

ANALISA EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR HONDA KARISMA YANG MENGGUNAKAN *HYDROGEN ELECTROLYZER*

NELCE D. MUSKITA

Program Studi Teknik Mesin
Politeknik Saint Paul Sorong
Email nelcemuskita779@gmail.com

ABSTRAK

Pemanasan global saat ini menyebabkan banyaknya karbon dioksida (CO_2) yang berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor. Keadaan ini menjadi semakin diperparah dengan pola hidup sebagian besar masyarakat Indonesia yang masih mengandalkan kendaraan berbahan bakar bensin sebagai penunjang aktivitas sehari-hari. Beragam alat untuk menghemat bahan bakar mulai bermunculan. Sepeda motor HHO (hidrogen hidrogen oksigen) adalah sepeda motor yang menggunakan bantuan elektrolisis air sebagai campuran bahan bakar bensin, hidrogen dari air yang sudah dipecah oleh generator gas dalam proses elektrolisis itu menjadi semacam aditif yang membuat mesin lebih irit BBM dan bersih. Hydrogen Electrolyzer merupakan salah satu teknologi baru yang sedang dalam pengembangan, yang mana Hydrogen Electrolyzer ini berupa tabung plastik yang komponen di dalamnya berisi dua buah elektroda katoda (+) dan anoda (-) yang merupakan besi stainless steel di isi dengan air bersih (murni tanpa kandungan unsur lain) yang ditambahkan elektrolit selanjutnya dihubungkan pada aki (accu) motor untuk mengubah air menjadi gas HHO. Gas HHO inilah yang akan digunakan sebagai sumber energi dan penghematan bahan bakar dalam mesin bakar, yang akan berdampak pada penurunan kadar CO (karbon monoksida) dan kadar HC (hidro karbon) yang dihasilkan sepeda motor yang menggunakan tabung hydrogen electrolyzer, sedangkan kadar CO_2 dan kadar O_2 mengalami peningkatan sehingga perbandingan kadar HC (hidro karbon) pada emisi gas buang yang dihasilkan pada sepeda motor yang menggunakan tabung hydrogen electrolyzer ini menyebabkan proses pembakaran menjadi lebih sempurna dibandingkan proses pembakaran pada sepeda motor tanpa menggunakan tabung hydrogen electrolyzer.

Kata Kunci: Emisi Gas Buang, Sepeda Motor, Hydrogen Electrolyzer

ABSTRACT

Global warming is currently causing a lot of carbon dioxide (CO_2) which comes from motor vehicle exhaust emissions. This situation is further exacerbated by the lifestyle of the majority of Indonesian people who still rely on petrol-powered vehicles to support their daily activities. Various tools to save fuel are starting to appear. HHO (hydrogen hydrogen oxygen) motorbikes are motorbikes that use the help of electrolyzed air as a mixture of gasoline fuel, hydrogen from water which has been broken down by a gas generator in the electrolyzed process into a kind of additive that makes the engine more fuel efficient and cleaner. The Hydrogen Electrolyzer is a new technology that is currently under development, where the Hydrogen Electrolyzer is in the form of a plastic tube whose components contain two cathode (+) and anode (-) electrodes which are stainless steel filled with clean water (pure without containing other elements) which are added to the electrolyte and then connected to the motor battery (accumulator) to convert the air into HHO gas. This HHO gas will be used as a source of energy and fuel savings in combustion engines, which will have an impact on reducing CO (carbon monoxide) levels and HC (hydro carbon) levels produced by motorbikes that use hydrogen electrolyzer tubes, while CO_2 levels and O_2 has increased so that the ratio of HC (hydro carbon) levels in exhaust emissions produced on motorbikes that use hydrogen electrolyzer tubes causes the combustion process to be more perfect compared to the combustion process on motorbikes without using hydrogen electrolyzer tubes.

Keywords: Exhaust Gas Emissions, Motorcycles, Hydrogen Electrolyzer

PENDAHULUAN

Kenaikan harga BBM (bahan bakar minyak) yang akhir-akhir ini sedang kita hadapi disertai kelangkaan BBM mengakibatkan antrian panjang pada setiap SPBU (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum), belum lagi masyarakat yang sengaja memodifikasi kendaraanya untuk membeli BBM di SPBU dengan jumlah yang banyak sehingga melewati batasan pembelian BBM di SPBU untuk dijual kembali dengan harga diatas dari harga normal.

