

PENGARUH HHO TERHADAP EMISI DAN EFISIENSI MESIN 2 LANGKAH 150 CC

EFFECT OF HHO ON EMISSIONS AND EFFICIENCY IN TWO STROKE ENGINE 150 CC

¹J. W. Paletakan, ¹Drs. Suwandi, M.Si., ¹Tri Ayodha Ajiwiguna, S.T., M.Eng., ²Dipl -Ing Eddy Ariffin

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

⁴Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional

¹juniorwantopaletakan@gmail.com, ²suwandi.sains@gmail.com, ³tri.ayodha@gmail.com,
⁴eddyempel@yahoo.com

Abstrak

Emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor merupakan salah satu bentuk pencemaran lingkungan serta dapat mengganggu kesehatan, terlebih lagi pada mesin 2 langkah yang emisinya lebih besar dibandingkan dengan mesin 4 langkah. Pada penelitian ini, mesin 2 langkah akan diberikan penambahan HHO yang berasal dari reaktor dengan proses elektrolisis. Metode pengujian menggunakan metode "idle" pada rpm yang ingin diujikan dengan menggunakan SNI 19-7118.3-2005. Hal ini dilakukan agar emisi yang dihasilkan pada mesin 2 langkah menjadi turun. Penambahan HHO dilakukan dengan cara meneruskan gas melalui selang pada *bubbler* dan masuk mengikuti selang *filter* pada karburator. Reaktor yang dibuat diberikan elektrolit sebanyak 400 ml serta penambahan katalis berupa KOH dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Pemberian katalis dengan konsentrasi yang berbeda akan mempengaruhi laju aliran HHO. Sebelum adanya penambahan HHO, kadar HC yang dihasilkan sebesar 6453 ppm pada 6000 rpm dan turun sebesar 31,66% ketika diberi penambahan HHO. Penurunan ini juga terjadi pada CO, dimana kadar CO dapat turun hingga 1,75% dari 2,56% sebelum penambahan HHO. Kadar CO₂ bertambah dengan adanya HHO yakni hingga 4,22% dari 2,23% sebelum penambahan HHO. Pada penelitian ini didapatkan bahwa penggunaan HHO dengan laju 147 mLpm adalah yang terbaik. Selain berpengaruh terhadap penurunan emisi, penambahan HHO juga dapat meningkatkan efisiensi pada mesin. Efisiensi naik sebesar 5,13% pada kondisi 6000 rpm.

Kata kunci: emisi kendaraan, elektrolisis, HHO, efisiensi

Abstract

Emissions generated by motor vehicles is one of the environmental pollution and it can interfere with the health, especially on 2-stroke engine that emissions are greater than 4-stroke engine. In this study, 2-stroke engine will be given the addition of HHO that is derived from the reactor with the process of electrolysis. Test method using the "idle" in the rpm wishing to be tested by using SNI 19-7118.3-2005. This is done so that the emissions generated on 2-stroke engine to be down. The addition of HHO done by forwarding the gas through the hose on bubbler and entry to a hose filter in the carburetor. The reactors are made given electrolytes as much as 400 ml and the addition of a catalyst such as KOH with different concentrations. Giving catalysts with different concentrations will affect the rate of flow of HHO. Prior to the addition of HHO, levels of HC generated at 6453 ppm at 6000 rpm and decreased by 31.66% when given the addition of HHO. This decrease also occurred in CO, where the levels of CO can fall to 1.75% from 2.56% before the addition of HHO. CO₂ levels increased with the HHO that is up to 4.22% from 2.23% before the addition of HHO. In this study, it was found that the use of HHO at a rate of 147 mLpm is the best. Besides an effect on emissions, the addition of HHO can also improve the efficiency of the engine. Efficiency rose by 5.13% on the condition of 6000 rpm.

