

Pengaruh Gas *Brown* (HHo) dengan *electrode* stainless terhadap Konsumsi bahan bakar

Wawan Trisnadi Putra^{1,*}, Muh Malyadi, ²Yoyok Winardi³

¹Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo,
Jl.Sawahan 4/2 Lembah Babadan Ponorogo Jawa Timur Indonesia

²Dosen Program Studi Teknik Mesin, Jl. Ponorogo Jawa Timur Indonesia

³ Dosen Program Studi Teknik Mesin, Jl. Ponorogo Jawa Timur Indonesia

*wawantrisnadi@gmail.com

Abstrak

Penggunaan alat transportasi dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang amat pesat dengan meningkatnya konsumen baik mobil maupun sepeda motor sebagai penunjang transportasi manusia secara langsung yang mengakibatkan penggunaan bahan bakar yang digunakan, Sistem pembakaran yang terjadi pada mesin sepeda motor umumnya dilakukan pada ruang bakar terdiri dari bahan bakar, udara dan pemetik, dari hasil penelitian ini ditemukan secara keseluruhan penambahan gas hidrogen hasil elektrolisa air berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar serta terjadi kenaikan dan penurunan kadar emisi gas buang dari masing-masing putaran mesin. Gas hidrogen dan oksigen dihasilkan melalui proses elektrolisa air. Adanya perbedaan konsumsi bahan bakar antara yang menggunakan penambahan gas HHO dengan yang tidak menggunakan gas HHO yang merupakan hasil dari penelitian ini dengan pengurangan konsumsi bahan bakar minyak maksimum terjadi pada putaran mesin 3500 rpm yaitu sebesar 0,41%, dan untuk putaran 2000 rpm hanya hemat 0,01% dan putaran mesin 3500 rpm bisa menghemat 0,07%, serta Kualitas emisi gas buang tidak terlalu berpengaruh, hal ini disebabkan dari produktifitas gas hasil elektrolisa air tidak terlalu besar hingga akhirnya tidak berdampak pada emisi gas buang.

Kata kunci : Gas Brown /HHo, Putaran/RPM, Emisi Gas Buang, Efisiensi

Pendahuluan

Kemajuan perkembangan teknologi dan mobilitas manusia yang semakin tinggi menuntut adanya dukungan teknologi transportasi dan komunikasi agar mempermudah manusia dalam melakukan aktifitas sehari-hari. Tuntutan efisiensi waktu, tenaga dan biaya dalam mobilitas manusia sudah tidak bisa ditawar lagi. Hal ini mendorong berbagai macam inovasi dan teknologi transportasi dan komunikasi agar dapat diaplikasikan untuk memenuhi tuntutan tersebut.

Berbagai cara dilakukan untuk menghemat bahan bakar mulai dari yang sederhana sampai yang cukup ekstrim. Bahkan beragam alat untuk menghemat bahan bakar pun bermunculan di pasaran. Namun disamping harganya yang cukup mahal hasilnya juga kurang maksimal. Salah satu hal yang menarik perhatian adalah menghemat bahan bakar dengan menggunakan air. Ini disebabkan ketersediaan air yang cukup melimpah. Air bahkan menutupi hampir 70% permukaan bumi dan persediaannya mencapai 1,4 triliun

km³ atau setara dengan 330 juta mil³ (Sudirman, at all 2009). Sistem bahan bakar menggunakan air ini disebut juga sistem *Brown gas* (HHO) Sistem *Brown gas* dinamakan sesuai dengan penemunya yaitu Yull Brown yang berkebangsaan Australia, merupakan suatu sistem elektrolisis air yang ditambah dengan katalisator yang dapat menghasilkan hidrogen dan oksigen murni yang memiliki nilai kalor dan oktan yang tinggi. Penggunaan *Gas HHO* dapat meningkatkan optimalisasi penggunaan energi, hal ini dapat dibuktikan dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, antara lain penelitian dari Verhelst dan Sierents (2001) yang telah membandingkan injeksi hidrogen pada mesin *sparkignition* dengan karburator dan mesin dengan sistem injeksi. Dari penelitiannya dihasilkan sebuah kesimpulan bahwa mesin *fuelinjection* dengan penambahan hidrogen mempunyai daya lebih besar dan resiko *backfiring* lebih kecil.

