

Pembuatan Reaktor *Elektrolyzer* Sebagai Upaya Penghematan Bahan Bakar dan Penurunan Kadar Emisi Gas Buang HC dan CO pada Toyota Kijang 5K

Oleh

Farda Pega Libra Gojandra, Bahrul Amin, M. Nasir
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan Teknik Otomotif FT-UNP
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 INDONESIA

Intisari

Ketergantungan akan bahan bakar fosil telah membawa masyarakat pada keadaan dimana harus mengeksploitasi sumber bahan bakar fosil yang masih tersisa di alam. Sehingga sumber energi ini sudah semakin langka dan mengalami kenaikan harga tiap tahunnya. Lebih dari seabad yang lalu, orang sudah mengembangkan bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan. Energi tersebut ialah berupa hidrogen yang terdapat di air. Prinsipnya kita hanya perlu menguraikan senyawa air menjadi unsur pembentuknya yaitu H₂O menjadi Hidrogen dan Oksigen. Untuk melakukan pemisahan unsur air ini ialah melalui proses elektrolisis.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Dengan pengujian tanpa menggunakan tambahan reaktor elektroliser dan menggunakan reaktor elektroliser untuk menghasilkan gas hidrogen. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan besar konsumsi bahan bakar terjadi penurunan. Penurunan yang terjadi yaitu sebesar 25,47% pada putaran 800 rpm, 17,17% pada putaran 1500 rpm dan 12,69% pada putaran 2300 rpm. Pada gas CO dan HC juga terjadi penurunan saat pemakaian reaktor elektroliser ini. Untuk gas CO penurunannya sebesar 19,42% pada putaran 800 rpm, 17,01% pada putaran 1500 rpm dan 11% pada putaran 2300 rpm. Sedangkan untuk gas HC penurunannya sebesar 31,34% pada putaran 800 rpm, 20,24% pada putaran 1500 rpm dan 18,98% pada putaran 2300 rpm.

Kata kunci: Hidrogen, Air, Elektrolisis

Abstract

Dependence on fossil fuels has led to the situation where the people have to exploit fossil fuel sources that are still left in the wild. So that the source of this energy is more scarce and prices rise every year. More than a century ago, people have developed a fuel that is more environmentally friendly alternative. This energy is in the form of hydrogen contained in water. In principle we only need to describe compounds of water into its constituent elements, namely H₂O into Hydrogen and Oxygen. To perform this separation is the element of water through electrolysis.

This study uses experimental research. By testing without the use of additional electrolysis reactor and reactor uses electrolysis to produce hydrogen gas. From the results of a large study conducted found a decrease in fuel consumption. The decline in the amount of 25.47% at 800 rpm rotation, 17.17% at 1500 rpm rotation and 12.69% at 2300 rpm rotation. In gas CO and HC also decreased when using this electrolysis reactor. For CO gas by 19.42% decline in the round of 800 rpm, 17.01% at 1500 rpm rotation and 11% at 2300 rpm rotation. As for the HC gas by 31.34% decline in the round of 800 rpm, 20.24% at 1500 rpm rotation and 18.98% at 2300 rpm rotation.

Keywords: Hydrogen, Water, Electrolysis

PENDAHULUAN

Ketergantungan masyarakat saat ini masih tergolong tinggi terhadap bahan bakar yang berasal dari fosil. Mulai dari kegiatan di rumah tangga, industri dan transportasi hampir semuanya menggunakan bahan bakar

fosil. Akibat dari perilaku ini, masyarakat dunia terpaksa mengeksploitasi secara terus-menerus yang berimbas pada menipisnya ketersediaan bahan bakar fosil. Seperti diketahui, sumber bahan bakar yang berasal dari fosil ini merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui.

Sumber bahan bakar ini akan terbentuk dari mikroorganisme yang mengalami perubahan komposisi dan struktur karena proses biokimia di bawah pengaruh tekanan dan suhu tertentu dalam waktu yang sangat lama. Ketersediaan minyak bumi di dunia dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Cadangan Minyak Bumi di Dunia

Tahun	Terbukti	Potensial	Total
2009	4,30	3,70	8,00
2010	4,23	3,53	7,76
2011	4,04	3,69	7,63
2012	3,74	3,66	7,40

Sumber: Ditjen Migas (2012)

Dari sekian banyak kegiatan manusia yang menggunakan bahan bakar fosil, pada sektor transportasi yang merupakan pemakai terbesar dan selalu mengalami peningkatan dari hari ke hari.