Keywords: emissions of vehicles, electrolysis, HHO, efficiency

1. Pendahuluan

Saat ini banyak masyarakat menggunakan kendaraan bermotor dalam mendukung aktifitasnya sehari-hari. Hal ini disebabkan tingginya laju pertumbuhan penduduk yang berdampak pada peningkatan jumlah transportasi sebagai sarana aktifitas dalam pemenuhan kebutuhan hidupnya [5]. Penggunaan kendaraan bermotor tergolong efektif dan dapat dikatakan tidak memerlukan biaya. Namun, kendaraan bermotor juga dapat membawa dampak yang negatif pada kesehatan dan lingkungan sekitar karena dalam emisi yang dihasilkannya terdapat polutan (bahan pencemar), diantaranya karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NOx), hidrokarbon (HC), sulfur dioksida (SO₂), timah hitam

(Pb) dan karbon dioksida (CO_2). Salah satu polutan yang paling banyak dikeluarkan oleh kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO) [4].

Penelitian ini dilakukan agar emisi yang dihasilkan oleh mesin 2 langkah 150 cc menjadi berkurang dengan adanya peran HHO. Penambahan HHO pada mesin 4 langkah 125 cc dapat mengurangi kadar CO sebesar 40% dan kadar HC sebesar 38%. Penambahan HHO pada penelitian ini terjadi dengan adanya elektrolisis dan ini dipilih karena jumlah air yang terdapat di bumi sangat melimpah. Nantinya HHO yang dihasilkan dari proses elektrolisis akan dihubungkan pada selang yang menuju *intake manifold* sehingga bahan bakar akan tercampur sebelum masuk ke ruang pembakaran. Setelah itu kadar emisi yang dihasilkan akan diuji dengan merubah rpm antara 1500 (*idle*) hingga 9000 dan hasil yang diperoleh akan dibandingkan dengan kadar emisi tanpa adanya penambahan HHO.

2. Dasar Teori

2.1 Mesin 2 Langkah

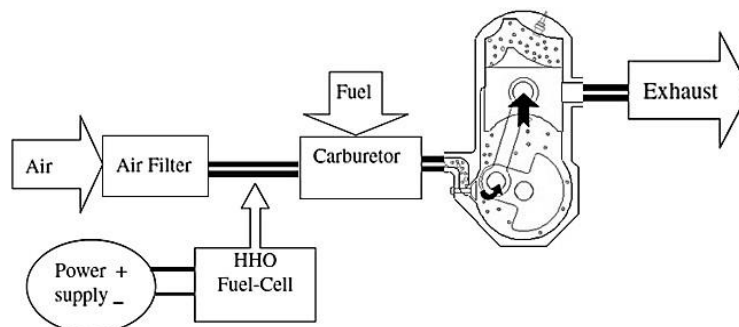
Cara kerja dalam mesin 2 langkah adalah saat piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), maka pergerakan piston ini menjalankan langkah hisap dan langkah kompresi, di mana ketika piston naik katup hisap akan terbuka sehingga masuk pencampuran udara, bahan bakar, dan pelumas. Setelah pencampuran tersebut masuk, piston akan mengkompresi gas yang terjebak di dalam ruang bakar. Sebelum mencapai TMA, busi akan menyala untuk membakar gas dalam ruang bakar. Saat piston bergerak dari TMA ke TMB, piston akan menjalankan langkah ekspansi dan langkah buang, di mana piston akan menekan ruang sehingga tekanan meningkat. Saat melewati lubang pembuangan, gas dalam ruang bakar akan keluar. Piston akan terus menekan hingga titik mati bawah (TMB).