Pada penelitian yang lain disebutkan bahwa injeksi air kedalam saluran masuk suplai

campuran bahan bakar juga dapat menaikkan performa mesin. Seperti yang telah dilakukan oleh LIPI pada tahun 2008, hasil yang diperoleh bahwa dengan injeksi air pada uji coba kendaraan 225cc *spark ignition* dihasilkan penurunan emisi gas CO dan HC. Selain itu pada penelitian yang dilakukan oleh Chadwell dan Dingle (2008) didapatkan bahwa pada mesin disel, injeksi air dapat mengurangi emisi Nox sebesar 82% dan torsiya mengalami peningkatan. Pada penelitian Lanzafame (1999) disebutkan bahwa injeksi air pada mesin *spark ignition* dapat menghilangkan detonasi dan mengurangi Nox lebih dari 50%, angka oktan naik lebih dari 50%, dan meningkatkan kerja mesin antara 30%- 50%. Berdasarkan beberapa penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa hidrogen dan uap air dapat meningkatkan performa mesin (pada motor bensin maupun motor diesel). Hal ini yang menyebabkan sistem *Brown gas* banyak digunakan dalam upaya efisiensi bahan bakar pada mesin. Akan tetapi sistem *Brown gas* yang terdapat dipasaran saat ini masih belum bisa mengontrol uap air yang masuk ke dalam *engine*, belum memiliki desain yang maksimalis, belum mampu mengontrol level ketinggian larutan didalam generator *Brown gas* dan belum di uji performa. Penyusunan Makalah

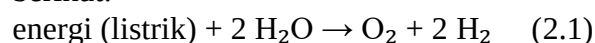
Dasar Teori

Aliran listrik tiada lain adalah aliran elektron. Oleh karena itu, muatan listrik yang terlibat dalam sel elektrokimia dapat ditentukan berdasarkan muatan elektron yang terlibat dalam reaksi redoks pada sel elektrokimia. Berdasarkan hasil penyelidikan Millikan (model tetes minyak), diketahui bahwa muatan elektron: $e = 1,60218 \times 10^{-19} \text{ C}$. Dalam sel elektrolisis, jumlah zat (massa) yang diendapkan atau yang melarut pada elektrode berbanding lurus dengan jumlah arus yang melewati elektrolit (Hukum I Faraday). Jika arus dialirkan ke dalam beberapa sel elektrolisis maka jumlah zat yang dihasilkan pada masing-masing elektrodanya sebanding dengan massa ekuivalen masing-masing zat tersebut (Hukum II Farady).

Elektrolisis artinya penguraian suatu zat akibat arus listrik. Zat yang terurai dapat berupa padatan, cairan, atau larutan. Arus listrik yang digunakan adalah arus searah (*direct current* = dc. Pada sel volta, anode (-) dan katode (+), sedangkan pada sel elektrolisis sebaliknya, anode (+) dan katode (-). Pada sel elektrolisis anode dihubungkan dengan kutub positif sumber energi listrik, sedangkan katode dihubungkan dengan kutub negatif.

Elektrolisa air merupakan kunci utama dalam mengubah air menjadi energi. Dalam proses elektrolisis digunakan sumber energi yang berfungsi untuk memecah molekul H_2O menjadi unsur-unsur asalnya. Pada katoda, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron, dan akan tereduksi menjadi gas H_2 dan OH^- . Sedangkan pada anoda, dua molekul air terurai menjadi gas O_2 dan melepaskan 4H^+ serta mengalirkan elektron ke katoda. Ilustrasi tentang reaksi elektrolisis H_2O .

Persamaan kimia elektrolisa air adalah sebagai berikut:



Terjadi tekanan listrik pada elektroda negatif (katoda) untuk mendorong elektron ke dalam air dan pada anoda (elektroda positif) terjadi penyerapan elektron. Molekul air dekat katoda terbagi menjadi ion hidrogen positif (H^+) dan ion hidroksida (OH^-).



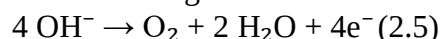
H^+ merupakan proton terbuka, bebas untuk menangkap elektron e^- dari katoda, kemudian menjadi atom hidrogen biasa dan netral.



Atom hidrogen ini berkumpul dengan atom hidrogen lain dan membentuk molekul gas dalam bentuk gelembung dan kemudian naik ke permukaan.