Kontributor terbesar pemanasan global saat ini adalah karbon dioksida (CO_2) yang berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor. Keadaan ini menjadi semakin parah dengan pola hidup sebagian besar masyarakat Indonesia yang masih mengandalkan kendaraan berbahan bakar bensin sebagai penunjang aktivitas sehari-hari. Maka dari itu kita harus berusaha membuat sesuatu yang bisa mengatasi permasalahan pada saat ini. Semua ini dilakukan untuk menghemat pengeluaran biaya transportasi dalam kehidupan sehari-hari.

Beragam alat untuk menghemat bahan bakar pun bermunculan. Salah satu yang paling menarik perhatian adalah penghematan bahan bakar menggunakan air. Saat ini tidak hanya memikirkan seberapa besar penghematan bahan bakar yang didapat tetapi perlu dipikirkan juga agar ramah terhadap lingkungan sehingga dapat mencegah percepatan pemanasan global yang berlebih. Hal ini sangat penting sekali bagi kehidupan manusia yang ada di seluruh muka bumi dan kelangsungan makhluk hidup yang lainnya.

Sepeda motor HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) adalah sepeda motor yang menggunakan bantuan elektrolisis air sebagai campuran bahan bakar bensin, hidrogen dari air yang sudah dipecah oleh generator gas dalam proses elektrolisis itu menjadi semacam aditif yang membuat mesin lebih irit BBM dan bersih. Salah satu teknologi baru yang sedang dalam pengembangan adalah *hydrogen electrolyzer*.

Hydrogen Electrolyzer ini berupa tabung plastik yang komponen di dalamnya berisi dua buah elektroda katoda (+) dan anoda (-) yang merupakan besi stainless steel di isi dengan air bersih (murni tanpa kandungan unsur lain) yang ditambahkan elektrolit selanjutnya dihubungkan pada aki (*accu*) motor untuk mengubah air menjadi gas HHO. Gas HHO inilah yang akan digunakan sebagai sumber energi dan

penghematan bahan bakar dalam mesin bakar. Elektrolit yang dipilih dalam tugas akhir ini adalah soda kue (NaHCO_3) karena keberadaannya mudah didapat dan murah.

KAJIAN PUSTAKA

Motor Bensin

Mesin bensin atau mesin Otto dari Nikolaus Otto adalah sebuah tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran dirancang untuk menggunakan bahan bakar bensin atau yang sejenis.

Mesin bensin berbeda dengan mesin diesel dalam metode pencampuran bahan bakar dengan udara, dan mesin bensin selalu menggunakan penyalaan busi untuk proses pembakaran. Pada mesin diesel hanya udara yang dikompresikan dalam ruang bakar dan dengan sendirinya udara tersebut terpanaskan, bahan bakar disuntikan ke dalam ruang bakar di akhir langkah kompresi untuk bercampur dengan udara yang sangat panas, pada saat kombinasi antara jumlah udara, jumlah bahan bakar, dan temperatur dalam kondisi tepat maka campuran udara dan bahan bakar tersebut akan terbakar dengan sendirinya.

Mesin bensin pada umumnya udara dan bahan bakar dicampur sebelum masuk ke ruang bakar, sebagian kecil mesin bensin modern mengaplikasikan injeksi bahan bakar langsung ke silinder ruang bakar untuk mendapatkan emisi gas buang yang ramah lingkungan. Pencampuran udara dan bahan bakar dilakukan oleh karburator atau sistem injeksi, keduanya mengalami perkembangan dari sistem manual sampai dengan penambahan sensor-sensor elektronik. Sistem injeksi bahan bakar di motor otto terjadi di luar silinder, tujuannya untuk mencampur udara dengan bahan bakar seproporsional mungkin. Hal ini disebut EFI (*Electronic Fuel Injection*).