Pembakaran bahan bakar dalam mesin dapat berlangsung secara sempurna maupun tidak sempurna. Pembakaran dikatakan tidak sempurna jika menghasilkan karbon monoksida dan uap air. Seluruh unsur C yang dikandung dalam bahan bakar bereaksi dengan oksigen dan gas tidak seluruhnya menjadi CO_2 . Sedangkan pembakaran sempurna terjadi ketika senyawa hidrokarbon menghasilkan CO_2 dan H_2O serta campuran bahan bakar dan oksigen (dari udara) mempunyai perbandingan yang tepat. Secara teori dapat dihitung jumlah oksigen yang diperlukan agar dicapai pembakaran sempurna. Akan tetapi dalam praktik, pembakaran tidak pernah ideal. Udara harus disuplai berlebih agar pembakaran sempurna dapat tercapai. Kelebihan jumlah udara ini dikenal dengan sebutan *excess air*. Jika udara yang diberikan terlalu banyak, maka hal ini dapat mengurangi panas pembakaran. Dengan adanya perubahan dari *excess air* ini, maka rasio pencampuran antara bahan bakar dan O_2 pastinya akan berubah. Perubahan dari *excess air* ini diketahui melalui pengukuran menggunakan O_2 analyzer.

2.2 Reaktor Gas Hidrogen

Pada reaktor yang dibuat, gas hidrogen dihasilkan dari proses elektrolisis. Ion positif yang terdapat pada katoda akan menyerap elektron dan menghasilkan molekul ion H_2 dan ion negatif akan bergerak menuju anoda untuk melepaskan elektron dan menghasilkan molekul ion O_2 . Brown melakukan penelitian dengan elektrolisa air murni yang dapat menghasilkan gas HHO sehingga dinamakan serta dipatenkan atas nama *Brown's Gas* [2]. Pembuatan reaktor ini menggunakan akrilik serta HDPE sebagai wadah yang berdimensi 14x6x14 cm dan elektroda yang digunakan adalah *stainless steel* dengan tipe 316L. *Stainless steel* dipilih karena tahan karat dan mempunyai lapisan oksida yang stabil. Unsur *chromium* yang terdapat pada jenis baja ini setidaknya 10,5% yang merupakan pelindung terhadap pengaruh kondisi lingkungan [3]. Sumber tegangan yang dibutuhkan pada penelitian ini bersumber dari aki motor yakni sebesar 12,43 volt.

Reaktor yang akan dibuat pada penelitian ini di dalamnya akan terdapat elektrolit, elektroda, dan selang yang akan mengalirkan HHO dari proses elektrolisis. Udara akan masuk melewati saringan udara dan nantinya akan bercampur dengan HHO sebelum masuk ke karburator. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan reaktor ini diantaranya akrilik, mur dan baut, HDPE dan karet, plat *stainless steel*, ring dan lem. Reaktor yang telah dibuat akan diuji ada tidaknya HHO yang mengalir pada selang dengan menyulutkan api pada bibir selang keluaran HHO.



Gambar 1. Skematik Desain Alat Uji

2.3 Efisiensi

Efisiensi termal didapatkan dengan terlebih dahulu mengetahui nilai torsi yang dihasilkan oleh mesin serta laju aliran massa dari bahan bakar. Nilai torsi ini diketahui dengan uji *dynotest* pada mesin, sedangkan laju aliran massa diketahui dengan pengujian menggunakan *stopwatch*. Persamaan dari efisiensi adalah sebagai berikut:

$$W = \frac{\tau \times n \times 2\pi}{60} \tag{1}$$

$$Q_{bb} = \frac{V_{bb} \times \rho_{bb}}{t} \times 3600 \tag{2}$$

$$\eta_{th} = \frac{W}{Q_{bb}} \tag{3}$$

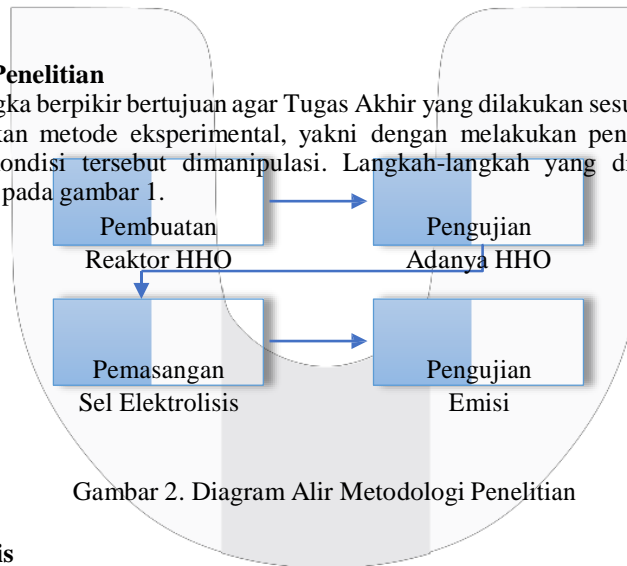
Dimana:

- W = daya poros (W)
- τ = torsi (Nm)
- n = putaran mesin (rpm)
- Q_{bb} = laju aliran massa bahan bakar (kg/jam)
- ρ_{bb} = spesifik *gravity* bensin (0,739 gr/ml)
- V_{bb} = *volume* bahan bakar (ml)
- t = waktu menghabiskan bahan bakar (s)
- η_{th} = efisiensi termal
- Q_{bb} = nilai kalor bahan bakar (9766,4 kcal/kg)

3 Metodologi

3.1 Kerangka Berpikir Penelitian

Tahapan dalam kerangka berpikir bertujuan agar Tugas Akhir yang dilakukan sesuai dengan yang diharapkan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yakni dengan melakukan pengamatan terhadap efek atau pengaruh ketika suatu kondisi tersebut dimanipulasi. Langkah-langkah yang dilakukan dalam metodologi penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.

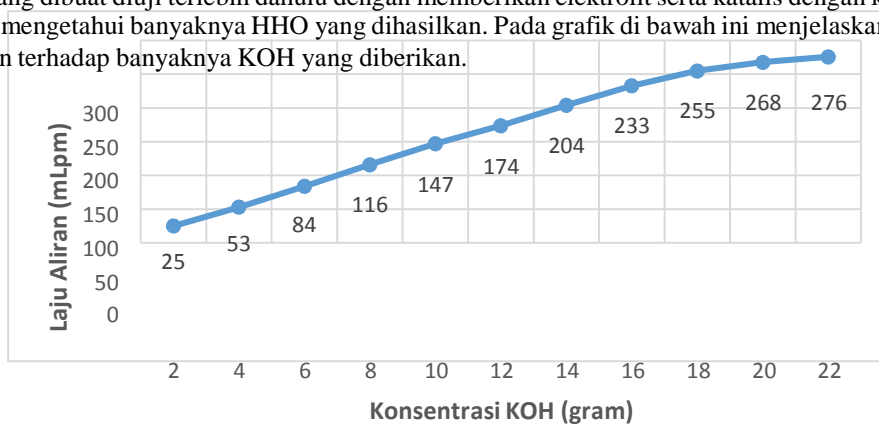


Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

4 Hasil Uji dan Analisis

4.1 Pengujian Reaktor

Reaktor yang dibuat diuji terlebih dahulu dengan memberikan elektrolit serta katalis dengan konsentrasi yang berbeda untuk mengetahui banyaknya HHO yang dihasilkan. Pada grafik di bawah ini menjelaskan produksi HHO yang dihasilkan terhadap banyaknya KOH yang diberikan.