Elektroda positif telah menyebabkan ion hidroksida (OH^-) untuk bergerak ke anoda. Ketika mencapai anoda, anoda melepas kelebihan elektron yang diambil oleh hidroksida dari atom hidrogen sebelumnya, kemudian ion hidroksida bergabung dengan molekul hidroksida yang lain dan membentuk 1 molekul oksigen dan 2 molekul air:



Elektroda merupakan konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian

atau media non-logam. Salah satu elektroda yang digunakan adalah Aluminium. Penggunaan aluminium (Al) sebagai elektroda dikarenakan Al merupakan logam aktif yang memiliki potensial elektroda lebih negatif dari pada air ($E_{Al} = -1,66$ dan $E_{H_2O} = -0,83$) dengan demikian air yang akan bereaksi.

Elektrolit merupakan gabungan antara air dan katalis. Katalis merupakan suatu zat yang dapat mempercepat suatu laju reaksi, namun ia sendiri secara kimiawi, tidak berubah pada akhir reaksi. Katalis digunakan untuk mempercepat laju reaksi menghasilkan gas HHO pada proses elektrolisa. Katalis yang digunakan adalah kalium hidroksida (KOH). KOH sebanyak 1 sendok makan dilarutkan kedalam 125 mL air.

Hidrogenator juga merupakan kombinasi gas hidrogen dan oksigen dalam bentuk gas dinamakan gas HHO. Unsur HHO dapat diperoleh melalui elektrolisa air, dimana partikel/molekul air akan terpisah menjadi 2 H untuk hidrogen dan 1 O untuk oksigen.

Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia H_2O . Satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1bar) dan temperatur 273,15 K (0°C).

Kajian dan Hasil Perencanaan Sebelumnya

William Nicholson dan Johan Ritter (1800) Menemukan teknologi pemecahan molekul air menjadi gas HHO dengan cara elektrolisis air.

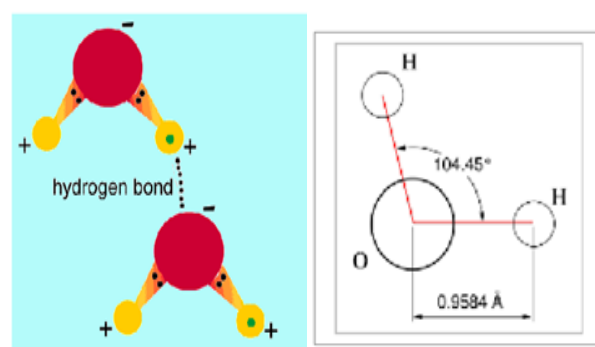
Isaac de rivaz (1805) Menggunakan gas H_2 dari hasil elektrolisis air sebagai bahan bakar mesin pembakaran internal.

Nicola Tesla (1856-1943) Adalah penemu mobil berbahan bakar air terbaik dunia yang secara sempurna merangkai alat tersebut.

Roni Setyawan (2011) Merancang GHHO 6 Cell tersusun seri dan diuji pada mobil daihatsu Esspas 1300 cc dengan karakteristik Elektroda SS 316 dengan GHHO-A (100 x 80) mm dan GHHO-B (160 x 100) mm dengan larutan elektrolit berupa 30% kalium hidroksida (KOH) dalam larutan 70% Aquades sebagai Katalis.

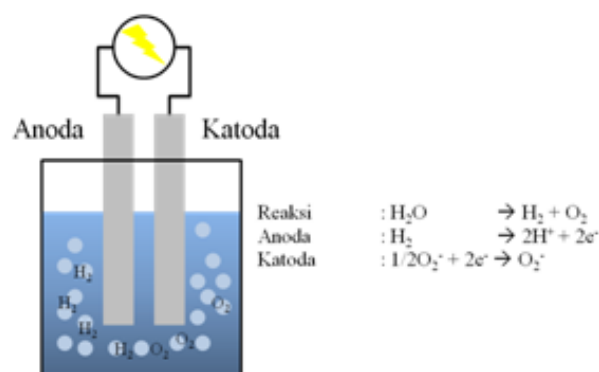
Tabel.1 Sifat-sifat air

Nama lain	Aqua, dihidrogen monoksida, hidrogen hidroksida
Rumus molekul	H_2O
Mas molar	18.0153 g/mol
Densitas dan fase	0,998 g/cm ³ (cairan pada 20°C) 0,92 g/cm ³ (padatan)
Titik beku	0°C (273.15 K) (32°F)
Titik didih	100°C (373.15 K) (212°F)
Kalor jenis	4184J/(kg.K) (cairan pada 20°C)



