

Pengaruh Penggunaan Frekuensi Listrik terhadap Performa Generator HHO dan Unjuk Kerja *Engine* Honda Kharisma 125CC

Rizky Akbar Pratama dan Djoko SungkonoKawano

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: hdkawano@me.its.ac.id

Abstrak—Energi yang dihasilkan oleh *engine* merupakan hasil dari proses pembakaran campuran bahan bakar dengan udara (oksigen). Secara praktis pembakaran menghasilkan gas yang sangat berbahaya bagi kesehatan. Salah satu perkembangan teknologi adalah dengan brown gas, atau sering disebut Generator HHO, dimana alat ini akan menghasilkan gas HHO (2 unsur gas hydrogen dan 1 unsur gas oksigen) dari proses elektrolisa air murniyang di hubungkan dengan arus listrik. Pengujian dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan Generator HHO pada *engine* Honda Kharisma berkapasitas 125cc. Generator HHO tersebut menggunakan Elektroda jenis pipa Stainless steel AISI 316L dengan ukuran $\varnothing 21\text{mm} \times 101\text{mm}$, $\varnothing 34\text{mm} \times 101\text{mm}$, $\varnothing 48\text{mm} \times 101\text{mm}$ dan $\varnothing 61\text{mm} \times 101\text{mm}$ dengan tebal 3mm, larutan elektrolit 2liter aquades dan 1,4 KOH. Variasi yang diberikan pada generator HHO adalah besar frekuensi listriknya. Untuk pengujian, perubahan kecepatan dilakukan dengan full open throttle menggunakan chasis water brake dynamometer. Pengujian dilakukan pada putaran *engine* dengan kelipatan 500 rpm, dimulai dari 3500 rpm sampai dengan 8500 rpm. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah frekuensi untuk generator dengan efisiensi thermal terbaik adalah pada 10Hz sebesar 20,06%. Dengan daya generator 118,74 Watt, debit 13,13 L/jam, kenaikan temperature $0.7^{\circ}\text{C}/\text{menit}$, torsi maksimal pada *engine* 27.09 Nm, daya efektif 6114,651 Watt, bmep 860,627 Pa, SFC 9.608E-08 kg/watt.s, efisiensi thermal *engine* 23,22% serta pengurangan emisi CO 1,17% dan HC 83ppm.

Kata Kunci—Elektrolisa air murni, SS 316, generator HHO, frekuensi listrik, larutan elektrolit KOH, unjuk kerja *engine*.

I. PENDAHULUAN

SEIRING dengan perkembangan di ikuti juga dengan meningkatnya aktifitas masyarakat menyebabkan mobilitas dari masyarakat akan semakin tinggi pula. Penggunaan kendaraan bermotor yang terus meningkat, baik kendaraan roda 2 maupun roda 4 mengakibatkan ketersediaan bahan bakar bumi yang semakin hari semakin berkurang karena pemakaian terus-menerus. Polusi udara dari emisi gas buang pun juga akan meningkatkan isu global warming dan gangguan pada kesehatan manusia

Untuk menanggapi hal ini diperlukan suatu upaya atau inovasi penghematan penggunaan bahan bakar bumi, antara lain dengan mulai banyak penemuan bahan bakar yang

berasal dari tumbuh-tumbuhan atau yang sering di sebut dengan bio energi. Menuju era *zero emission*, berbagai penelitian dan pengembangan energi hydrogen sebagai sumber energi terbarukan mulai dipetakan, salah satunya adalah konversi dari EBT ke energi hydrogen (Dewan Riset Nasional, 2006).Perkembangan teknologi adalah Generator HHO atau sering disebut dengan Brown Gas, dimana alat ini akan menghasilkan gas HHO (gas hydrogen dan gas oksigen).Gas Hydrogen dan oksigen yang dihasilkan oleh generator HHO dapat digunakan sebagai bahan bakar utama atau bahan bakar tambahan untuk kendaraan bermotor.

