torsi terhadap putaran mesin

Berdasarkan gambar 3 menunjukkan torsi mengalami kenaikan pada putaran mesin 4250 rpm sampai pada putaran 5000 rpm kemudian pada putaran 5250 rpm sampai 7750 rpm torsi mengalami penurunan baik pada kondisi standar, pada variasi generator wet cell maupun variasi generator dry cell. Dari data hasil pengujian torsi menggunakan penambahan gas HHO menunjukkan bahwa variasi tipe generator wet cell memiliki torsi puncak (*peak*) sebesar 9,73 Nm pada putaran 4500 rpm. Sedangkan untuk variasi generator tipe dry cell memiliki torsi puncak sebesar 9,683 Nm pada putaran 4500 rpm. Kemudian torsi puncak pada kondisi standar sebesar 9,58 Nm pada putaran 5000 rpm.

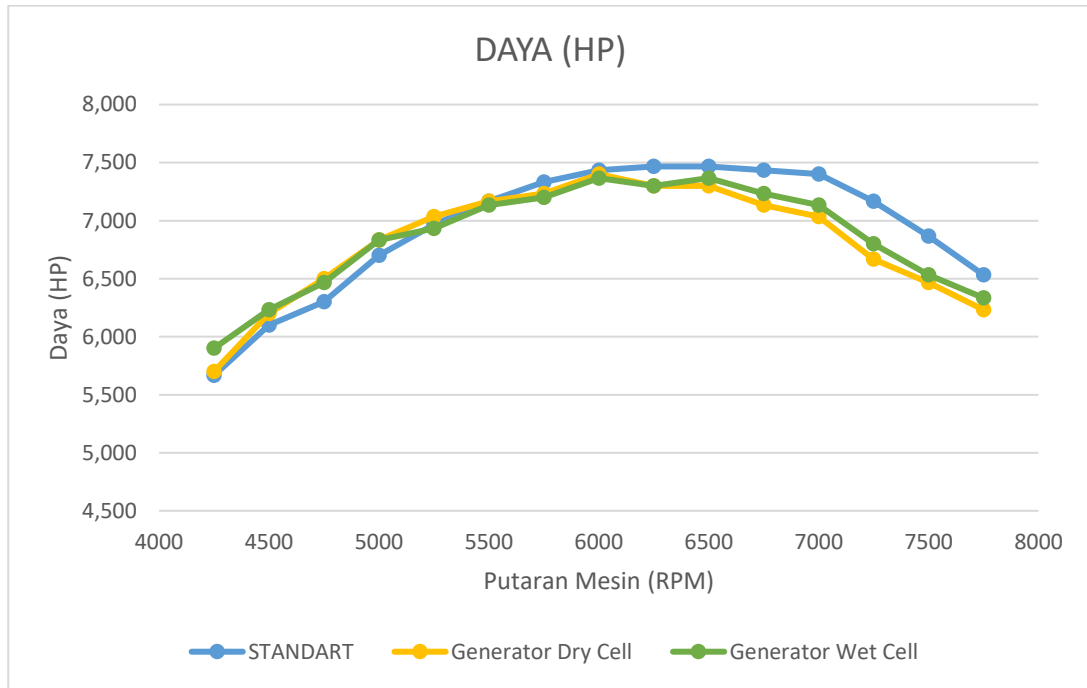
Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dianalisa bahwa dengan penambahan gas HHO variasi tipe generator menyebabkan torsi mengalami kenaikan dari kondisi standar pada putaran 4250 rpm sampai 5000 rpm, hal ini dikarenakan adanya supply gas HHO ke dalam ruang bakar pada putaran rendah dimana katup masuk belum bergerak terlalu cepat sehingga gas HHO yang masuk cukup untuk pembakaran.

Akan tetapi pada putaran 5250 rpm – 7750 rpm variasi generator wet cell dan dry cell memiliki torsi yang lebih rendah dari pada kondisi standar. Hal ini

dikarenakan ketika pada putaran tinggi mesin membutuhkan supply udara dan gas HHO yang lebih banyak, akan tetapi jumlah produksi gas HHO yang konstan tidak dapat memenuhi kebutuhan motor bakar sehingga membuat torsi menurun.

3.3 Hasil Pengujian Daya

Hasil pengujian daya pada kondisi standar dan dengan penambahan gas HHO dengan variasi tipe generator wet cell dan tipe generator dry cell ditunjukkan pada gambar 4.