Gambar 1. Ikatan kimia air

Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Air>

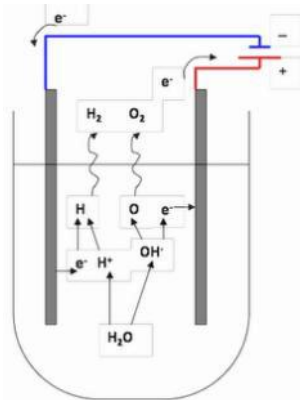


Gambar 2. Proses elektrolisa air

Sumber: <https://restukarmela.wordpress.com>

Elektrolisa merupakan proses kimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Proses elektrolisa memisahkan molekul air menjadi gas hidrogen dan oksigen dengan cara mengalirkan arus listrik ke elektroda tempat larutan elektrolit (air+katalis) berada. Reaksi elektrolisa tergolong reaksi redoks tidak spontan, reaksi itu dapat berlangsung karena pengaruh energi listrik. Proses ini ditemukan oleh Faraday tahun 1820. Pergerakan elektron

pada proses elektrolisa dapat terlihat pada gambar



Gambar 3. Elektrolisa air
Sumber : <https://id.wikipedia.org>

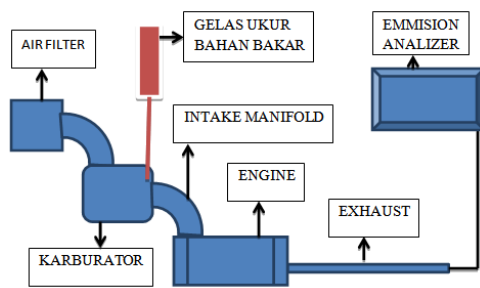
Metodologi Penelitian

Pengujian dilakukan dalam dua kategori, yaitu :

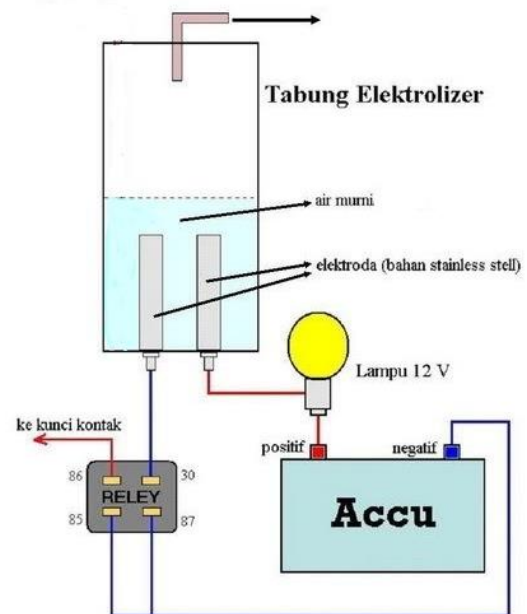
1. Pengujian konsumsi bahan bakar dalam hal ini motor dalam keadaan diam (tidak dipakai jalan)
2. Pengujian emisi hasil pembakaran

Tahap-tahap pengujian yang dilakukan :

1. Menguji kendaraan dalam kondisi standar dengan menggunakan bahan bakar premium tanpa menggunakan tambahan gas hidrogen sekaligus mengukur kadar emisi gas buangnya
2. Menguji kendaraan dengan menggunakan tambahan gas HHO hasil elektrolisa sekaligus mengukur kadar emisi gas buangnya.



Gambar 4. Skema pengujian tanpa gas hidrogen



Gambar 5. Skema pemasangan generator gas brown

Cara pengujian bahan bakar ialah :

- (1) Mengukur jumlah bahan bakar
- (2) Mencatat waktu habis bahan bakar menggunakan alat stopwatch
- (3) Mengulang sebanyak 3 kali setiap percobaan
- (4) Putaran Rpm yang telah di tentukan, yaitu 2000, 3000 dan 5000 Rpm.

Pengujian emisi kendaraan ini dilakukan dengan menggunakan alat yaitu *automotif emission analyzer*.