Optimasi atau peningkatan efisiensi dari Generator HHO tentunya menjadi nilai penting.Mencari efisiensi maksimum pada Generator HHO dapat dikatakan sebagai bagaimana mendapatkan produksi Gas semakimum mungkin yang bisa diproduksi dari penggunaan arus listrik seminimal mungkin.Salah satunya adalah dengan memberikan frekuensi untuk energy listrik yang masuk ke dalam Generator HHO, karena reaksi yang berlangsung di dalam Generator HHO membutuhkan waktu [1]. Jadi permasalahan nya adalah bagaimana pengaruh frekuensi arus listrik terhadap performa dan temperature generator HHO serta bagaimana pengaruh penggunaan generator HHO dengan konfigurasi frekuensi arus listrik yang menghasilkan performa terbaik terhadap unjuk kerja motor bensin.

Terdapat beberapa batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain mesin yang digunakan adalah motor Honda Kharisma 125cc. Kondisi mesin yang digunakan adalah standar, tidak ada perubahan pada sistem injeksi dan timing pengapian Kondisi temperatur dan kelembaban udara setempat.Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar premium yang ada di pasaran dan diproduksi oleh Pertamina [2]. Elektroda yang digunakan adalah jenis pipa Stainless steel AISI 316L dengan ukuran $\varnothing 21\text{mm} \times 101\text{mm}$, $\varnothing 34\text{mm} \times 101\text{mm}$, $\varnothing 48\text{mm} \times 101\text{mm}$ dan $\varnothing 61\text{mm} \times 101\text{mm}$ dengan tebal 3mm.Analisa gas buang yang dicermati hanya berupa karbon monoksida (CO), HC, dan lambda gas.

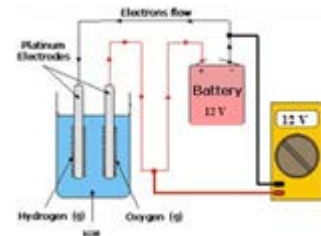
Dan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa *engine* saat menggunakan generator HHO sebagai perangkat tambahan pada *engine* yang paling optimal.Lalu bagaimana mendapatkan besar frekuensi yang paling tepat untuk performa terbaik generator HHO dan unjuk kerja terbaik pada

motor bensin. Serta untuk mengetahui pengaruh kualitas dari emisi gas buang dengan menggunakan generator HHO dengan variasi frekuensi arus listrik bila di bandingkan dengan tanpa penambahan generator HHO. Sehingga hasil dari penelitian ini diharapkan bisa dijadikan referensi dalam pengembangan brown gas selanjutnya. Selain itu, juga dalam upaya mendukung program pemerintah tentang pemanfaatan energi alternatif serta pengurangan emisi gas buang.

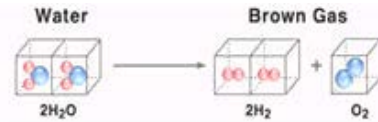
II. URAIAN PENELITIAN

A. Dasar Teori

Elektrolisis adalah suatu proses pemecahan senyawa kimia tertentu menjadi suatu molekul baru dengan bantuan arus listrik dan dua elektroda [1]. Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar. 1. Rangkaian dasar sistem elektrolisa.



Gambar. 2. Pemecahan molekul air menjadi gas HHO.

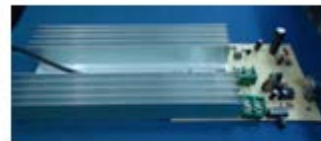
Pada prinsipnya air memang dapat diubah menjadi hidrogen dengan teknik elektrolisis dan gas hidrogen digunakan sebagai bahan bakar [3]. Prinsip pemecahannya ditunjukkan pada Gambar 2.

Generator HHO adalah alat dalam memproduksi gas HHO. Terdiri dari tabung/bejana yang tahan terhadap tekanan dan temperature tinggi, elektroda sebagai penyalur arus listrik, lubang pernafasan, dan lubang transfer gas HHO. Dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar. 3. Generator HHO.

Tabung elektroda merupakan tempat menampung larutan elektrolit, sekaligus tempat terjadinya proses elektrolisis untuk menghasilkan gas HHO. Dan elektroda adalah kutub yang menjadi penghantar listrik. Elektroda yang baik adalah logam yang memiliki konduktivitas baik dan tahan korosi [4]. Sedangkan elektrolit berfungsi memindahkan ion ion yang terlibat dalam reaksi reduksi dan oksidasi.



Gambar. 4. Rangkaian Control untuk mengatur frekuensi.

