

## PRODUKSI GAS *OXYHYDROGEN* (HHO) UNTUK GENERATOR SET DENGAN SUMBER ENERGI SURYA

Nurul Hidayah<sup>1</sup>, Suryanto<sup>2</sup>, Muhammad Aslam<sup>3</sup> dan Iffa Islamiyah<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Pembangkit Energi, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia

E-mail: nurulhidayah.nuhi2024@gmail.com

### Abstract

The aim of this research is to determine the efficiency of the HHO generator and calculate the impact of using HHO gas in a generator set on specific fuel consumption (SFC). The research was carried out using experimental methods to test the performance of Wet Cell Type and Dry Cell Type HHO generators using an electrolysis process with variations in NaOH concentration and input power. The DC electrical energy source for the electrolysis process comes from Photo Voltaic (PV) panels. The HHO gas produced by the HHO generator is used as additional fuel to run an electric generator. The test results show that the efficiency value of the wet cell and dry cell HHO generators is influenced by the percentage of NaOH concentration. The highest efficiency value produced was found at a NaOH concentration percentage of around 7.7%. The dry cell type HHO generator produces almost the same efficiency compared to the wet cell type HHO generator. Where the HHO Dry Cell Type generator has the efficiency of 67% while the HHO Wet Cell Type generator 66%. In testing the use of HHO gas used in a generator set, HHO gas can reduce the use of fuel, indicated by the decrease in SFC.

**Keywords :** *HHO gas, Wet Cell Type HHO generators; Dry Cell Type HHO generators, SFC*

### Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk menentukan kondisi kerja optimum generator HHO dan mengevaluasi efisiensi generator HHO serta menghitung dampak penggunaan gas HHO pada suatu Generator Set (Genset) terhadap konsumsi spesifik bahan bakar (SFC). Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan metode eksperimental untuk menguji performa generator HHO Wet Cell Type dan Dry Cell Type menggunakan proses elektrolisis dengan variasi konsentrasi katalis NaOH dan daya input. Sumber energi listrik DC untuk proses elektrolisis berasal dari panel Photo Voltaic (PV). Gas HHO yang dihasilkan oleh generator HHO digunakan untuk tambahan bahan bakar menjalankan suatu generator listrik. Hasil pengujian adalah nilai efisiensi generator HHO wet cell dan dry cell dipengaruhi oleh presentase konsentrasi NaOH. Nilai efisiensi tertinggi yang dihasilkan terdapat pada presentase konsentrasi NaOH berkisar 7,7 %. Generator HHO tipe dry cell menghasilkan efisiensi yang hampir sama jika dibandingkan generator HHO tipe wet cell. Dimana generator HHO Dry Cell Type memiliki efisiensi tertinggi sebesar 67% sedangkan generator HHO Wet Cell Type menghasilkan efisiensi sebesar 66%. Pada pengujian penggunaan gas HHO yang dihasilkan oleh generator HHO yang digunakan pada suatu genset, gas HHO dapat mereduksi pemakaian bahan bakar minyak fosil, hal ini diindikasikan dengan turunnya SFC.

**Kata kunci:** *gas HHO; generator HHO wet cell type; generator HHO dry cell type; SFC*

## I. PENDAHULUAN

Energi alternatif seperti gas hydrogen merupakan jenis bahan bakar yang sangat ramah lingkungan dan lebih efisien jika digunakan sebagai bahan bakar utama maupun bahan bakar pendamping<sup>[1]</sup>. Gas hidrogen memberikan tingkat emisi yang mendekati *zero emission*. Walaupun begitu terdapat permasalahan utama dari produksi hydrogen yakni, sampai saat ini gas Hidrogen masih banyak diproduksi dari bahan bakar fosil, misalnya gas alam atau bahan bakar fosil *seperti steam reforming* dan termokimia siklus *sulfur-iodine*. Metode lainnya untuk produksi hidrogen juga dapat dilakukan dengan melakukan proses elektrolisis air dengan menambah larutan elektrolit untuk mempercepat reaksi reduksi oksidasi dengan menghantarkan daya listrik<sup>[2]</sup>. Pada proses elektrolisis dibutuhkan sejumlah energy listrik untuk menghasilkan gas hydrogen sehingga hal ini merupakan persoalan tersendiri jika ditinjau dari aspek ekonomi.