Hasil dan Pembahasan

Pada pengujian ini, dilakukan pengujian motor dalam keadaan diam, pengujian pertama dilakukan untuk kondisi motor standar tanpa penambahan gas hidrogen. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar pada kondisi standar tanpa menggunakan gas hidrogen. Data konsumsi bahan bakar tersebut nantinya akan dijadikan acuan. Selanjutnya dilakukan perbandingan dan efisiensi. Untuk mengetahui *fuel consumption* digunakan persamaan sebagai berikut :

$$FC = \frac{V_f \times 3600}{t \times 1000} (L/h)$$

Keterangan :

FC = fuel consumption ($\frac{L}{h}$)
 Vf = volume konsumsi (mL)
 t = waktu konsumsi (s).

Misalkan pada putaran 2000 rpm untuk volume premium 5 ml dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan 60.24 (s) maka *fuel consumption* nya adalah :

$$FC = \frac{5 \times 3600}{60.24 \times 1000} (L/h) = 0,298 = 0,30 (L/h)$$

Dimana

Vf = Volume konsumsi bahan bakar (mL)

T = pengujian 10 kali

t (s) rata-rata = $(t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10}) / 10$ (s)

FC = Fuel Consumption (L/h)

Tabel 2. Analisa konsumsi bahan bakar motor standar tanpa penambahan gas hidrogen hasil elektrolisa air

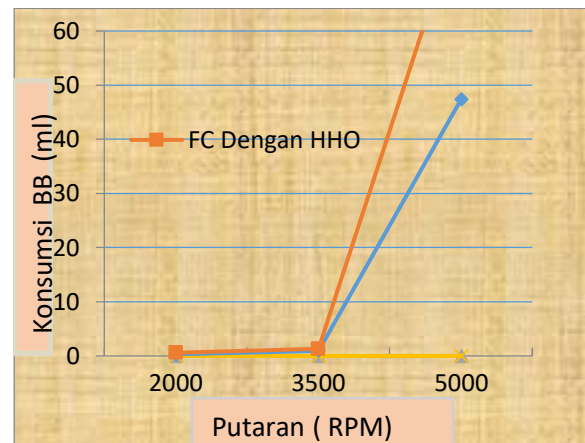
Rpm	t (s) rata-rata	FC (L/h)
2000	60.24	0,30
3500	18.39	0,97
5000	00.38	47,36

Berikut ini adalah data hasil pengujian konsumsi bahan bakar dengan penambahan gas hidrogen dari proses elektrolisa air.

Tabel 3. Analisa konsumsi bahan bakar motor standar dengan penambahan gas hidrogen hasil elektrolisa air

Rpm	t (s) rata-rata	FC (L/h)
2000	60.40	0,29
3500	54.22	0,33
5000	00.52	34,61

Untuk mempermudah proses analisa, data perbandingan konsumsi BBM pada motor bakar, tanpa dan dengan penambahan gas elektrolisa air, maka dibuat dalam bentuk grafik berikut ini.



Grafik 1. Perbandingan konsumsi bahan bakar

Dari grafik perbandingan terlihat, konsumsi bahan bakar memiliki kecenderungan yang berbeda untuk tiap rpm nya. Untuk mendapatkan tingkat penghematan BBM pada setiap rpm nya maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

ΔFC (L/h) = FC bensin murni – FC dengan injeksi HHO

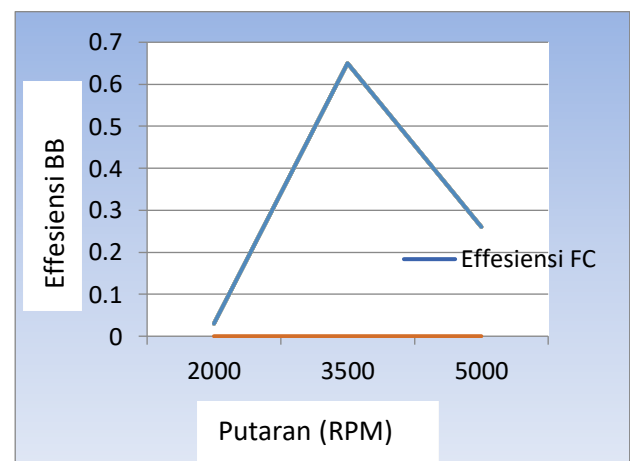
$$\text{Penghematan BBM (\%)} = \frac{\Delta FC}{FC \text{ Bensin Murni}} \times 100 \%$$