Frekuensi adalah ukuran jumlah putaran ulang per peristiwa dalam selang waktu yang diberikan. Dalam kasus ini energy listrik yang masuk pada generator HHO akan diberi frekuensi, atau diputus alirannya untuk beberapa saat [5]. Untuk membuat frekuensi pada energy listrik yang masuk, dibutuhkan komponen control yang digunakan untuk mengatur frekuensi listrik pada Generator HHO. Dapat ditunjukkan pada Gambar 4.

B. Parameter Performa Generator HHO

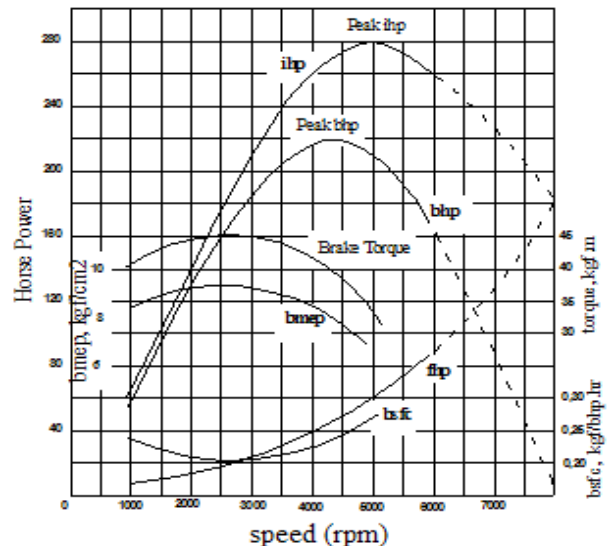
Baik atau tidaknya suatu desain peralatan dapat dilihat melalui unjuk kerja (*performance*) yang dihasilkannya. Unjuk kerja menjadi penting karena berkaitan dengan tujuan penggunaan *engine* dan faktor ekonomisnya. Adapun parameter performa dari generator HHO tersebut adalah :

- a. Daya Generator HHO
- b. Laju Produksi Gas HHO
- c. Effisiensi Generator HHO

C. Parameter Unjuk Kerja Engine

Pengujian suatu *engine* ditentukan oleh beberapa parameter unjuk kerja *engine*. Adapun parameter-parameter dari unjuk kerja tersebut adalah sebagai berikut:

- 1. Daya.
- 2. Torsi.
- 3. Tekanan efektif rata-rata (*b MEP*).
- 4. Pemakaian bahan bakar spesifik (*bsfc*).
- 5. Effisiensi thermal.
- 6. Emisi gas buang

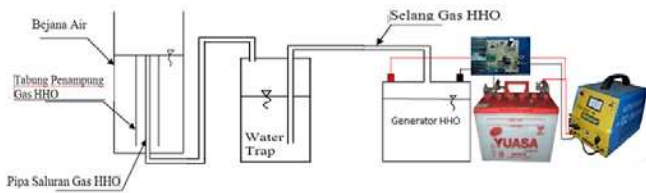


Gambar. 5. Grafik performa Engine fungsi putaran.

III. MEKANISME PENGUJIAN

A. Pengujian Generator HHO

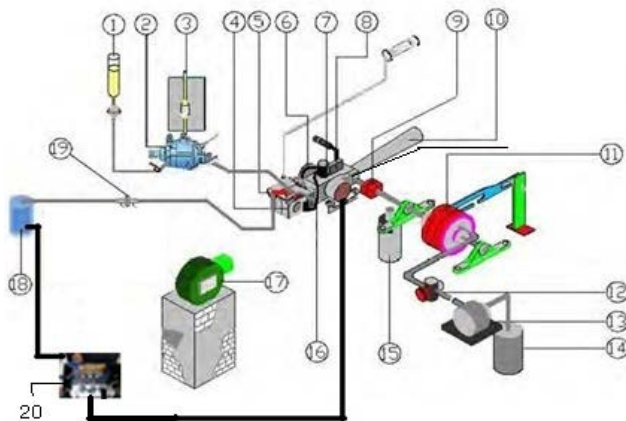
Dalam pengambilan data untuk mencari performa generator HHO, dibutuhkan beberapa peralatan seperti sumber tegangan (aki), water trap, bejana air, dan plastic ukur untuk mengukur berapa volume gas HHO yang sudah diproduksi generator [6]. Lalu peralatan diatas dipersiapkan seperti pada Gambar 6.