Sehubungan dengan peningkatan jumlah kendaraan bermotor, hal ini akan menyebabkan peningkatan emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. ini dapat terjadi karena pada kendaraan bermotor terjadi proses pembakaran yang nantinya hasil sisa pembakaran tersebut akan dikeluarkan oleh kendaraan bermotor berupa gas buang. Emisi gas buang sebagian besar merupakan gas yang berbahaya bagi kesehatan manusia apabila masuk kedalam tubuh melebihi batas normal yang ditetapkan. Menurut Srikandi (1992:95) "Sumber polusi yang utama berasal dari sektor transportasi, di mana hampir 60% dari polutan yang dihasilkan terdiri dari Karbon Monoksida (CO) dan sekitar 15% terdiri dari Hidrokarbon (HC)".

Berbagai upaya dilakukan untuk menghemat bahan bakar minyak bahkan beralih pada bahan bakar alternative lainnya. Saat ini berbagai jenis alat untuk menghemat bahan bakar pun banyak bermunculan di pasaran. Namun di samping harganya yang cukup mahal, hasilnya pun juga kurang maksimal dan tidak begitu signifikan. Telah banyak dikembangkan berbagai bahan bakar alternatif diantaranya biodiesel untuk bahan bakar mesin diesel, dan bioethanol untuk bahan bakar mesin bensin. Pemakaian bahan bakar baik biodiesel maupun bioethanol di negara maju seperti Amerika dan Eropa yang pengendalian lingkungannya

sangat ketat sudah lama dilakukan bahkan terus semakin intensif karena semakin ketatnya persyaratan lingkungan yang diterapkan.

Indonesia juga mengembangkan biodiesel dan bioethanol ini, namun masih belum secepat di negara lain, Minyak masih merupakan penyedia porsi terbesar disusul batubara dan gas, sedangkan sumber EBT (energi baru dan terbarukan) masih relatif minim. Bahan bakar gas seperti LPG (Liqueified Petroleum Gas) dan CNG (Natural Compressed Gas) telah juga banyak dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif untuk pengganti bahan bakar minyak.

Salah satu yang paling menarik perhatian adalah penghemat bahan bakar dengan menggunakan air melalui proses elektrolisis. Ini disebabkan ketersediaan air yang cukup melimpah di bumi ini. Meskipun teknologi ini telah lama diciptakan, bahkan telah ada sebelum minyak bumi ditemukan. Teknologi ini mulai diteliti oleh orang sejak abad ke-19, tepatnya tahun 1884 (Poempida dan Mustari, 2008:37). Dengan menggunakan alat elektrolisis maka akan dapat dipisahkan hidrogen dari air. Hidrogen yang dihasilkan akan diambil untuk tambahan campuran bahan bakar, sehingga akan mengurangi konsumsi bahan bakar fosil. Selain itu penambahan hidrogen akan menghasilkan pembakaran yang cenderung lebih sempurna. Namun masih banyak orang yang belum mengetahui cara mengaplikasikannya di berbagai mesin, termasuk kendaraan dengan bahan bakar bensin, solar, maupun diaplikasikan pada mesin pembangkit tenaga lainnya.

Ketersediaan air yang cukup melimpah di bumi ini dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif, hal ini yang merupakan pertimbangan untuk pemanfaatan air sebagai energi terbarukan karena sebagian besar air terdapat di lautan dan di lapisan-lapisan es yaitu di kutub dan puncak-puncak gunung. Air bergerak mengikuti suatu siklus, yaitu penguapan, hujan, aliran air di atas permukaan tanah (seperti mata air, sungai, dan muara yang mengalir menuju ke laut), demikian seterusnya, jika dikelola dengan baik, air merupakan sumber daya alam yang tidak ada habisnya. Saat ini, air belum digunakan secara utuh untuk bahan bakar. Masih terbatas pada penambahan untuk memperbaiki kualitas pembakaran bahan bakar fosil.