Tiga syarat utama supaya mesin bensin dapat bekerja:

1. Kompresi ruang bakar yang cukup

2. Komposisi campuran udara dan bahan bakar yang sesuai
3. Pengapian yang tepat (besar percikan busi dan waktu penyalaan/*timing ignition*)

Prinsip dasar motor bensin

Prinsip dasar motor bensin sebagai berikut:

1. Langkah Hisap

Dalam langkah ini, campuran bahan bakar dan bensin ke dalam silinder. Katup hisap membuka sedangkan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak ke bawah, menyebabkan ruang silinder menjadi vakum dan menyebabkan masuknya campuran udara dan bahan bakar ke dalam silinder yang disebabkan adanya tekanan udara luar.

2. Langkah Kompresi

Dalam langkah ini, campuran udara dan bahan bakar dikompresikan. Katup hisap dan katup buang tertutup. Waktu torak naik dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), campuran bensin yang dihisap tadi dikompresikan. Akibatnya tekanan dan temperaturnya akan naik, saat ini percikan api dari busi terjadi sehingga akan mudah terbakar. Poros engkol berputar satu kali ketika torak mencapai TMA.

3. Langkah Usaha

Dalam langkah ini, mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Sesaat torak mencapai TMA pada saat langkah kompresi, busi memberi loncatan api pada campuran yang telah dikompresikan. Dengan adanya pembakaran, kekuatan dari tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong torak ke bawah. Usaha ini yang menjadi tenaga mesin.

4. Langkah Buang

Dalam langkah ini, gas yang terbakar, akan dibuang dalam silinder. Katup buang terbuka dan torak bergerak dari TMB ke TMA, mendorong gas bekas keluar dari silinder. Ketika torak mencapai TMA, akan mulai bergerak lagi untuk persiapan langkah berikutnya, yaitu langkah hisap.

Poros engkol telah melakukan 2 putaran penuh dalam satu siklus yang terdiri dari

empat langkah yaitu, 1 langkah hisap, 1 langkah kompresi, 1 langkah usaha, 1 langkah buang yang merupakan dasar kerja dari pada mesin empat langkah.

Emisi Gas Buang Motor Bensin

Emisi zat pencemar udara yang berasal dari kendaraan bermotor bersumber dari:

1. *Blow by gas* merupakan gas yang lolos ke dalam ruang engkol melalui celah antara ring piston dan silinder ketika terjadi langkah kompresi.
 - Berupa gas *Hydrocarbon* (HC).
 - Bila dibiarkan di dalam engkol bisa merusak kualitas oli.
2. *Evaporated fuel* merupakan penguapan bensin dari dalam tangki maupun ruang pelampung dalam karburator yang berupa gas *Hydrocarbon* (HC).
3. Emisi gas buang merupakan gas hasil pembakaran di dalam mesin dan dikeluarkan melalui saluran pembuangan (knalpot).
 - Gas buang: CO₂, H₂O, O₂, HC, CO, NO_x, Pb, SO_x.
 - Emisi: HC (*HydroCarbon*), CO (*Carbon Monoxide*), NO_x (Nitrogen Oxide), SO_x (Sulfur-oxide), Pb (Senyawa Timah Hitam).

Zat pencemar udara utama yang terkandung dalam gas buang kendaraan bermotor pada umumnya terdiri dari:

- a. Karbon Monoksida (CO).
- b. Karbon Dioksida (CO₂).
- c. Hidrokarbon (HC).
- d. Nitrogen Oksida (NO_x).
- e. Sulfur Oksida (SO_x) dan senyawa timah hitam.

Sedangkan zat pencemar udara lainnya, seperti sulfur oksida (SO_x) dan senyawa timah hitam (Pb) biasanya berasal dari bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan bermotor tersebut.

a. Karbon Monoksida (CO)

- 1 Pembentukan karbon monoksida di ruang bakar disebabkan oleh proses pembakaran yang tidak sempurna. Oleh karena itu besar atau kecilnya jumlah karbon monoksida yang dihasilkan oleh setiap kendaraan tersebut sangat tergantung pada tingkat kesempurnaan proses pembakaran. Sebagai salah satu contoh, dapat dijelaskan proses terjadinya pembakaran bahan bakar bensin (C₈H₁₈) pada ruang

engine otto. Proses pembakaran dapat terjadi sempurna jika kebutuhan oksigen / udara untuk membakar bahan bakar bensin tersebut dijaga pada rasio yang memadai. Oleh karena itu agar proses pembakaran tersebut terjadi secara sempurna, harus memenuhi reaksi kimia tersebut $2C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18H_2O$.