Teknologi elektrolisis yang memanfaatkan matahari sebagai sumber energy listrik merupakan teknologi produksi hidrogen yang ramah lingkungan dan saat ini banyak dikembangkan. Pemanfaatan teknologi cell photovoltaic (PV) yang mampu mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik memungkinkan produksi gas hydrogen dengan metode elektrolisis dapat dipadukan. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan dan penelitian untuk mengetahui kesesuaian besarnya energi input yang dibutuhkan oleh suatu instalasi generator HHO dengan perencanaan sistim instalasi panel PV sehingga diperoleh suatu sistem yang optimal dan efisien<sup>[3]</sup>. Akan tetapi pada penelitian ini kajian detail perencanaan mengenai instalasi panel PV diluar dari topik penelitian ini. Penentuan kapasitas panel PV untuk mengkonversi energy surya dilakukan secara singkat.

Adapun kajian penelitian ini ditekankan dalam hal analisis efek beberapa parameter yang mempengaruhi dua tipe generator HHO yakni tipe basah dan tipe kering untuk memproduksi gas hydrogen dengan memanfaatkan energi listrik yang berasal dari panel PV (solar cell). Kajian lain yang dilakukan pada penelitian ini adalah efek penggunaan gas HHO sebagai bahan bakar substitusi untuk mereduksi penggunaan bahan bakar fosil pada mesin internal combustion engine (ICE) yang pada penelitian ini diuji pada suatu generator set.

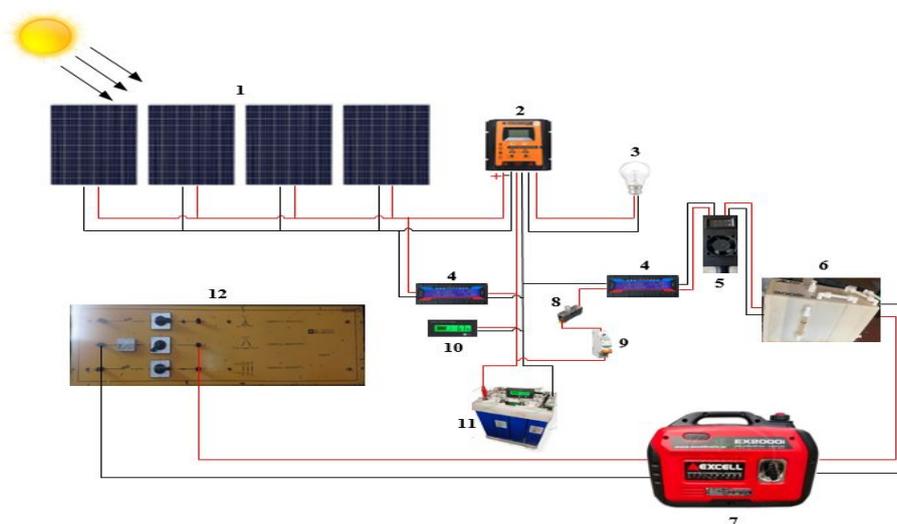
## II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental (*experimental research*) untuk menganalisis performa generator HHO tipe kering dan tipe basah menggunakan proses elektrolisis dengan sumber arus energi DC yang berasal dari sel surya melalui suatu baterai sebagai *energy storage* dengan penambahan *Pulse Width Modulation* (PWM) sebagai kontrol arus, sehingga *input* daya pada proses dapat dikontrol. Pengujian performa generator HHO dievaluasi dengan memvariasikan prosentase konsentrasi NaOH (Natrium Hidroksida) dan arus *input* ke generator HHO.