Berikut adalah data hasil perhitungan penghematan BBM dalam bentuk tabel :

Tabel 4.A.3 Perbandingan penghematan BBM

Rpm	FC tanpa (L/h)	FC dengan (L/h)	ΔFC (L/h)	Hemat (%)
2000	0,30	0,29	0,01	0,03
3500	0,97	0,33	0,64	0,65
5000	47,36	34,61	12,75	0,26

Untuk melihat tingkat penghematannya maka disajikan dalam bentuk grafik berikut ini :



Gambar 2. Penghematan bahan bakar

Dari grafik diatas terlihat bahwa penghematan terbesar terletak pada putaran sedang yaitu 0,65% dan untuk putaran rendah sebesar 0,03 % dan putran tinggi mengalami penurunan kembali sebesar 0,26 %.

Kandungan Emisi Gas Buang Kendaraan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara mesin motor standar dengan mesin motor yang menggunakan gas hidrogen hasil dari proses elektrolisa air. Berikut adalah tabel rata-rata emisi gas buang motor tanpa penambahan gas hasil elektrolisa dengan 3 variable putaran mesin :

Tabel 4.B.1. Hasil pengujian emisi gas buang tanpa penambahan gas hasil elektrolisa air

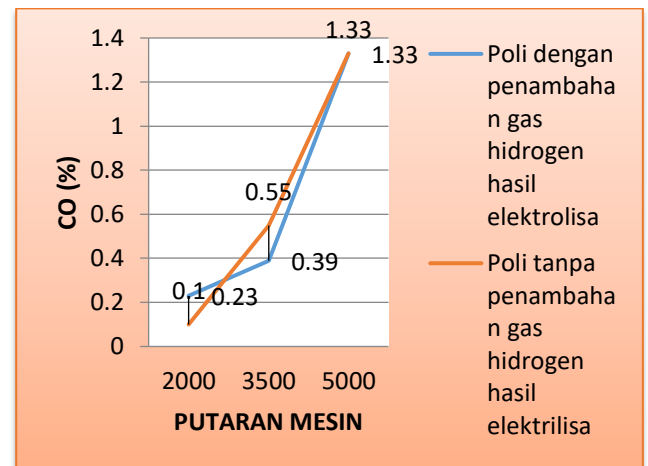
rpm	CO %	HC%	CO ₂ %	O ₂ %
2000	0,23	35	1,2	18,29
3500	0,39	32	0,8	18,77
5000	1,33	51	0,7	17,84

Tabel 4.B.2. Hasil pengujian emisi gas buang dengan penambahan gas hasil elektrolisa air

Rpm	CO %	HC%	CO ₂ %	O ₂ %
2000	0,10	37	1,2	18,50
3500	0,55	38	0,7	18,70
5000	1,33	58	0,7	17,99

1. Analisa emisi gas buang CO

Gas CO merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna. Gas CO yang dihasilkan pada gas buang mengindikasikan bahwa terjadi pembakaran yang tidak sempurna pada ruang bakar. Kandungan gas CO akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya putaran mesin. Hal tersebut terjadi karena semakin tinggi putaran mesin, maka mesin membutuhkan lebih banyak suplai bahan bakar.