Gambar. 6. Skema pengujian generator HHO.



Gambar. 7. Rangkaian uji laju produksi gas HHO.



Gambar. 8. Rangkaian uji laju produksi gas HHO.
Keterangan :

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| 1. Tangki Bahan Bakar | 12. Katup air |
| 2. Pompa Bahan Bakar | 13. Pompa air |
| 3. Gelas Ukur | 14. Tangki air |
| 4. Mesin Karisma | 15. Tachometer |
| 5. Induksi Udara | 16. Sensor Unit |
| 6. Kabel Busi | 17. Blower |
| 7. Ignition Koil | 18. Generator HHO |
| 8. Karburator | 19. Katup flowrate HHO |
| 9. Flexible Coupling | 20. Komponen Kontrol Frekuensi |
| 10. Knalpot | |
| 11. Water Brake Dynamometer | |

Ukur dan catat temperatur awal larutan elektrolit. Kemudian nyalakan generator HHO sampai produksi gas mencapai 100mL, catat waktu, tegangan, arus listrik serta temperaturnya. Pengambilan data dilakukan setiap 2.5 menit selama 60 menit. Apabila temperatur elektrolit sudah mencapai temperatur jenuhnya (93°C) maka pengujian dihentikan. Setelah pengujian 60 menit selesai, ulangi pengujian dengan mengganti Frekuensi Listriknya. Untuk lebih detailnya, gambar rangkaian saat pengujian dapat dilihat seperti pada Gambar 7.

B. Pengujian Unjuk Kerja Engine

Pengujian dilakukan secara eksperimental menggunakan engine Honda Kharisma berkapasitas 125cc. Untuk pengujian, perubahan kecepatan dilakukan dengan full open throttle menggunakan chassis water brake dynamometer [7]. Pengujian dilakukan pada putaran engine dengan kelipatan 500 rpm, dimulai dari 3500 rpm sampai dengan 8500 rpm.

Pada setiap perubahan putaran engine dilakukan pencatatan data sebagai berikut:

1. Putaran poros *water brake dynamometer*
2. Torsi
3. Waktu konsumsi bahan bakar setiap 25 cc
4. Temperatur engine, oli dan knalpot
5. Emisi gas buang (CO dan HC)

Untuk rangkaian pengujian, dapat dilihat pada Gambar 8.

IV. GRAFIK HASIL PENGUJIAN

A. Analisa Data Performa Generator HHO

Daya Generator HHO

Seiring pertambahan besar frekuensi, daya yang dibutuhkan oleh Generator HHO juga mengalami peningkatan. Hal ini ditunjukkan dengan kenaikan kurva pada Gambar 9. Dari grafik juga diketahui bahwa konsumsi Daya Generator pada frekuensi 500Hz adalah yang paling besar, mendekati daya yang dikonsumsi ketika tanpa diberi frekuensi (lihat Gambar 9).

Laju Produksi Gas HHO

Laju produksi gas HHO semakin meningkat seiring dengan bertambahnya besar frekuensi, itu ditunjukkan pada Gambar 10. Hal tersebut disebabkan temperatur akan memberikan kemudahan dalam pergerakan ion-ion sehingga reaksi bisa berlangsung lebih cepat.

Efisiensi Generator HHO

Efisiensi tertinggi generator HHO yaitu terjadi pada konfigurasi frekuensi listrik sebesar 10Hz. Hal tersebut dapat terlihat pada Gambar 11 diatas. Pada frekuensi tersebut, produk HHO yang dihasilkan dapat terbentuk secara maksimal walaupun daya yang dibutuhkannya kecil.

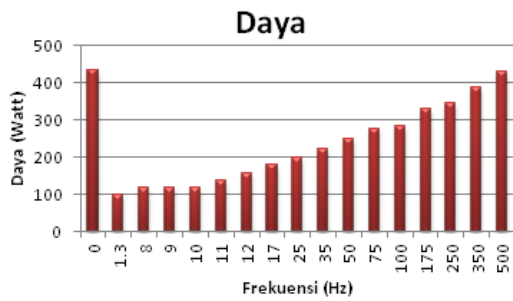
Temperatur Generator HHO

Dari Gambar 12 didapat bahwa temperatur paling rendah selama 1jam pengujian adalah sebesar 60 derajat, yaitu pada frekuensi 1,3 Hz. Dan yang paling tinggi adalah pada frekuensi 350Hz, 500Hz dan tanpa frekuensi, yakni mencapai temperature didih 92% pada kurun waktu 30 menit saja.