Gas HHO yang dihasilkan kemudian diaplikasikan pada suatu genset *Silent Inverter* 2000 Watt 2,5 kVa Exell EX3000i untuk melihat dampak, khususnya dalam hal reduksi bahan bakar. Gas HHO dialirkan langsung melalui suatu pipa penyalur yang dilengkapi katup satu arah menuju saluran input udara pada mesin genset. Pengujian kinerja genset ini dilakukan dengan membandingkan kondisi pengujian yaitu uji performa genset tanpa penambahan gas HHO dan uji performa genset dengan penambahan gas HHO.

### Set up experiment

Eksperimen dilakukan seperti terlihat pada gambar 1, dimana terdapat 4 buah panel PV dengan kapasitas 400 Wp (4x100 Wp) disusun secara parallel untuk mensuplai energy listrik ke baterai melalui suatu solar Charge Controller (SCC). Dari battery energy listrik dialirkan ke generator HHO melalui suatu Pulse Width Modulation (PMW). Beberapa instrumen dipasang untuk mengukur laju gas HHO yang dihasilkan dan laju energy listrik yang dibutuhkan. Laju aliran massa produksi gas HHO diukur dengan alat ukur massa digital yang mempunyai tingkat presisi 0,001 gram (1/1000 gr).



Gambar 1. Layout eksperimen

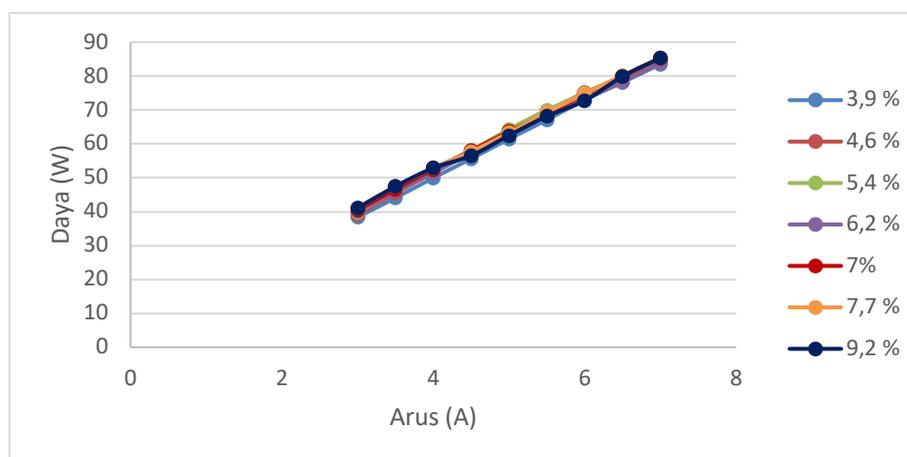
Keterangan :

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1. Solar PV, 400 Wp                           | 7. Genset 2000 W, 220 V            |
| 2. Solar Charge Controller (SCC)              | 8. Fuse 10 A                       |
| 3. Lampu DC                                   | 9. Miniature Circuit Breaker (MCB) |
| 4. kWh meter                                  | 10. Level Indicator Baterai        |
| 5. Pulse Widht Modulation (PWM)               | 11. Baterai LIPO4 100Ah, 13,2 V    |
| 6. Generator HHO <i>Wet and dry Cell Type</i> | 12. Beban heater                   |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Performa Generator HHO

Pada Gambar 2 memperlihatkan daya input generator HHO tipe wet cell terhadap konsentrasi NaOH yang memperlihatkan tren grafik yang terus naik dari variasi arus dengan presentasi konsentrasi NaOH yang berbeda pada setiap larutan elektrolit.