Berdasarkan perilaku masyarakat yang masih bergantung pada energi yang berasal dari fosil tersebut, maka perlu dilakukan penelitian yang dapat mengungkapkan bagaimana pengaruh gas hasil elektrolisa air terhadap penghematan bahan bakar dan pengurangan emisi gas buang. Adapun tujuan dari penelitian yang akan dilaksanakan ini yaitu, 1). Mengetahui seberapa besar pengaruh yang diberikan reaktor elektrolyzer terhadap penghematan bahan bakar pada Toyota Kijang 5K, 2). Mengetahui seberapa besar pengaruh yang diberikan reaktor elektrolyzer terhadap pengurangan emisi gas buang pada mesin Toyota Kijang 5K.

KAJIAN TEORI

A. Hidrogen

Menurut Charles (1999:360) reaksi pembakaran hidrogen dan oksigen akan menghasilkan air: $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O$

Dari reaksi pembakaran gas hidrogen tersebut sudah pasti tidak akan mencemari udara seperti yang ditimbulkan pada pembakaran bahan bakar fosil saat ini. Selain itu, keunggulan dari hidrogen bila dijadikan bahan bakar dibandingkan dengan bahan bakar lain ialah nilai oktan yang lebih besar, perbedaannya dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini yaitu:

Tabel. 2 Nilai Oktan Berbagai Bahan Bakar

<i>Fuel</i>	<i>Octane Number</i>
<i>Hydrogen</i>	130 + (<i>lean burn</i>)
<i>Methane</i>	125
<i>Propane</i>	105
<i>Octane</i>	100
<i>Gasoline</i>	87
<i>Diesel</i>	30

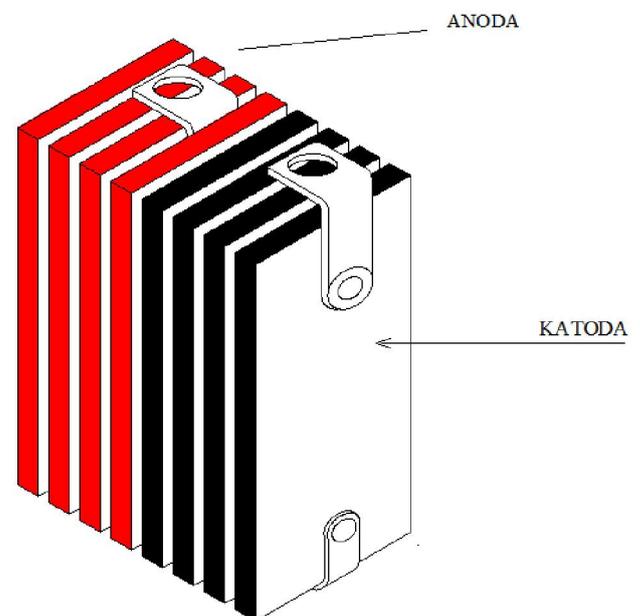
Sumber: *Module 1: Hydrogen Properties:21 (Hydrogen Fuel Cell Engines, 2001)*

Gas hidrogen yang sangat mudah terbakar dan akan terbakar pada konsentrasi serendah 4% di udara bebas. Ketika dicampur dengan oksigen dalam berbagai perbandingan, hidrogen akan meledak seketika disulut dengan api dan akan meledak sendiri pada temperature 560°C.

Elektroda adalah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non

logam dari sebuah sirkuit. Gas H₂ dan O₂ yang dihasilkan dalam proses elektrolisis terjadi akibat adanya arus listrik yang melewati elektroda dan akan menguraikan H₂O menjadi H₂ dan O₂. Elektroda terdiri dari dua katub yaitu anoda (+) dan katoda (-) yang dimasukkan kedalam larutan elektrolit.

Elektroda yang dipakai pada proses elektrolisis haruslah logam non reaktif (tidak ikut bereaksi) dan tahan karat seperti platina, stainless steel. Tetapi, harga platina sedikit lebih mahal dari stainless steel, sehingga stainless steel lebih sering digunakan. Bentuk elektroda ini bisa berbentuk batang, spiral ataupun lempengan. Namun, salah satu yang mempengaruhi laju reaksi adalah luasan dari permukaan sentuh (antara elektroda dan elektrolit), dimana semakin luas elektroda maka laju reaksinya semakin cepat.