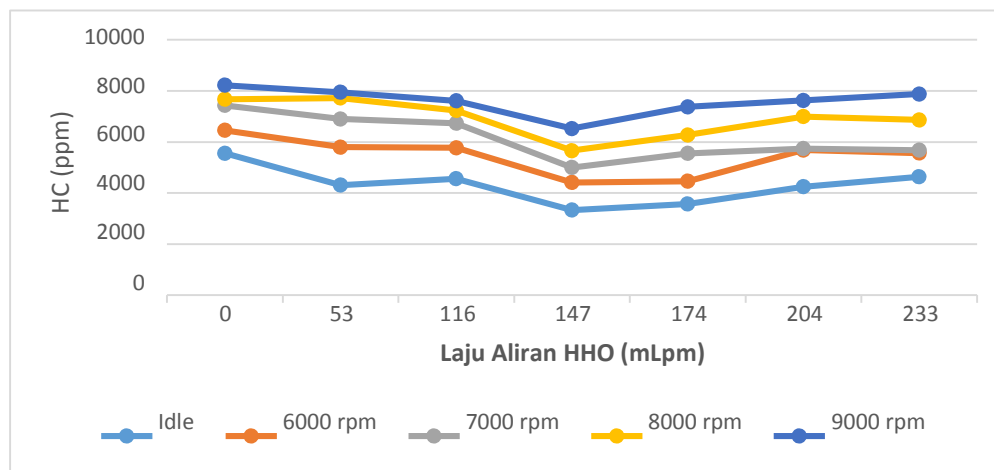


Gambar 3. Grafik Laju Produksi HHO

Dari grafik pada gambar 3, dapat dilihat bahwa dengan adanya penambahan konsentrasi KOH, maka kecepatan HHO per menit akan meningkat. Dengan demikian akan semakin banyak pula HHO yang dihasilkan hingga mencapai produksi maksimum. Pada grafik juga diperlihatkan bahwa ketika pemberian KOH sebanyak 20 gram, produksi HHO mulai mencapai titik maksimum. Hal ini dapat dipengaruhi oleh luas permukaan dari elektroda sehingga produksi HHO menjadi terbatas. Konsentrasi KOH yang diberikan adalah 2 gram hingga 22 gram per 400 ml aquades serta tegangan yang diberikan adalah melalui aki motor yakni sebesar 12.43 Volt.

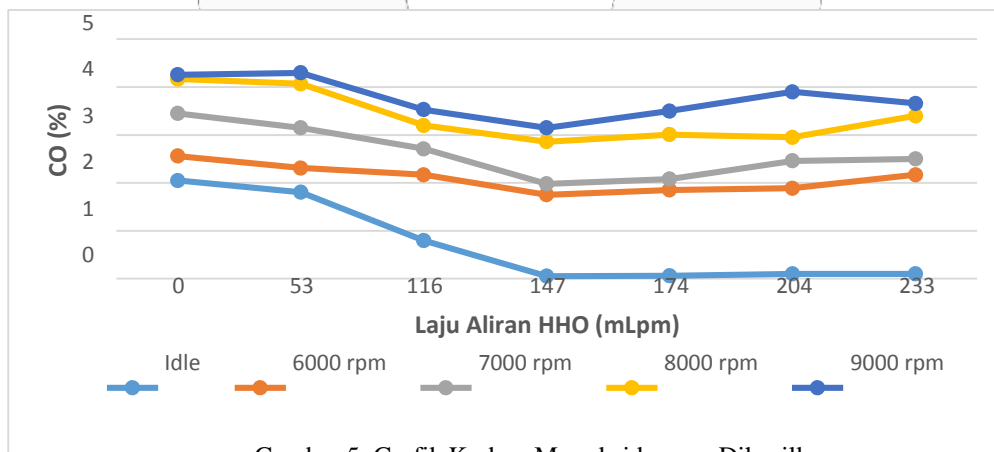
4.2 Pengujian Emisi

Emisi yang dicatat dalam pengujian adalah berupa HC, CO, CO₂. Pengujian emisi ini menggunakan metode "idle" pada rpm yang ingin diujikan dengan menggunakan SNI 19-7118.3-2005. Pada pengujian ini yang dilakukan adalah dengan memberikan HHO yang mempunyai laju produksi 53 mLpm, 116 mLpm, 147 mLpm, 174 mLpm, 204 mLpm, dan 233 mLpm. Pengambilan data dilakukan pada mesin dengan nomor KR150KEP39931 dan dengan bantuan karyawan Balai Pengujian Kendaraan Bermotor Kota Bandung.