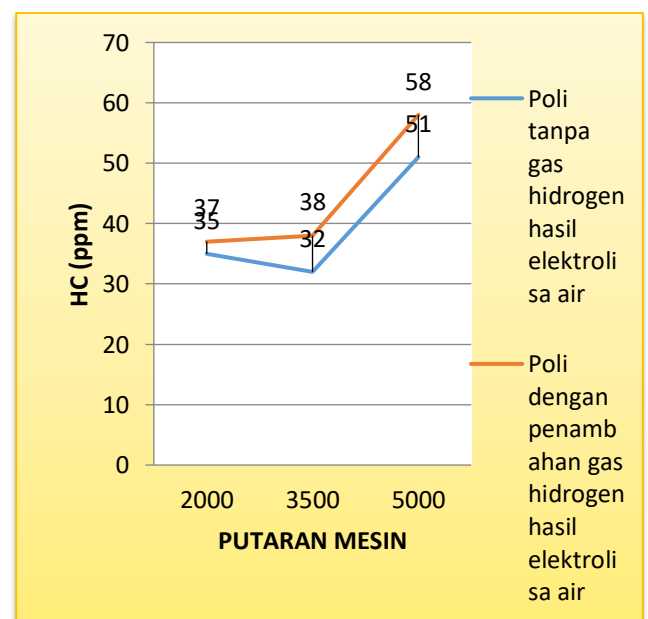


Grafik 3. perbandingan karbon monoksida CO

Pada grafik diatas terlihat bahwa kadar CO tertinggi yaitu 1,33 dan sama antara motor bakar yang menggunakan gas hidrogen dengan motor bakar yang tanpa penambahan gas hidrogen hasil dari elektrolisa air, dan nilai kadar CO terendah yaitu dihasilkan dari proses penambahan gas hidrogen dari hasil elektrolisa air, yaitu sebesar 0,1 %.

2. Analisa emisi gas buang HC

Kandungan HC pada gas buang menunjukkan banyaknya bahan bakar yang belum terbakar pada pembakaran, semakin besar nilai HC maka semakin banyak bahan bakar yang belum terbakar, ini juga menunjukkan bahwa campuran AFR terlalu kaya (*rich mixture*)

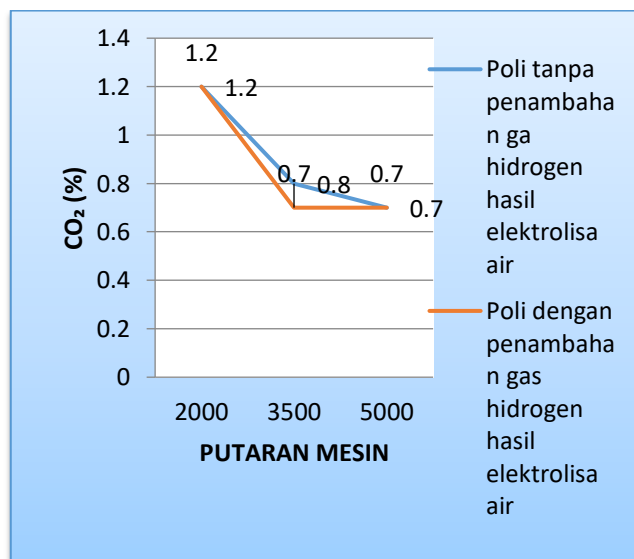


Grafik 4. Perbandingan hidro karbon HC
Nilai HC untuk setiap rpm mesin,

tanpa penambahan gas elektrolisis berada pada kisaran 35- 51 ppm . Dengan penambahan gas elektrolisis nilai kadar HC tidak banyak mengalami perubahan, dan bahkan mengalami peningkatan, pada grafik di atas jelas bahwa kadar HC untuk motor bakar yang menggunakan gas hidrogen hasil elektrolisa air lebih tinggi daripada yang tidak menggunakan gas hasil elektrolisa air.

3. Analisa emisi gas buang CO₂

Kandungan CO₂ yang dihasilkan pada gas buang mengindikasikan bahwa pembakaran cukup baik pada ruang bakar. Semakin tinggi kadar pada gas buang mengindikasikan pembakaran yang terjadi pada ruang bakar semakin sempurna.



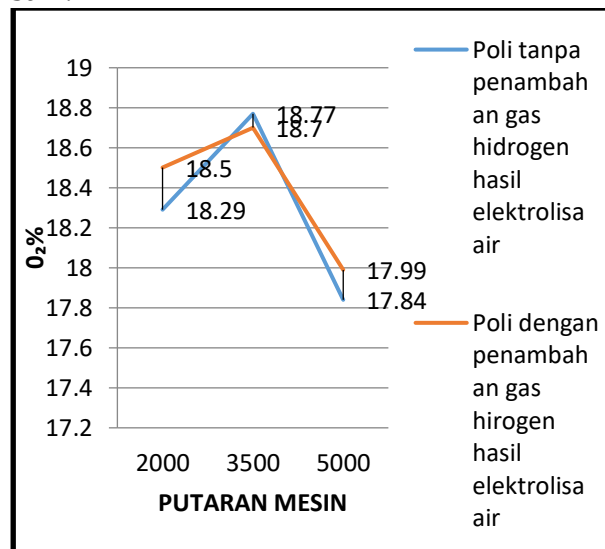
Grafik 5. Perbandingan CO₂

Dari grafik diatas bahwa penambahan gas hidrogen hasil elektrolisa air tidak begitu berpengaruh untuk meningkatkan kadar CO₂ bahkan mengalami penurunan untuk putaran mesin 3500 rpm. Hal ini disebabkan oleh kurangnya produktifitas gas hidrogen pada tabung reaktor.