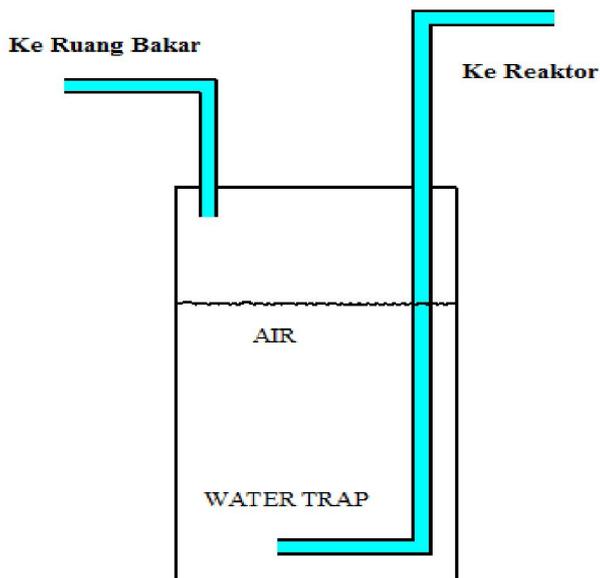


ELEKTRODA DARI BAHAN STAINLESS STEEL

Gambar 1. Elektroda Pada Elektrolyzer Air

Water trap yang digunakan alat penghemat bahan bakar dari air ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja elektroliser. Alat ini dibuat sebagai penangkap uap air agar tidak masuk keruang bakar. Jika gas H₂ dan O₂ langsung disalurkan ke intake manifold tanpa menggunakan water trap, kemungkinan besar uap air akan ikut terhisap ke dalam ruang bakar maka akan

menurunkan nilai kalor, titik nyala, dan memperlambat proses pembakaran. Selain itu, alat ini berfungsi sebagai tangki penampung gas H₂ dan O₂ sebelum masuk ke ruang bakar.



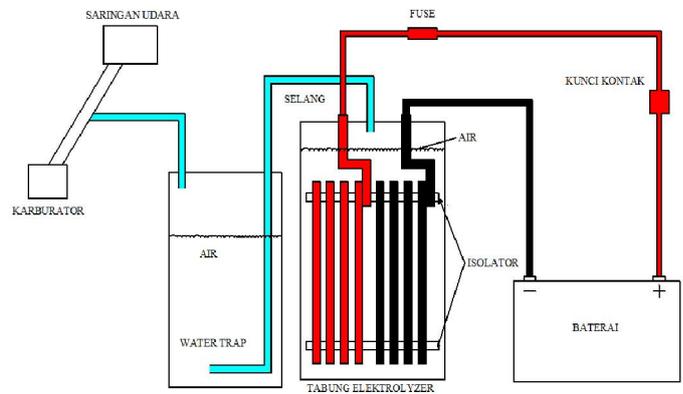
Gambar 2. Water Trap

Menurut Raymond (2004:219) “elektrolisis ialah proses yang menggunakan energi listrik agar reaksi kimia nonsontan dapat terjadi. Sel elektrolitik ialah alat untuk melaksanakan elektrolisis”. Sedangkan menurut Charles (1993:355) “Penggunaan arus listrik untuk melakukan reaksi redoks disebut elektrolisis”. Selanjutnya, dengan aliran arus listrik, kedua molekul air bereaksi dan pada katoda menangkap dua elektron yang tereduksi menjadi H₂ dan ion hidroksida (OH⁻). Pada anoda air terurai menjadi gas oksigen (O₂) dengan melepaskan 4 ion H⁺ dan mengalirkan elektron ke katoda. Dari reaksi tersebut ion H⁺ dan OH⁻ mengalami netralisasi dan membentuk molekul air kembali.