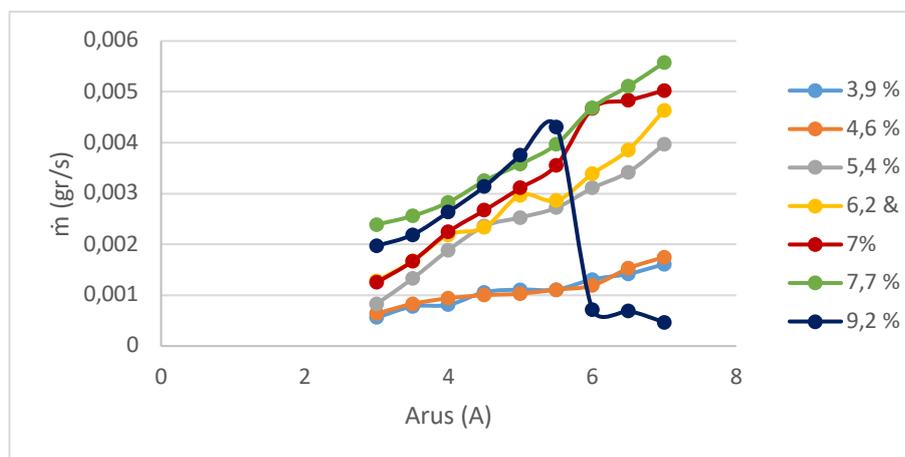


Gambar 2. Grafik Hubungan Arus Input Generator dan Konsentrasi NaOH terhadap Daya Input Generator HHO *Wet Cell Type*

Hal ini menunjukkan bahwa daya yang dibutuhkan generator HHO meningkat seiring bertambahnya presentase konsentrasi NaOH yang digunakan pada larutan elektrolit. Sesuai dengan Hukum 1 Faraday yang berbunyi “massa zat yang dihasilkan pada suatu elektroda selama proses elektrolisis berbanding lurus dengan muatan listrik yang digunakan”. Dimana daya generator HHO tipe basah paling rendah diperoleh pada pengujian dengan presentase konsentrasi NaOH 3,9 % yaitu sebesar 38,4 W. Sedangkan daya paling tinggi yang dibutuhkan generator HHO untuk proses elektrolisis adalah pengujian dengan presentase konsentrasi NaOH 9,2 % yaitu sebesar 85,4 W.

### Laju Produksi Gas HHO

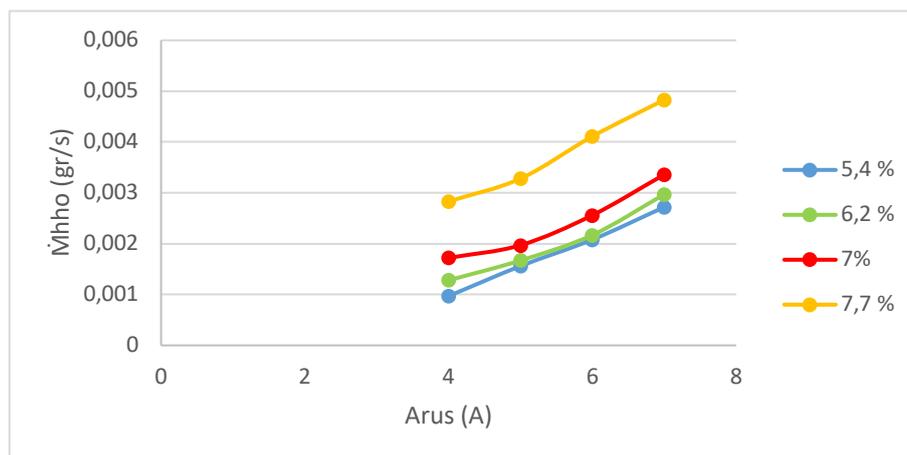
Gambar 3 memperlihatkan tren laju produksi yang cenderung naik, hal ini disebabkan oleh karena bertambahnya presentase NaOH menyebabkan larutan elektrolit semakin banyak mengandung anion dan kation dari NaOH. Dengan semakin banyaknya anion dan kation yang terkandung dalam larutan elektrolit, menyebabkan larutan elektrolit semakin besar menghantarkan arus listrik dan hal itu pula yang menyebabkan energi listrik yang dibutuhkan bertambah untuk melakukan proses reaksi elektrolisis.