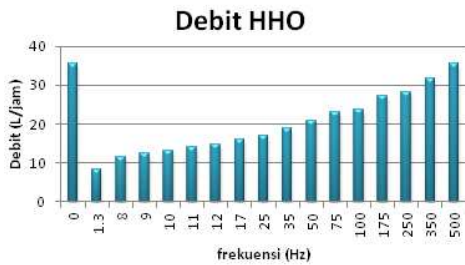
B. Analisa Unjuk Kerja Engine

Torsi

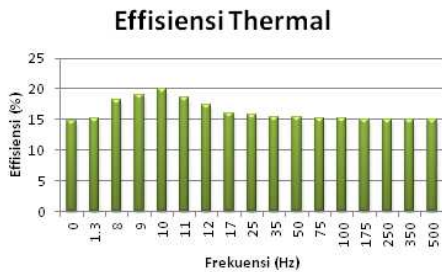
Torsi paling tinggi dicapai oleh engine dengan konfigurasi penambahan HHO tanpa diberi frekuensi. Pemberian frekuensi 10Hz mampu menaikkan torsi tapi masih tak sebesar bila tanpa diberi frekuensi. Hal itu dapat dilihat pada Gambar 13.



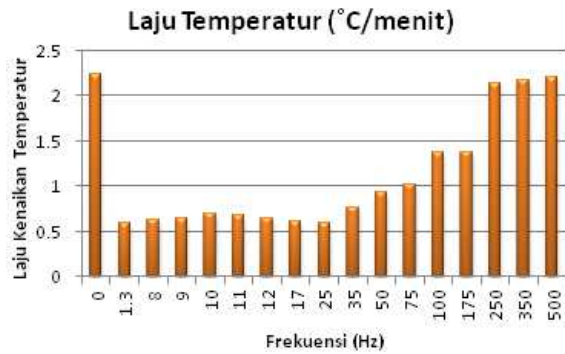
Gambar. 9. Grafik daya generator fungsi frekuensi.



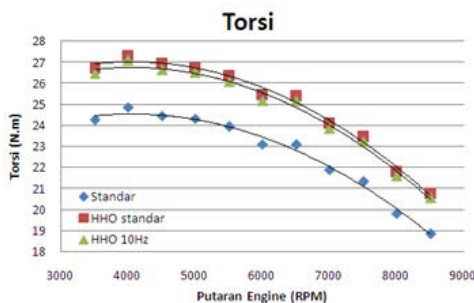
Gambar. 10. Grafik laju produksi gas HHO fungsi frekuensi.



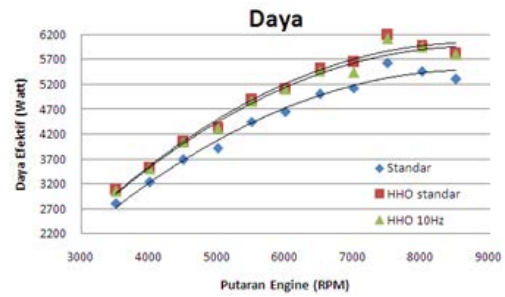
Gambar. 11. Grafik efisiensi generator fungsi waktu.



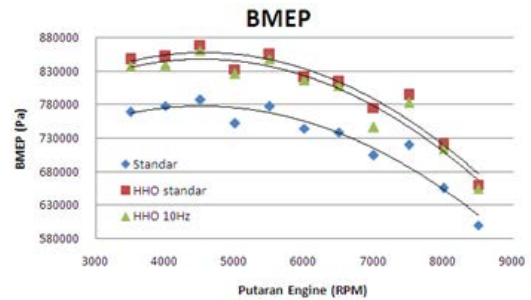
Gambar. 12. Grafik temperatur generator fungsi frekuensi.