B.P Cara Kerja dari Alat Elektroliser pada Kendaraan

Arus listrik DC disupply dari baterai, kutup anoda dihubungkan ke terminal positif, sedangkan kutup katoda dihubungkan ke ground. Dari kutup anoda, arus listrik mengalir menuju kutup katoda selanjutnya menuju ground. Antara anoda dan katoda

dihubungkan melalui larutan elektrolit, karena larutan elektrolit mampu menghantarkan arus listrik. Dengan adanya aliran listrik pada elektroda, menyebabkan timbulnya gelembung-gelembung kecil berwarna putih. Ini menandakan air mengalami reaksi, sehingga pada anoda terbentuk gas O₂ dan katoda terbentuk gas H₂.



Gambar 3. Desain Reaktor Elektroliser

Gas-gas tersebut kemudian mengalir menuju tabung water trap lalu menuju intake manifold akibat dari isapan piston. Gas tersebut kemudian bercampur dengan bahan bakar dan udara yang telah dicampur di karburator dan berikatan dengan rantai karbonnya. Reaksi pembakaran yang terjadi yaitu campuran udara dan bahan bakar ditambah gas hasil elektrolisa air.

METODE PENELITIAN

A. Metode

Metode yang dipakai dalam ini adalah metode eksperimen, dimana penelitian eksperimen dimaksudkan untuk mengetahui ada tidaknya akibat dari treatment (perlakuan) yang dilakukan pada objek penelitian. Menurut Suharsimi (2010: 9) menyatakan, “eksperimen adalah suatu cara untuk mencari menghubungkan sebab akibat (hubungan kausal) antara suatu faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti”.

B. Variabel Penelitian

Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah, 1). Variabel bebas adalah kondisi

yang mempengaruhi munculnya suatu gejala dalam penelitian ini, yang menjadi variabel bebas adalah mesin mobil yang tidak menggunakan reaktor *elektrolyzer* dan yang menggunakan reaktor *elektrolyzer*, 2). Variabel terikat adalah himpunan sejumlah gejala yang memiliki aspek atau unsur di dalamnya yang menerima atau menyesuaikan diri dengan kondisi variabel lain. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang.

C. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer dimaksudkan untuk menyimpulkan fenomena yang diselidiki dan dikumpulkan secara langsung melalui perlakuan-perlakuan pengujian dengan menggunakan indikator-indikator sebagai parameter saja. Sedangkan data sekunder adalah data penting penunjang penelitian ini yang diperoleh dari karya-karya tulis lain yang sudah ada dan memiliki kaitan dengan topik yang sedang dibahas pada penelitian ini.

D. Teknik Pengumpulan Data

Metode penelitian data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi atau eksperimen laborotrium, dimana pengumpulan data yang dilakukan dengan menggunakan seluruh alat indera yang ada atau percobaan secara langsung di laboratorium. Data tersebut kemudian dituliskan dalam bentuk tabel.

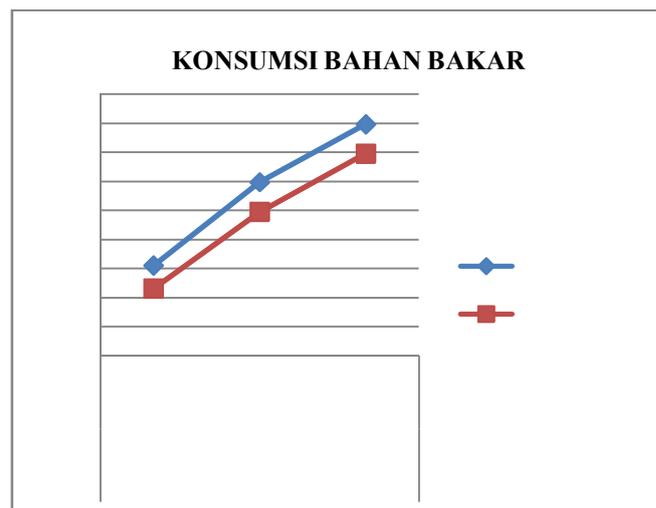
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Nilai Konsumsi Bahan Bakar

Tabel 3. Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

No	Putaran Mesin (RPM)	Konsumsi Bahan Bakar		Gain
		Std (kg/jam)	Elektroliser (kg/jam)	
1	800	0,62148	0,46318	0,1583
2	1500	1,19459	0,98941	0,20518