- 2 Artinya, untuk membakar secara sempurna 2 molekul C_8H_{18} diperlukan 25 molekul O_2 . Dengan perkataan lain, untuk membakar sempurna 228 gr C_8H_{18} diperlukan oksigen seberat 800 gr atau 1 gr C_8H_{18} memerlukan 3,5 gr oksigen.

b. Karbon Dioksida (CO_2)

Karbon dioksida (CO_2) merupakan hasil pembakaran antara bahan bakar dengan udara di ruang bakar. Karbon dioksida selalu terbentuk dalam proses pembakaran berlangsung.

c. Hidrokarbon (HC)

Senyawa Hidro karbon (HC), terjadi karena bahan bakar belum terbakar tetapi sudah terbuang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar. Senyawa hidro karbon (HC) dibedakan menjadi dua yaitu bahan bakar yang tidak terbakar sehingga keluar menjadi gas mentah, serta bahan bakar yang terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang. Senyawa HC akan berdampak terasa pedih di mata, mengakibatkan tenggorokan sakit, penyakit paru-paru dan kanker.

d. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen oksida (NO_x) dihasilkan senyawa nitrogen dan oksida yang terkandung di udara dari campuran udara dan bahan bakar. Kedua unsur tersebut bersenyawa jika temperatur didalam ruang bakar diatas $1.800^\circ C$. 95% dari NO_x yang terdapat pada gas buangan berupa nitric oxide (NO) yang terbentuk di dalam ruang bakar, dengan reaksi kimia berikut: $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$.

Nitric oxide ini selanjutnya bereaksi dengan oksigen diudara membentuk nitrogen dioksida (NO_2). Dalam kondisi normal, nitrogen (N_2) akan stabil berada diudara atmosfer sebesar hampir 80%, namun dalam keadaan temperatur tinggi (diatas sekitar $1.800^\circ C$) dan pada konsentrasi oksigen yang tinggi, maka nitrogen bereaksi dengan oksigen membentuk NO. Pada kondisi ini maka konsentrasi NO_x justru akan semakin

besar pada proses pembakaran yang sempurna.

e. Sulfur Oksida (SO_x) dan Senyawa Timah Hitam.

Besarnya zat pencemar sulfur oksida (SO_x) dan senyawa timah hitam sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan bakar yang mengandung sulfur potensial sebagai sumber penyebab terjadinya sulfur oksida (SO_x).

Dampak Emisi Gas Buang Terhadap Kesehatan Manusia

Senyawa-senyawa di dalam gas buang terbentuk selama energi di produksi untuk menjalankan kendaraan bermotor. Beberapa senyawa yang dinyatakan dapat membahayakan kesehatan adalah berbagai oksida sulfur, oksida nitrogen, dan oksida karbon, hidrokarbon, logam berat. Pembentukan gas buang tersebut terjadi selama pembakaran bahan bakar fosil, bensin dan solar di dalam mesin. Dibandingkan dengan sumber stasioner seperti industri dan pusat tenaga listrik, jenis proses pembakaran yang terjadi pada mesin kendaraan bermotor tidak sesempurna di dalam industri dan menghasilkan bahan pencemar pada kadar yang lebih tinggi, terutama berbagai senyawa organik dan oksida nitrogen, sulfur dan karbon.

Keterkaitan antara pencemaran udara di perkotaan dan kemungkinan adanya resiko terhadap kesehatan. Gangguan kesehatan lain diantara kedua pengaruh yang ekstrim ini, misalnya kanker pada paru-paru atau organ tubuh lainnya, penyakit pada saluran tenggorokan yang bersifat kronis, dan kondisi yang diakibatkan karena pengaruh bahan pencemar terhadap organ lain seperti paru-paru dan sistem syaraf. Bahaya gas buang kendaraan bermotor terhadap kesehatan tergantung dari toxine (daya racun).