Gambar 3. Grafik Hubungan Arus *Input* Generator HHO dan Konsentrasi NaOH terhadap *Mass Flowrate* dari Generator HHO *Wet Cell Type*

Dampaknya adalah molekul air yang terelektrolisis bertambah menyebabkan gas HHO yang dihasilkan juga akan semakin meningkat. Laju produksi gas HHO tipe wet cell terbesar terjadi pada nilai arus 7 A dengan presentase konsentrasi NaOH 7,7 % yaitu sebesar 0,00558 gr/s. Sedangkan laju produksi terendah terjadi pada nilai arus 7A dengan presentase konsentrasi 9,2 % yaitu sebesar 0,00047 gr/s.

Pada gambar 3 terlihat bahwa pada konsentrasi massa NaOH 9,2 % dengan arus 5,5 A mengalami penurunan nilai laju produksi yang sangat signifikan hingga dititik 0,00047 gr/s. Hal tersebut disebabkan oleh karena konsentrasi NaOH sudah pada kondisi jenuh, sehingga anion dan kation dalam larutan elektrolit juga semakin sulit untuk bergerak didalam larutan ketika menghantarkan arus listrik, karena jarak antara partikel terlalu dekat. Sehingga daya hantarnya menjadi rendah dan reaksi elektrolisis yang terjadi tidak optimal, dan peningkatan laju produksi gas HHO cenderung menurun [4].



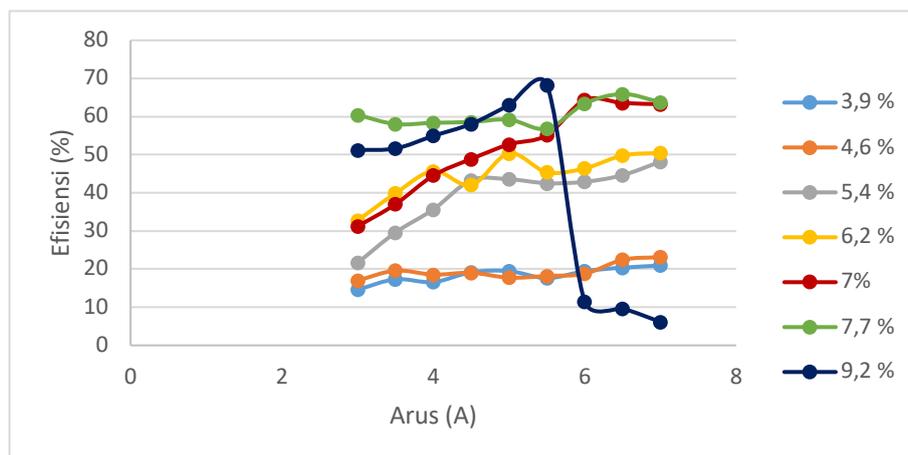
Gambar 4. Grafik Hubungan Arus *Input* dan Konsentrasi NaOH terhadap *Mass Flowrate* Gas HHO dari Generator HHO tipe kering

Sama halnya dengan generator HHO tipe wet cell berdasarkan Gambar 4, grafik *mass flowrate* gas HHO tipe dry cell terhadap arus memperlihatkan laju produksi gas HHO naik seiring bertambahnya nilai arus dan presentase konsentrasi NaOH. Dimana laju produksi gas HHO tipe dry cell terbesar terjadi pada nilai arus 7 A dengan presentasi konsentrasi NaOH 7,7 % yaitu sebesar 0,00483 gr/s dan laju produksi gas HHO terendah terjadi pada nilai arus 4 A dengan konsentrasi NaOH 5,4 % sebesar 0,00097 gr/s.