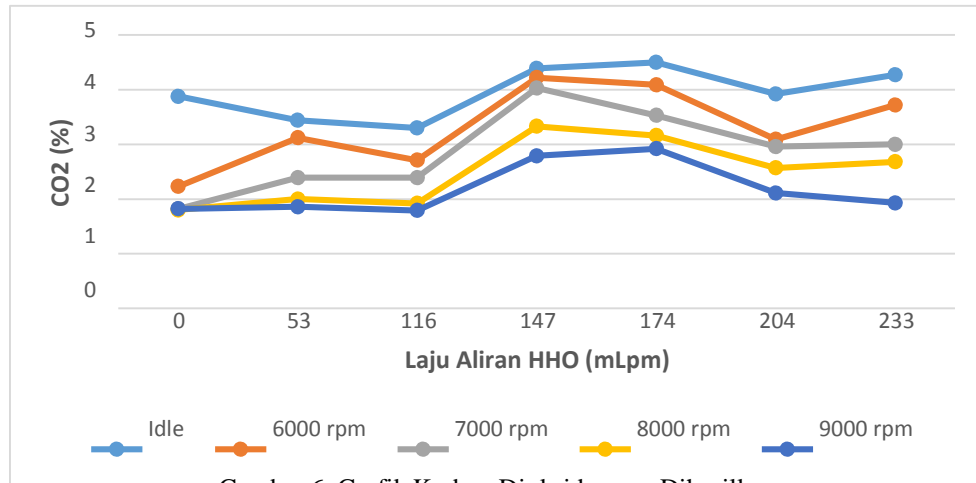
Gambar 4. Grafik Hidrokarbon yang Dihasilkan

Dari grafik pada gambar 4, dapat dilihat bahwa banyaknya HHO yang diberikan akan berpengaruh pada kadar HC yang dikeluarkan. Pada kondisi *idle*, mesin tanpa diberikan HHO menunjukkan kadar HC sebesar 5556 ppm, sedangkan dengan laju HHO 233 mLpm menunjukkan kadar HC sebesar 4638 ppm yang menunjukkan penurunan sebesar 16,523%. Semakin tinggi rpm yang diberikan, maka akan semakin besar kadar HC yang dikeluarkan.



Gambar 5. Grafik Karbon Monoksida yang Dihasilkan

Pada grafik yang ditunjukkan oleh gambar 5 terlihat bahwa terjadi penurunan kadar CO yang dihasilkan dengan penambahan HHO pada ruang bakar. Namun semakin tinggi rpm yang diberikan, maka kadar karbon monoksida juga akan meningkat. Hal ini disebabkan adanya penambahan jumlah campuran bahan bakar dan udara akibat kenaikan putaran mesin untuk meningkatkan daya, sehingga pembakaran yang sempurna tidak tercapai [1]. Perubahan terbesar terjadi ketika adanya penambahan HHO dengan laju 147 mLpm. Jika dibandingkan dengan mesin tanpa adanya penambahan HHO, maka terjadi penurunan CO dari 2,05% menjadi 0,05% pada kondisi *idle*.