Berdasarkan sifat kimia dan perilakunya di lingkungan, dampak bahan pencemar yang di dalam gas buang kendaraan bermotor digolongkan sebagai berikut:

1. Bahan-bahan pencemar yang terutama mengganggu saluran pernafasan. Yang termasuk dalam golongan ini adalah oksida sulfur, oksida nitrogen, ozon dan oksida lainnya.
2. Bahan-bahan pencemar yang menimbulkan pengaruh racun sistemik, seperti hidrokarbon monoksida dan timbel/timah hitam.
3. Bahan-bahan pencemar yang dicurigai menimbulkan kanker seperti hidrokarbon.

4. Kondisi yang mengganggu kenyamanan seperti kebisingan, debu jalanan, dll.

Dampak Emisi Gas Buang Terhadap Lingkungan

Tidak semua senyawa yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor diketahui dampaknya terhadap lingkungan selain manusia. Beberapa senyawa yang dihasilkan dari pembakaran sempurna seperti CO₂ yang tidak beracun, belakangan ini menjadi perhatian orang.

Senyawa CO₂ sebenarnya merupakan komponen yang secara alamiah banyak terdapat di udara. Oleh karena itu CO₂ dahulunya tidak menempati urutan pencemaran udara yang menjadi perhatian lebih dari normalnya akibat penggunaan bahan bakar yang berlebihan setiap tahunnya. Pengaruh CO₂ disebut efek rumah kaca dimana CO₂ di atmosfer dapat menyerap energi panas dan menghalangi jalannya energi panas tersebut dari atmosfer ke permukaan yang lebih tinggi. Keadaan ini menyebabkan meningkatnya suhu rata-rata di permukaan bumi dan dapat mengakibatkan meningginya permukaan air laut akibat melelehnya gunung-gunung es, yang pada akhirnya akan mengubah berbagai siklus alamiah.

Pengaruh pencemaran SO₂ terhadap lingkungan telah banyak diketahui, pada tumbuhan adalah bagian yang paling peka terhadap pencemaran SO₂, dimana akan terdapat bercak atau noda putih atau coklat merah pada permukaan daun. Dalam beberapa hal, kerusakan pada tumbuhan dan bangunan disebabkan karena SO₂ dan SO₃ di udara, yang masing-masing membentuk asam sulfat dan asam sulfat. Suspensi asam di udara ini dapat terbawa turun ke tanah bersama air hujan dan mengakibatkan air hujan bersifat asam. Sifat asam dari air hujan ini dapat menyebabkan korosif pada logam-logam dan rangka-rangka bangunan, merusak bahan pakian dan tumbuhan. Oksida nitrogen, NO dan NO₂ berasal dari pembakaran bahan bakar fosil. NO dan NO₂ dapat memudarkan warna dari serat-serat rayon dan menyebabkan warna bahan putih menjadi kekuning-kuningan.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini dilakukan guna mengetahui emisi gas buang yang dihasilkan pada sepeda motor Honda Karisma 125 sebelum

menggunakan *hydrogen electrolyzer* maupun sesudah menggunakan *hydrogen electrolyzer*, adapun objek dan alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- 1) Sepeda Motor : Honda Karisma
Tipe : 4 Tak (Empat langkah)
Kapasitas Silinder : 125cc
Jumlah Silinder : 1 (satu)
Tahun Pembuatan/perakitan: 2005/2005
- 2) Tabung *hydrogen electrolyzer*
- 3) Alat uji emisi gas buang (*Emission Analyzer HG-520*)

Model No	HG-520
Measuring range	CO : 0,00 – 9,99% CO ² : 0,0 – 20,0% λ : 0 – 2.000 HC : 0 – 9999 ppm O ₂ : 0,0 – 25,0% AFR : 0,0 – 99,0
Operation temp	0° - 40°C
Power	AC 220V ± 10%
Serial No	4G4H0104

- 4) Tachometer

Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini ada 2 (dua) tahapan yang dilakukan terhadap objek yang diteliti yaitu tahapan pengujian dan Tahapan analisa. Pada tahapan pengujian sepeda motor Honda Karisma 125 sebagai objek, di uji untuk mendapatkan hasil emisi gas buang motor bensin tersebut sebelum maupun sesudah menggunakan *hydrogen electrolyzer*.