Dari kedua jenis generator HHO tersebut, generator HHO tipe *wet cell* menghasilkan laju produksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan generator HHO tipe *dry cell*. Hal tersebut dikarenakan pada generator HHO tipe *wet cell* memiliki luas penampang yang lebih besar dibandingkan generator HHO tipe *dry cell* sehingga laju gas yang dihasilkan lebih banyak. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ghiffari A.Y. (2013) [5].

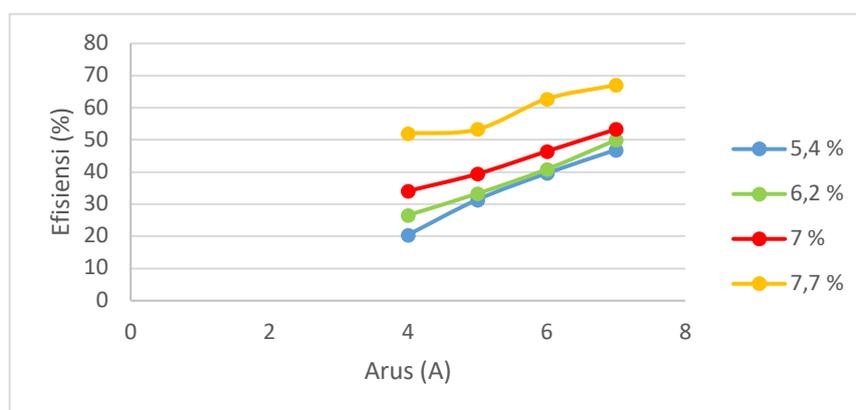
### Efisiensi Generator HHO

Efisiensi generator HHO merupakan perbandingan antara energi yang terkandung dalam gas HHO yang dihasilkan terhadap pasokan energi listrik yang digunakan untuk mengelektrolisis molekul  $H_2O$  menjadi gas HHO [6]. Gambar 5 menunjukkan bahwa efisiensi generator HHO tipe basah cenderung naik hingga mencapai efisiensi maksimum. Hal ini tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi NaOH dalam air sehingga reaksi elektrolisis optimal secara rata-rata berada pada kisaran larutan 8% sampai dengan 9 %.



Gambar 5. Grafik Hubungan Arus *Input* Generator HHO dan Konsentrasi NaOH terhadap Efisiensi Generator HHO *Wet Cell Type*

Dari hasil eksperimen seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5, diperoleh nilai efisiensi paling tinggi adalah sebesar 66 % dengan konsentrasi NaOH 7,7 % dan efisiensi terendah adalah 14,61 % dengan konsentrasi NaOH 3,9%.



Gambar 6. Grafik Hubungan Arus *Input* Generator HHO dan Konsentrasi NaOH terhadap Efisiensi Generator HHO *Dry Cell Type*

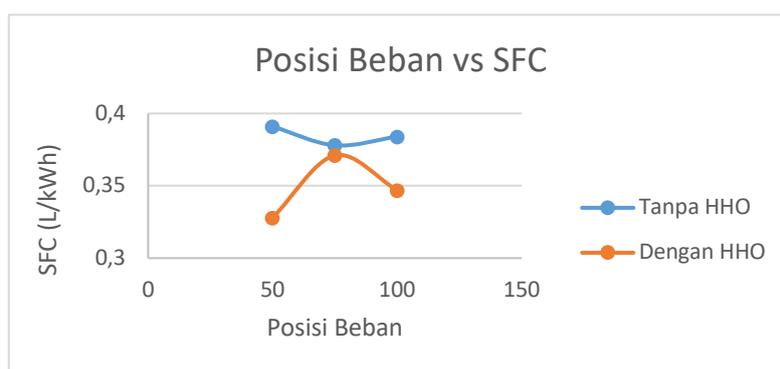
Sama halnya dengan generator HHO *wet cell type*, grafik hubungan efisiensi terhadap arus untuk generator HHO tipe dry cell menunjukkan tren grafik yang terus meningkat seiring dengan peningkatan arus dan konsentrasi NaOH yang diberikan. Gambar 6 diatas menunjukkan nilai efisiensi generator HHO tipe kering paling tinggi yaitu mencapai 67 % dengan konsentrasi NaOH 7,7 % dan efisiensi terendah sebesar 20,49 % dengan konsentrasi NaOH 5,4 %.