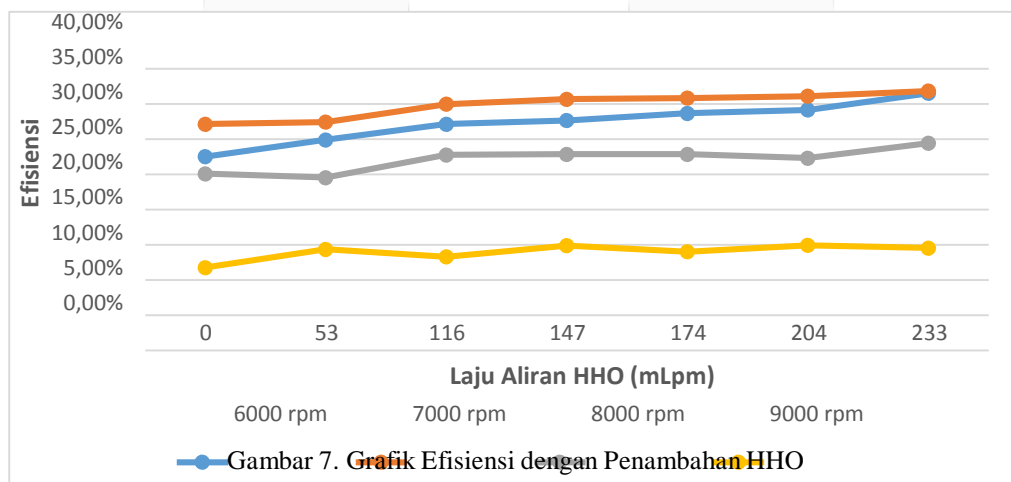


Gambar 6. Grafik Karbon Dioksida yang Dihasilkan

Pada grafik yang ditunjukkan oleh gambar 6 terlihat bahwa CO₂ rata-rata mengalami peningkatan ketika diberikan penambahan HHO. Namun peningkatan terbesar pada kondisi *idle* terjadi pada HHO dengan laju 174 mLpm dari 3,88% menjadi 4,5% ketika dibandingkan antara tanpa dan adanya penambahan HHO. Kenaikan yang sedikit pada kondisi *idle* disebabkan karena campuran udara dan bahan bakar masih dalam keadaan basah atau kaya, sehingga pembakaran yang terjadi tidak sempurna. Pembakaran yang hampir sempurna ditandai dengan banyaknya kadar CO₂ dan sedikitnya kadar CO yang dikeluarkan. Dengan demikian, pada kondisi 7000 rpm dapat dikatakan pembakaran yang terjadi hampir sempurna.

4.3 Pengujian Efisiensi

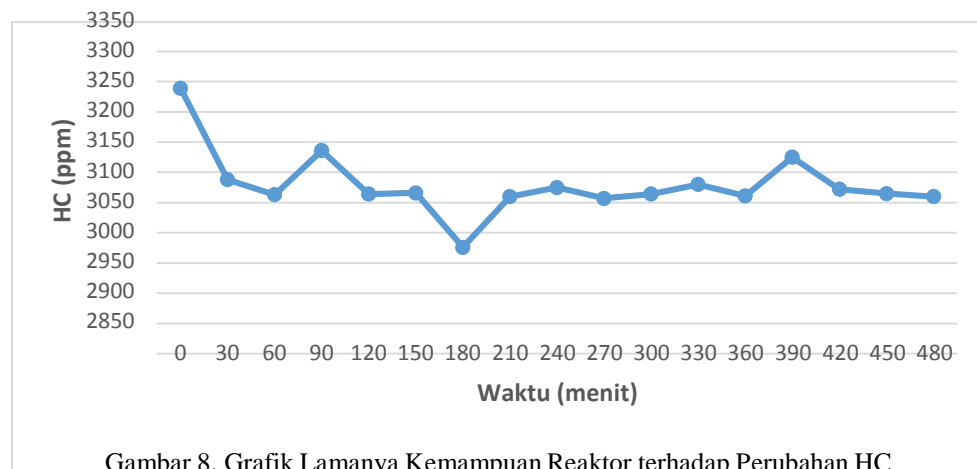
Efisiensi didapatkan dengan terlebih dahulu melakukan *dynamo test* pada mesin, hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai torsi pada rpm tertentu yang kemudian dihitung hingga mendapatkan efisiensinya. Dengan adanya nilai torsi, maka nilai efisiensi dapat dihitung dan hasil tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.



Grafik pada gambar 7 menunjukkan bahwa efisiensi terbesar terjadi pada kondisi 7000 rpm. Efisiensi naik dengan adanya penambahan HHO. Efisiensi didapatkan dengan adanya nilai torsi yang menunjukkan bahwa torsi maksimal terjadi antara 6000 rpm hingga 7000 rpm. Setelah kondisi rpm tersebut, maka efisiensi yang didapatkan akan menurun. Selain dipengaruhi oleh torsi, konsumsi bahan bakar juga mempengaruhi efisiensi yang dihasilkan. Semakin cepat konsumsi bahan bakar habis, maka akan semakin mengurangi efisiensi mesin.