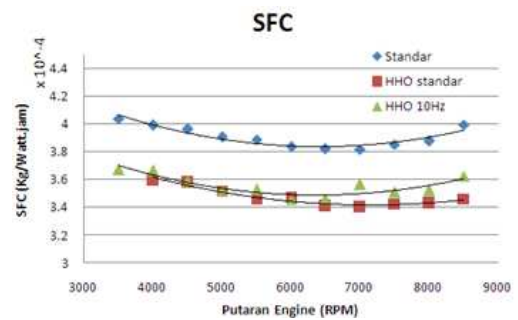
Gambar. 13. Grafik torsi fungsi putaran mesin.



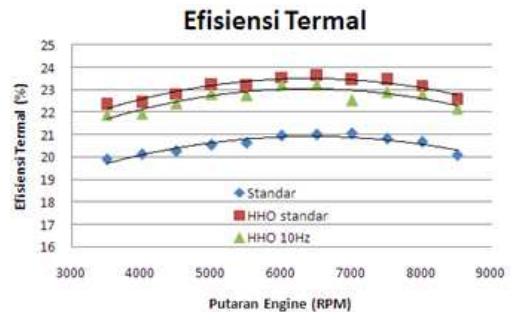
Gambar. 14. Grafik daya efektif fungsi putaran mesin.



Gambar. 15. Grafik BMEP fungsi putaran mesin.



Gambar. 16. Grafik SFC fungsi putaran mesin.

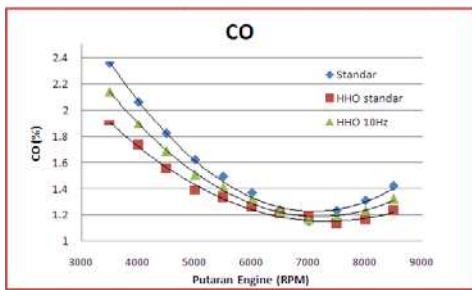


Gambar. 17. Grafik efisiensi termal fungsi rpm.

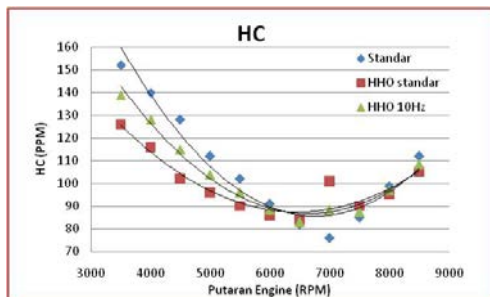
Daya Efektif (bhp)

Penggunaan Generator standar (tanpa frekuensi) memiliki dampak kenaikan Daya (bhp) yang lebih tinggi sedikit daripada Generator HHO dengan frekuensi 10Hz. Daya akan naik seiring dengan putaran engine dan puncaknya pada sekitar 7500 rpm. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 14.

Tekanan Efektif Rata-Rata (Bmep)



Gambar. 18. Grafik emisi CO fungsi putaran mesin.



Gambar. 19. Grafik emisi HC fungsi putaran mesin.

Penggunaan Generator standar (tanpa frekuensi) memiliki dampak kenaikan bmep yang lebih tinggi daripada Generator HHO dengan frekuensi 10Hz, itu ditunjukkan pada gambar 15 diatas. Hal ini dikarenakan adanya kerugian tekanan ketika jumlah gas HHO yang dimasukkan ke *engine* terlalu besar.

Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (*Sfc*)

Konsumsi bahan bakar spesifik setelah ditambahkan generator HHO lebih rendah daripada *engine* standar, hal itu ditunjukkan pada Gambar 16, Peristiwa tersebut disebabkan karena nilai kalor yang sangat tinggi dari hidrogen serta oksigen yang akan membantu pembakaran sehingga menyebabkan pembakaran yang lebih sempurna dan daya yang dihasilkan semakin besar.

Efisiensi Thermal

Penggunaan Generator standar (tanpa frekuensi) memberikan dampak kenaikan efisiensi yang lebih tinggi daripada Generator HHO dengan frekuensi 10Hz. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 17.