Pada Gambar 5 dan Gambar 6, memperlihatkan bahwa generator HHO tipe *wet cell* dengan besarnya arus input 4A sampai dengan 6 A menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan efisiensi generator HHO tipe *dry cell*. Namun pada saat arus input

mencapai 7A, generator HHO tipe *dry cell* efisiensinya lebih tinggi dibandingkan generator HHO tipe *wet cell*. Walaupun begitu nilai efisiensi kedua generator HH) tersebut menghasilkan efisiensi yang tidak berbeda secara signifikan, dimana efisiensi maksimum tipe *wet cell* yaitu 66 %, sedangkan tipe *dry* 67 % .

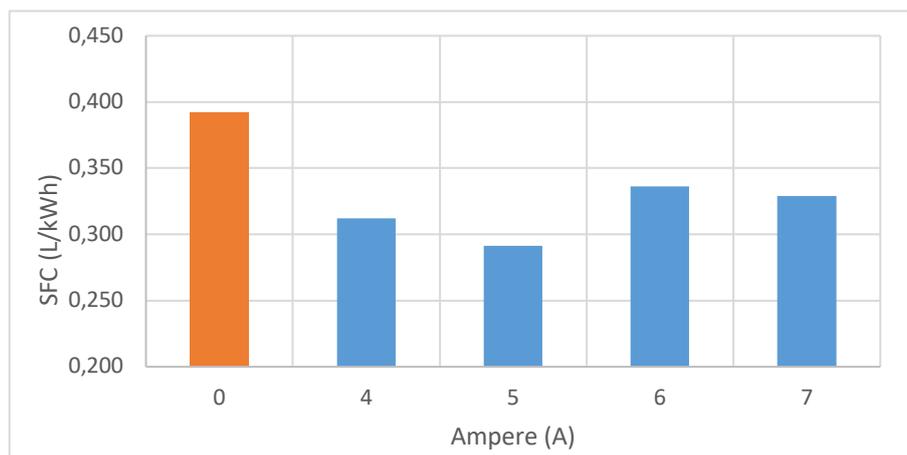
### Jumlah Produksi Minimum Gas HHO terhadap Nilai Optimal Efisiensi Genset

Pada Gambar 7 memperlihatkan data hasil yang telah diambil dari pengujian implementasi gas HHO pada genset Silent Inverter 2000 Watt 2,5 kVa untuk mengetahui pengaruh penambahan gas HHO.



Gambar 7. Perbandingan *Specific Fuel Consumption* (SFC) dengan dan tanpa Menggunakan Gas HHO pada Variasi Beban 50 %, 75 %, dan 100 %

Gambar 7 memperlihatkan besarnya konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) sebelum penambahan gas HHO dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar spesifik setelah penambahan gas HHO. Hal itu menunjukkan bahwa penggunaan gas HHO dapat menghemat konsumsi bahan bakar. Nilai SFC pada beban 100 % lebih besar dibandingkan pada beban 75 dan 50. Dimana berdasarkan grafik di atas nilai SFC terendah terdapat pada posisi beban 50 dengan penambahan gas HHO. Dari grafik juga terlihat bahwa pada beban 75 nilai SFC sebelum dan setelah penambahan gas HHO memiliki perbedaan yang tidak begitu signifikan.