3	2300	1,59331	1,39102	0,20229
---	------	---------	---------	---------



Gambar 4. Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Antara Mesin Standar dan Pemakaian Reaktor Elektroliser

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat yang berwarna biru menunjukkan besar konsumsi bahan bakar ketika mesin dalam keadaan standar. Angka tersebut didapatkan dari rata-rata pengujian yang dilakukan tiga kali. Tingkat konsumsi bahan bakar yang paling rendah yaitu pada putaran 800 rpm sebesar 0,62148 kg/jam (14,33 cc) sedangkan yang tertinggi pada putaran 2300 yaitu sebesar 1,59331 kg/jam (36,233 cc).

Sedangkan grafik yang berwarna merah menunjukkan konsumsi bahan bakar yang terjadi pada saat penambahan reaktor elektroliser pada kendaraan. Setelah pemakaian reaktor ini, konsumsi bahan bakar cenderung berkurang pada setiap putaran yang sama. Dapat dilihat pada putaran 800 rpm yaitu sebesar 0,46318 kg/jam (10,533 cc). Angka ini menunjukkan penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 25,47% dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Pada putaran 1500 besar konsumsi bahan bakar tanpa perlakuan sebesar 1,19459 kg/jam sedangkan saat pemakaian reaktor elektroliser sebesar 0,98941 kg/jam. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan reaktor elektroliser dapat menurunkan konsumsi bahan bakar sebesar 17,17%. Pada putaran 2300 rpm tanpa perlakuan memakai bahan bakar sebesar 1,59331 kg/jam sedangkan saat menggunakan reaktor elektroliser besar konsumsi bahan bakarnya sebesar 1,39102 kg/jam. Hal

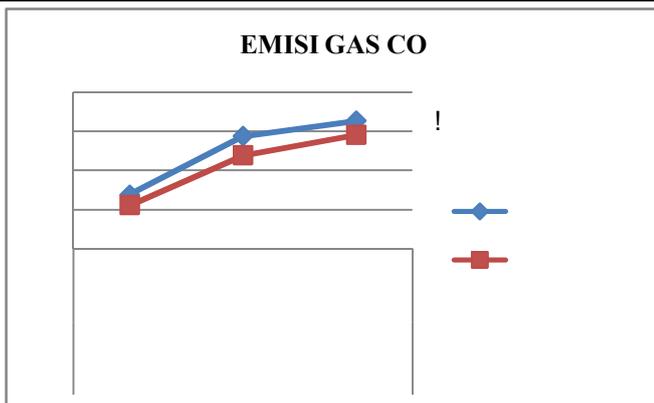
ini dapat menunjukkan bahwa pemakaian reaktor dapat menurunkan konsumsi bahan bakar sebesar 12,69%.

Berdasarkan hasil yang telah dijabarkan di atas, tampak terjadinya penurunan konsumsi bahan bakar setelah menggunakan penambahan reaktor elektroliser. Hal ini sesuai dengan pendapat Urip Sudirman bahwa penambahan gas hasil elektrolisis ini akan membuat pembakaran yang lebih baik karena memiliki nilai oktan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar bensin. Semakin tinggi nilai oktan suatu bahan bakar maka daya ledak yang dihasilkan akan semakin tinggi pula. Dengan besarnya daya ledak yang dihasilkan maka konsumsi bahan bakar akan semakin hemat.

B. Nilai Emisi Gas CO

Tabel 4. Hasil Pengujian Emisi Gas CO

No	Putaran Mesin (RPM)	Emisi Gas CO		Gain
		Standar (%)	Elektroliser (%)	
1	800	1,39	1,12	0,27
2	1500	2,88	2,39	0,49
3	2300	3,27	2,91	0,36



Gambar 5. Grafik Perbandingan Kadar Emisi Gas CO Antara Mesin Standar dan Pemakaian Reaktor Elektroliser