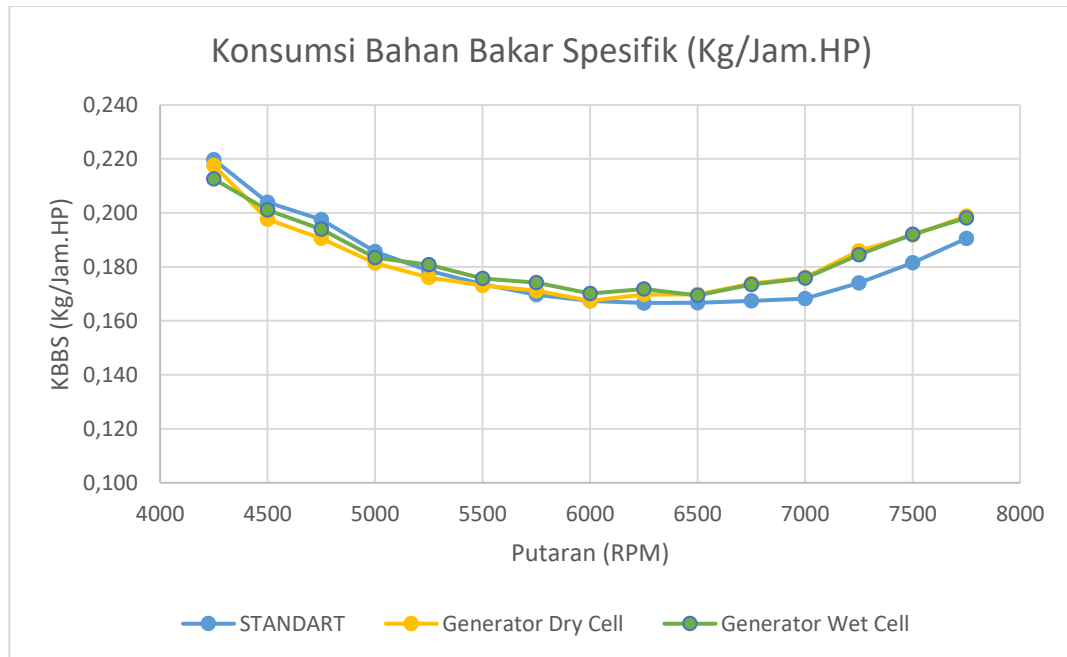
Gambar 4 Grafik Hubungan antara Daya terhadap putaran mesin.

Berdasarkan gambar 4 menunjukkan daya mengalami kenaikan pada putaran mesin 4250 rpm sampai dengan 6000 rpm kemudian pada putaran 6250 rpm sampai 7750 daya mengalami penurunan baik pada kondisi standar, pada variasi generator dry cell maupun wet cell. Dari data hasil pengujian daya dengan penambahan gas HHO variasi tipe generator wet cell memiliki daya puncak sebesar 7,367 HP pada putaran 6000 rpm. Sedangkan pada variasi generator tipe dry cell memiliki daya puncak sebesar 7,4 HP pada putaran 6000 rpm. Kemudian pada kondisi standar memiliki daya puncak sebesar 7,467 HP pada putaran 6250 rpm. Dari data hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa dengan melakukan penambahan gas HHO variasi

tipe generator mengakibatkan daya yang dihasilkan mengalami penurunan dari kondisi standar. Hal ini disebabkan karena supply gas HHO kedalam motor bakar yang konstan dan tidak dapat memenuhi kebutuhan motor bakar saat putaran tinggi, dimana semakin tinggi putaran mesin maka semakin banyak udara yang di butuhkan untuk melakukan pembakaran.

3.4 Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik pada pada kondisi standar dan dengan penambahan gas HHO dengan variasi tipe generator wet cell dan tipe generator dry cell ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5 Grafik Hubungan antara Konsumsi Bahan Bakar Spesifik dengan Putaran Mesin

Berdasarkan gambar 5 diatas menunjukkan konsumsi bahan bakar mengalami penurunan dari putaran 4250 rpm sampai putaran 6000 rpm kemudian pada putaran 6250 rpm sampai putaran 7750 rpm konsumsi bahan bakar spesifik mengalami kenaikan baik pada kondisi standar, pada variasi generator tipe dry cell maupun generator tipe wet cell. Hal ini ditunjukkan dengan grafik diatas pada kondisi standar konsumsi bahan bakar spesifik terendah sebesar 0,167 Kg/jam.HP pada putaran 6250

rpm. Kemudian pada variasi generator tipe dry cell nilai konsumsi bahan bakar spesifik terendah sebesar 0,167 Kg/jam.HP pada putaran 6000 rpm. Sedangkan pada variasi generator tipe wet cell konsumsi bahan bakar terendah sebesar 0,169 Kg/jam.HP pada putaran 6500 rpm.

Dari hasil pengujian dapat dianalisa bahwa dengan penambahan gas HHO variasi tipe generator menyebabkan nilai konsumsi bahan bakar spesifik mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan oleh hubungan antara konsumsi bahan bakar spesifik yang tidak terlepas dari nilai daya, dimana semakin besar daya yang dihasilkan maka konsumsi bahan bakar spesifik akan semakin kecil.