Gambar 8. Perbandingan *Specific Fuel Consumption* (SFC) sebelum dan setelah penambahan gas HHO dengan variasi Arus *Input* Generator HHO

Gambar 8 menunjukkan hubungan antara *Specific Fuel Consumption* (SFC) yang dihasilkan sebelum dan sesudah penambahan gas HHO terhadap besarnya arus yang disuplai ke generator HHO untuk memproduksi gas HHO. Arus 0 A pada gambar 8, menunjukkan kondisi referensi (tanpa penambahan gas HHO). Besarnya nilai SFC sebelum penambahan gas HHO sebagai kondisi referensi adalah sebesar 0,39 L/kWh. Nilai ini merupakan nilai SFC mesin tertinggi pada pengujian. Pada kondisi ini mesin genset belum ada penambahan gas HHO.

Kemudian pengujian dilakukan dengan mengalirkan gas HHO melalui saluran udara isap pada mesin. Pada gambar 8 memperlihatkan nilai SFC setelah penambahan gas HHO lebih kecil dibandingkan dengan kondisi referensi. Hal ini berarti bahwa bahan bakar yang dikonsumsi genset dapat direduksi. Pada grafik diatas, SFC menurun pada kisaran 0,29 lt/kWh sampai dengan 0,34 lt/kWh, terjadi pada penambahan gas HHO dengan pemberian arus input generator HHO yang bervariasi, mulai dari 4 Ampere sampai dengan 7 Ampere. Reduksi SFC pada mesin genset ini karena gas hydrogen mempunyai kalor yang tinggi juga terdapat tambahan oksigen yang ikut membantu proses pembakaran bahan bakar dalam silinder mesin menjadi lebih sempurna [7].

### III. KESIMPULAN

Eksperimen yang telah dilakukan secara seksama memberikan beberapa informasi sebagai berikut, (1) Laju aliran gas HHO yang dihasilkan oleh Generator HHO baik tipe kering maupun tipe basah dipengaruhi oleh presentase konsentrasi NaOH dan besarnya arus input, (2) efisiensi maksimum generator HHO tipe *dry cell* dibandingkan dengan

efisiensi maksimum generator HHO tipe *wet cell* memiliki perbedaan yang tidak signifikan. Dimana generator HHO *dry cell type* memiliki efisiensi sebesar 67 % dan generator HHO *wet cell type* menghasilkan efisiensi sebesar 66 % dan (3) penambahan gas HHO pada mesin mempunyai efek dapat menghemat penggunaan bahan bakar atau dapat menurunkan nilai SFC.

#### DAFTAR PUSTAKA

- H. Harman and A. Ahyar, "Design of HHO Generator to Reduce Exhaust Gas Emissions and Fuel Consumption of Non-Injection Gasoline Engine," J. Din. Vokasional Tek. Mesin, vol. 4, no. 1, pp. 9– 17, 2019.
- K. Mazloomi and C. Gomes, "hydrogen as an energy carrier; Prospects and challenges," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 16, no. 5, pp. 3024-3033, 2012, doi;
- Made, N. A. Y., Wahyono, A. 2012. "Produksi Gas Hidrogen Melalui Proses Elektrolisis Air Sebagai Sumber Energi Hidrogen Production By Electrolysis Process As An Energi Source". Jurusan Teknik Mesin. ITS
- Meti Marayanti., 2008. "Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit". Bahan ajar., Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.
- Ghiffari A.Y. (2013), Studi Karakteristik Generator Gas HHO Tipe Dry Cell dan Wet Cell Dengan Penambahan PWM E-3 FF (1 kHz), ITS, Surabaya.
- Arjun T B, Atul k P b, Ajay P Muraleedharan ,Albin Walton P. A review on analysis of HHO gas in IC engines, Materials Today, Proceeding 00(2018).
- Balaji Subramanian, Emission Characteristic of a Dual fuel Compression Ignition Engine Operating on Diesel + Hydrogen & Diesel + HHO gas with same Energy Share at Idling Condition, 2020 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 573 012001.