Berdasarkan grafik dan tabel di atas, dapat dilihat pada putaran 800 rpm tanpa perlakuan menghasilkan gas CO sebesar 1,39% sedangkan saat memakai reaktor elektroliser emisi yang dihasilkan sebesar 1,12%. Hal ini menunjukkan penurunan kadar emisi gas CO sebesar 19,42%. Pada putaran 1500 rpm tanpa perlakuan menghasilkan gas CO sebesar 2,88% sedangkan setelah menggunakan reaktor elektroliser menghasilkan gas CO sebesar 2,39%, hasil ini

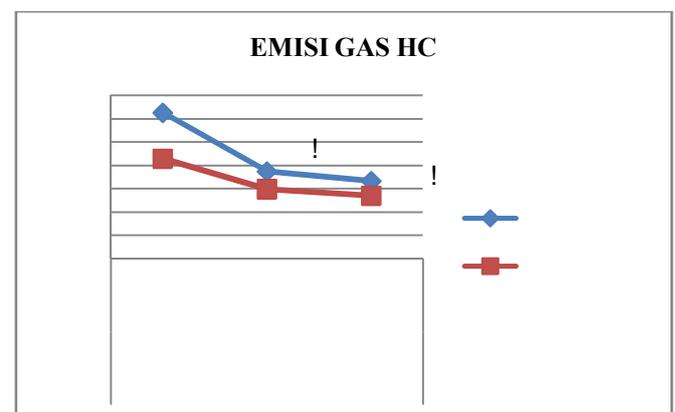
menunjukkan penurunan gas CO sebesar 17,01%. Pada putaran 2300 rpm tanpa perlakuan menghasilkan gas CO sebesar 3,27% sedangkan setelah menggunakan reaktor elektroliser menghasilkan gas CO sebesar 2,91%. Hal ini menunjukkan terjadi penurunan kadar gas CO sebesar 11%.

Gas CO yang dihasilkan pada emisi gas buang mengindikasikan bahwa terjadi pembakaran yang tidak sempurna pada ruang bakar. Kandungan CO akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya putaran mesin. Hal ini disebabkan oleh semakin bertambahnya putaran mesin maka semakin banyak membutuhkan suplai bahan bakar. Namun dengan adanya penambahan gas hidrogen dan oksigen dari hasil reaktor elektroliser terjadi penurunan kadar gas CO, hal ini mengindikasikan adanya pembakaran yang lebih baik di dalam ruang bakar.

C. Nilai Emisi Gas HC

Tabel 5. Hasil Pengujian Emisi Gas HC

No	Putaran Mesin (RPM)	Emisi Gas HC		Gain
		Standar (ppm)	Elektroliser (ppm)	
1	800	312,666	214,666	98
2	1500	187,666	149,666	38
3	2300	167	135,333	31,667



Gambar 6. Grafik Perbandingan Kadar Emisi Gas HC

Berdasarkan grafik dan tabel di atas, dapat diketahui bahwa pada putaran 800 rpm tanpa perlakuan menghasilkan kadar gas HC sebesar 312,666 ppm sedangkan setelah menggunakan reaktor elektroliser menghasilkan gas HC sebesar 214,666 ppm. Hasil ini menunjukkan penurunan kadar emisi gas HC sebesar 31,34%. Pada putaran 1500 rpm

tanpa perlakuan menghasilkan gas HC sebesar 187,666 ppm sedangkan saat menggunakan reaktor elektroliser menghasilkan gas HC sebesar 149,666 ppm, hal ini menunjukkan adanya penurunan kadar gas HC sebesar 20,24%. Pada putaran 2300 rpm tanpa perlakuan menghasilkan gas HC sebesar 167 ppm sedangkan saat menggunakan reaktor elektroliser menghasilkan gas HC sebesar 135,333 ppm. Hasil ini menunjukkan penurunan gas HC sebesar 18,96%.

Kandungan HC pada gas buang menunjukkan banyaknya bahan bakar yang belum terbakar di ruang bakar. Semakin besar nilai HC maka semakin besar bahan bakar yang belum terbakar, ini juga menunjukkan bahwa campuran terlalu kaya. Kandungan gas HC akan semakin berkurang seiring bertambahnya putaran mesin karena temperatur mesin akan semakin bertambah pula. Dari hasil yang telah dijabarkan di atas, dapat diketahui bahwa ada perubahan kandungan gas HC setelah menggunakan reaktor elektrolisa dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan gas hasil elektrolisa ini akan membuat pembakaran lebih baik.