C. Analisa Gas Buang

Gas Karbonmonoksida (CO)

Kadar emisi gas CO yang dikeluarkan *engine* ketika ditambahkan generator HHO menjadi lebih rendah daripada mesin standar yaitu mesin tanpa ditambahkan gas HHO, itu semua dapat dilihat dari Gambar 18. Hal ini disebabkan gas HHO merupakan campuran antara gas H_2 dan gas O_2 . Fungsi dari H_2 adalah menambahkan kalor sedangkan O_2 berfungsi membantu pembakaran. Dengan adanya tambahan gas O_2 maka kemungkinan setiap molekul bahan bakar untuk Oksigen menjadi semakin besar.

Gas Hidrokarbon (HC)

Kadar emisi HC mengalami penurunan dengan bertambahnya putaran akan tetapi akan mencapai maksimum

dimana apabila putaran dinaikkan lagi kadar HC akan naik lagi, itu semua dapat terlihat dari gambar 19 diatas. Penambahan gas HHO aka menurunkan kadar HC dikarenakan semakin banyak gas O_2 yang masuk dalam ruang bakar, maka kemungkinan bahan bakar untuk bertemu dengan oksigen semakin besar.

V. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang bias diambil dari penelitian tentang generator HHO ini adalah:

1. Performa Generator HHO dengan pemberian frekuensi 10Hz secara keseluruhan lebih bagus dan layak untuk digunakan daripada Generator HHO tanpa diberi frekuensi. Walaupun laju produksi gas generator HHO dengan frekuensi 10Hz lebih rendah 60% dibandingkan dengan tanpa frekuensi, namun daya yang dibutuhkan oleh generator HHO berfrekuensi 10Hz lebih rendah 72,85%. Sehingga mengakibatkan Efisiensi Thermal generator HHO berfrekuensi 10Hzpun lebih tinggi 26% daripada generator HHO tanpa frekuensi. Didukung juga dengan kenaikan temperature generator HHO berfrekuensi 10Hz lebih rendah 68,65% daripada generator HHO tanpa frekuensi sehingga penggunaannya pun dapat lebih lama.
2. Unjuk Kerja *Engine* yang dihasilkan dengan menggunakan Generator HHO frekuensi 10 Hz secara keseluruhan lebih rendah daripada Generator HHO tanpa diberi frekuensi, tetapi tidak berbeda jauh. Untuk Torsi, penggunaan generator HHO frekuensi 10Hz menghasilkan torsi lebih rendah 0.91% dari generator HHO tanpa frekuensi. Daya efektif (BHP) lebih rendah 0.01% dari generator HHO tanpa frekuensi. Tekanan efektif rata-rata (BMEP) lebih rendah 0.097% dari generator HHO tanpa frekuensi. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) lebih rendah 16,8% dari generator HHO tanpa frekuensi. Dan Efisiensi thermal lebih rendah 1.6% dari generator HHO tanpa frekuensi.
3. Gas Buang yang dihasilkan oleh *engine* bila menggunakan Generator HHO frekuensi 10 Hz secara keseluruhan lebih tinggi daripada penggunaan Generator HHO tanpa frekuensi, tetapi tidak berbeda jauh. Untuk kadar CO, penggunaan Generator HHO frekuensi 10 Hz menghasilkan kadar CO lebih tinggi 3,41% dari generator HHO tanpa frekuensi. Sedangkan kadar HC, penggunaan generator HHO frekuensi 10 Hz menghasilkan kadar HC lebih rendah 1.1% dari generator HHO tanpa frekuensi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Helmenstine, Anne M. 2001. Chemistry Glossary Definition of Electrolyte.
- [2] Handoro. 2009. "Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Gas HHO dengan Variasi Elektroda Pipa pada Generator HHO terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Generator Set Bensin". Surabaya: Teknik Mesin – Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [3] Lowrie, Peter. 2006. Electrolytic Gas
- [4] Cobb, H.M., 1999. Steel Product Manual: Stainless Steel. Warrendale P.A: Iron & Steel Society.
- [5] Hidayatullah, Poempida & Mustari, F. 2008. Rahasia Bahan Bakar Air. Jakarta: Ufuk Press.
- [6] Cole Parmer Instrument Co. 2005. Series Mass and Volumetric Flow Meters. Vernon Hills: DOC-CPMAN16
- [7] Beckwith, Thomas, John H. Lienhard and Roy Marangoni. 2007. Mechanical Measurement 6th Edition. Singapore: Pearson Prentice Hall.