4. Analisa emisi gas buang O₂

Kandungan gas O₂ yang semakin kecil pada gas buang menunjukkan bahwa pembakaran semakin baik. Hal ini disebabkan gas O₂ digunakan sebagai pereaksi pada reaksi pembakaran, sehingga O₂ bukanlah hasil dari pembakaran. Oleh karena itu, dengan kandungan gas O₂ yang semakin kecil pada gas buang, maka mengindikasikan bahwa

pembakaran didalam ruang bakar semakin baik.



Grafik 6. Perbandingan kandungan O₂

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa pengaruh gas hidrogen hasil elektrolisa air terhadap kadar O₂ berpengaruh pada putaran 3500 rpm yaitu sebesar 18,7. Sedangkan untuk putaran mesin 2000 dan 3000 rpm mengalami kenaikan.

Kesimpulan

1. Secara keseluruhan penambahan gas hidrogen hasil elektrolisa air berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar
2. Terjadi perbedaan konsumsi bahan bakar antara yang menggunakan penambahan gas HHO dengan yang tidak menggunakan gas HHO.
3. Pengurangan konsumsi bahan bakar minyak maksimum terjadi pada putaran mesin 3500 rpm yaitu sebesar 0,41%, dan untuk putaran 2000 rpm hanya hemat 0,01% dan putaran mesin 3500 rpm bisa mengemat 0,07%.
4. Terjadi kenaikan dan penurunan kadar emisi gas buang dari masing-masing putaran mesin walaupun tidak terlalu besar pengaruhnya, hal ini disebabkan dari produktifitas gas hasil elektrolisa air tidak terlalu besar hingga akhirnya tidak berdampak pada emisi gas buang.

Rekomendasi yang di berikan berupa perlu memperhatikan campuran elektrolit, serta elektroda yang digunakan, dan ukur produktifitas gas menggunakan *flow meter*

Referensi

- [1] Restu Indra Waskito, Analisis Penggunaan Gas Hidrogen Hasil Elektrolis Air Pada Motor Bakar 4 Langkah Yang Diinjeksikan Setelah Karburator Dengan Variasi Lubang Mixer, Jurnal Fakultas Teknik UI, Depok 201
- [2] BPM. Arends, H. Berenschot, Motor Bakar, cetakan ke-4 Penerbit Erlangga;
- [3] Hidayatullah, Poempida. *Rahasia Bahan Bakar Air*. PT. Cahaya Insan Suci, 2008, <http://www.bukabuku.com/browses/product/9789791238731/rahasia-bahan-bakar-air.html>
- [4] Bahan Bakar Air ($H_2O + NaHCO_3$) Reaktor Hidrogen Pada Air Soda, *file:///D:/Pemerintah Kabupaten Bangka Bumi Sepintu Sedulang.htm*. Diakses pada bulan Agustus 2016
- [5] <http://id.wikipedia.org/wiki/Elektrolisis> diakses pada hari selasa tanggal 16 bulan Agustus 2016.
- [6] [https://en.wikipedia.org/wiki/William_Nicholson_\(chemist\)](https://en.wikipedia.org/wiki/William_Nicholson_(chemist)) diakses pada hari selasa tanggal 16 bulan Agustus 2016.
- [7] https://en.wikipedia.org/wiki/François_Isaac_de_Rivaz diakses pada hari selasa tanggal 16 bulan Agustus 2016.
- [8] <http://www.nottaughtinschools.com/Yull-Brown/Free-Energy-Interview.html> diakses pada hari selasa tanggal 16 bulan Agustus 2016.
- [9] <http://empirehydrogen.com/hist-frazer.html> diakses pada pada hari selasa tanggal 16 bulan Agustus 2016.
- [10] <http://www.republika.co.id/berita/rol-to-campus/news-rol-to-campus/2/14/05/23/n5z8mo-empat-daerah-penghasil-minyak-terbesar-di-indonesia> Diakses pada pada hari selasa tanggal 16 bulan Agustus 2016