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian yang telah dilaksanakan, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

- 1.P Konsumsi bahan bakar akan semakin bertambah seiring bertambahnya putaran mesin. Namun pada pemakaian reaktor elektroliser, konsumsi bahan bakar terjadi penurunan. Penurunan yang terjadi yaitu sebesar 25,47% pada putaran 800 rpm, 17,17% pada putaran 1500 rpm dan 12,69% pada putaran 2300 rpm.
- 2.P Semakin tinggi putaran mesin, semakin rendah kandungan emisi gas buang CO dan HC yang dihasilkan oleh Toyota Kijang 5K. Namun terdapat penurunan saat pemakaian reaktor elektroliser ini. Untuk gas CO penurunannya sebesar 19,42% pada putaran 800 rpm, 17,01% pada putaran 1500 rpm dan 11% pada putaran 2300 rpm. Sedangkan untuk gas HC penurunannya sebesar 31,34% pada putaran

800 rpm, 20,24% pada putaran 1500 rpm dan 18,98% pada putaran 2300 rpm.

B. Saran

- 1.P Untuk menghemat bahan bakar dan penurunan kadar emisi gas buang disarankan menggunakan reaktor elektroliser pada kendaraan.
- 2.P Pada kendaraan yang belum dilengkapi teknologi injeksi dengan pengontrol elektronik, agar mencoba menggunakan reaktor elektroliser ini sebagai upaya penghematan bahan bakar dan penurunan emisi gas buang.
- 3.P Untuk penelitian selanjutnya bias dilakukan pada variable yang lebih luas lagi yaitu pada daya torsi yang dihasilkan. Dapat juga diicoba dengan menjalankan kendaraan sesuai dengan kondisi jalan yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas Sudijono. (2012). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Charles, W. Keenand. (1993). *Ilmu Kimia Untuk Universitas jilid I*. Jakarta: Erlangga
- College of the Desert. (2001). *Hydrogen Fuel Cell and Related Technologies*. USA
- I Gusti Bagus Wijaya Kusuma. (2002). *Alat Penurun Emisi Gas Buang Pada Motor, Mobil, Motor Tempel Dan Mesin Pembakaran Tak Bergerak*. Jurnal Makara, Teknologi. (Vol. 6, no.3). Halaman 95-101.
- Jalius Jama, dkk. (2008). *Teknik Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Jalius Jama, dkk. (2008). *Teknik Sepeda Motor Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Poempida Hidayatullah dan F. Mustari. (2008). *Rahasia Bahan Bakar Air*. Jakarta: Ufuk Press.
- Raymond Chang. (2004). *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Restu Indra Waskto (2012). *Analisis Penggunaan Gas Hidrogen Hasil Elektrolisis Air Pada Motor Bakar*

*4 Langkah Yang Diinjeksikan Setelah Karburator
Dengan Variasi Lubang Mixer.* Jakarta: UI

- RM.Bagus Irwan & Muhammad Subri. (2005). *Unjuk Kemampuan Catalytic Converter Dengan Katalis Kuningan Untuk Mereduksi Gas Hidro Carbon Motor Bensin.* Jurnal Traksi. (Vol.3, No.2). Halaman 90.
- Stone, Richard & Ball, Jeffrey. K. (2004). *Automotif Engineering Fundamentals.* Amerika : United States Of Amerika.
- Srikandi. (1992). *Polusi Air dan Udara.* Yogyakarta: Kanisius.
- Suharsimi Arikunto. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik.* Jakarta: Rineka Cipta
- Tim Penyusun UNP. (2009). *Buku Panduan Penelitian Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang.* Padang: Universitas Negeri Padang.
- Toyota (1972). *Materi Pembelajaran Engine Grup Step 2.* Jakarta: PT Toyota Astra Motor.
- Toyota Astra Motor (1981). *Toyota Pedoman Reparasi Mesin Seri K.* Jakarta: PT Toyota Astra Motor.
- Wardan Suyanto. (1989). *Teori Motor Bensin.* Jakarta: Dikti
- Wisnu Arya Wardhana. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan.* Yogyakarta: Andi Offset.