3.5 Perbandingan Generator Dry Cell dan Wet Cell Dalam Menghasilkan Gas

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa diantara dua tipe generator yaitu generator tipe wet cell dan tipe dry cell. Generator dengan tipe wet cell merupakan generator terbaik dalam menghasilkan gas HHO dibanding dengan generator tipe dry cell, jumlah gas HHO yang dihasilkan oleh generator wet cell sebesar 2,09 ml/s. Sedangkan jumlah gas HHO yang dihasilkan oleh generator tipe dry cell sebesar 2,05 ml/s. Hal ini dikarenakan pada generator wet cell luasan elektroda yang sepenuhnya terendam larutan elektrolit sehingga luasan elektrolisis tersebut sama dengan luasan setiap plat yang digunakan. Sedangkan pada generator dengan tipe dry cell elektrodanya tidak terendam elektrolit seluruhnya, sehingga luasan yang terelektrolisis sebesar 30%. Dalam mengukur gas yang dihasilkan didapatkan dari peralatan ukur gas yang peneliti buat dengan membuat hasil elektrolisis terperangkap dalam gelas ukur, sehingga volume gas HHO dapat diketahui.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan Analisa data dan pembahasan hasil pengujian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada hasil pengujian torsi menggunakan bahan bakar tambahan gas HHO hasil elektrolisis dengan variasi tipe generator wet cell dan dry cell terjadi penurunan nilai torsi dari keadaan standar.
2. Pengaruh penambahan gas HHO dengan variasi tipe generator wet cell dan dry cell menyebabkan daya yang dihasilkan menurun dari pada kondisi standar.
3. Setelah dilakukan penambahan gas HHO dengan variasi tipe generator wet cell dan dry cell berpengaruh pada nilai konsumsi bahan bakar spesifik (KBBS) yang lebih besar dari pada kondisi standar.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti ingin menyampaikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan analisa lebih lanjut mengenai pengaruh penambahan gas HHO pada jangka waktu yang lama.
2. Perlu menggunakan flow meter gas untuk melakukan pengukuran produksi gas HHO.
3. Perlu dilakukan tinjauan tentang model dan volume pada generator HHO.
4. Perlu dilakukan validasi alat uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Arjun, T. B., Atul, K. P., Muraleedharan, A. P., Walton, P. A., Bijinraj, P. B., & Raj, A. A. (2019). *A review on analysis of HHO gas in IC engines. Materials Today: Proceedings, 11*, 1117–1129.
- El Soly, A. K., El Kady, M. A., Farrag, A. E. F., & Gad, M. S. (2021). *Comparative experimental investigation of oxyhydrogen (HHO) production rate using dry and wet cells. International Journal of Hydrogen Energy, 46(24)*, 12639–12653.
- Kothari, R., Buddhi, D., & Sawhney, R. L. (2004). *Sources and technology for hydrogen production: A review. International Journal of Global Energy*

Issues, 21(1–2), 154–178.

Laporan Praktikum Motor Bakar Kelompok Xx (2019). Universitas Brawijaya 1–39.

Modul Praktikum Prestasi Mesin (2021). Universitas Muhammadiyah Surakarta, 1–23.

Prasetyo, Rahmanto, R. H., & Diningrum, J. P. (2020). ***Analisis Penggunaan Variasi Katalis NaOH, NaCl, dan KOH Terhadap Laju Aliran Gas HHO.*** *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 7(2), 64–71.

Pratiwi, P., Perdana, M., & Fachrurrozi, A. (2021). ***Performance Comparison of Wet Cell HHO Generator with Galvanized Steel and Stainless Steel Electrodes.*** *Jurnal Teknik Mesin*, 11(2), 172–178.

Sarjono, Marlina, E., & Robbi, N. (2018). ***Pengaruh Penambahan Gas HHO Terhadap Unjuk Kerja Motor Yamaha R15 Bahan Bakar Peralite dan Pertamina.*** *Teknik Mesin*, 193.

Sivakumar, B., Navakrishnan, S., Cibi, M., & Senthil, R. (2021). ***Generation of brown gas from a dry cell HHO generator using chemical decomposition reaction.*** *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1130(1), 012002.

Syaief, A. N., Adriana, M., & Hidayat, A. (2019). ***Uji Emisi Gas Buang Dengan Perbandingan Jenis Busi Pada Sepeda Motor 108 Cc.*** *Elemen : Jurnal Teknik Mesin*, 6(1), 01.

Wahyutomo, A. (2018). ***Analisa Penggunaan Gas Hho Dari Elektrolisis NaOH Terhadap Proses Pembakaran, Performa, Dan Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel.*** 77.

Yanuar Arzaqa Ghiffari, & Kawano, D. S. (2013). ***Studi Karakteristik Generator Gas HHO Tipe Dry Cell dan Wet Cell berdimensi 80 x 80 mm dengan Penambahan PWM E-3 FF (1 kHz).*** *Jurnal Teknik POMITS*, 1(1), 1–6.