4.4 Kemampuan Reaktor

Reaktor yang dibuat dengan tambahan katalis pasti mempunyai kemampuan dimana suatu saat laju HHO dari pemberian katalis akan mengalami penurunan atau dapat dikatakan tidak tetap dalam kondisi yang optimal. Berikut ini adalah grafik mengenai kemampuan reaktor dengan mengetahui kadar HC yang dihasilkan.



Gambar 8. Grafik Lamanya Kemampuan Reaktor terhadap Perubahan HC

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa waktu pengujian dilaksanakan selama 8 jam dengan kondisi motor pada keadaan *idle*. Pemberian katalis yakni 10 gram KOH atau dengan kecepatan produksi HHO sebesar 147 mLpm. Pada keadaan awal, hidrokarbon yang dihasilkan sebesar 3289 ppm. Namun setelah 30 menit, kadar hidrokarbon yang dihasilkan turun menjadi 3138 ppm. Hingga 8 jam berlalu, kadar HC masih dapat dikatakan stabil. Namun, tren yang dihasilkan pada menit ke-390 menurun sehingga kemampuan reaktor untuk menghasilkan produksi HHO sebesar 147 mLpm terjadi hingga menit ke-390.

5 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Penambahan HHO pada mesin menurunkan kadar HC hingga 3331 ppm pada kondisi *idle*, 4410 ppm pada 6000 rpm, 5000 ppm pada 7000 rpm, 5656 ppm pada 8000 rpm, dan 6525 ppm pada 9000 rpm. Menurunkan kadar CO hingga 0,05% pada kondisi *idle*, 1,75% pada 6000 rpm, 1,98% pada 7000 rpm, 2,86% pada 8000 rpm, dan 3,15% pada 9000 rpm. Menaikkan kadar CO₂ hingga 4,5% pada kondisi *idle*, 4,22% pada 6000 rpm, 4,03% pada 7000 rpm, 3,33% pada 8000 rpm, dan 2,92% pada 9000 rpm, menaikkan kadar O₂ hingga 13,55% pada kondisi *idle*, 12,75% pada 6000 rpm, 13,01% pada 7000 rpm, 13,5% pada 8000 rpm, dan 13,62% pada 9000 rpm.
2. Efisiensi yang dihasilkan dengan adanya penambahan HHO mengalami perubahan, yakni dapat naik hingga 8,98% dari nilai efisiensi semula. Kenaikan ini juga dipengaruhi oleh torsi yang dihasilkan pada rpm tertentu sesuai dengan laju HHO yang diberikan serta waktu yang diperlukan dalam mengonsumsi bahan bakar.
3. Reaktor yang dibuat dapat mempertahankan laju produksi HHO secara optimal hingga menit ke-390 atau hingga 6,5 jam.
4. Penambahan HHO dengan laju 147 mLpm adalah yang paling optimal.

6 Daftar Pustaka:

- [1] Bosch, G. R. 1999. *Emission Control for Gasoline Engines Edisi 3*. Stuttgart.
- [2] Chang, R. 2005. *Kimia Dasar Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- [3] Outokumpu. 2013. *Handbook of Stainless Steel*. Espoo: Outokumpu Oyj.
- [4] Sengkey, L. S., Jansen, F., dan Wallah, S. 2011. Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*. **1:2** 119-126.
- [5] Suhadiyah, S., Leong, S., dan Surni. 2011. Studi Adsorpsi Timbal (Pb) pada Kulit Batang Kersen (*Muntingia calabura*) dan Glodogan Tiang (*Polyathia longifolia* Bent & Hook. F. Var Pendula) di Makassar, Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian*.