Proses pengujian dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- a. Pada saat pengujian emisi gas buang, kendaraan diuji pada saat posisi putaran mesin 1500rpm, dan 2500rpm, 3000rpm.
- b. Adapun cara pemakaian alat uji emisi gas buang adalah sebagai berikut.
 1. Nyalakan alat uji emisi (*autochek*) gas buang anda +/- 1 menit
 2. Nyalakan kendaraan yang akan diukur dengan mematikan semua kelistrikan seperti, lampu dan lain-lain, kecuali mesin kendaraan
 3. Lakukan akselerasi +/- 3 kali, agar kinerja mesin maksimal
 4. Cek kebocoran pada knalpot kendaraan, jika terdapat kebocoran lakukan perbaikan

- terlebih dahulu. (kebocoran knalpot tidak menghasilkan emisi yang akurat)
- Setelah pemasangan alat dan kendaraan sudah memenuhi. Pilih menu pada alat ukur, lalu pilih bahan bakar (untuk menyesuaikan hasil ukur)
 - Cek kebocoran pada alat ukur apakah alat ukur tidak terjadi kebocoran juga. (ini juga mempengaruhi hasil ukur yang tidak maksimal)
 - Masukkan gas probe pada knalpot kendaraan +/- 30cm
 - Lihat pada layar alat pergerakan angka CO, CO₂, HC, O₂, NO_x, lamda/afr
 - Pengukuran +/- 30 detik sejak gas probe dimasukkan kedalam knalpot kendaraan
 - Jika pergerakan angka tidak menunjukkan kenaikan atau penurunan yang cukup signifikan, maka pengukuran dapat diambil hasil cetaknya
 - Eksekusi hasil tersebut agar tidak naik turun hasil yang akan diambil
 - Cetak hasil ukur

Proses analisa yang dilakukan terhadap pengujian emisi gas buang sepeda motor Honda Karisma 125 sebelum dan sesudah menggunakan *hydrogen electrolyzer* adalah dengan tahapan sebagai berikut:

- Mengambil data dari hasil uji emisi gas buang pada sepeda motor Honda Karisma 125 sebelum dan sesudah menggunakan hydrogen electrolyzer.
- Membandingkan hasil tes uji
- Masukan data dari hasil tes uji emisi gas buang pada tabel dan grafik guna mengetahui perbandingan kualitas emisi gas buang pada sepeda motor.

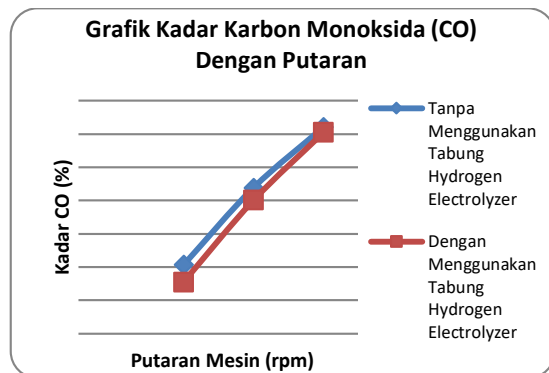
PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran dan Pengujian Emisi Gas Buang

Hasil pengukuran kadar dari emisi gas buang bahan bakar tanpa tambahan hidrogen dan bahan bakar dengan tambahan hidrogen menggunakan alat uji *Gas Analyzer* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Kadar CO dalam Emisi Gas Buang

Banyak Pengujian	Putaran mesin (Rpm)	Kadar Karbon Monoksida (CO %)	
		Tanpa Menggunakan Tabung Hydrogen Electrolyzer	Dengan Menggunakan Tabung Hydrogen Electrolyzer
1	1500	0,93 %	0,66 %
2		1,07 %	0,72 %
3		1,08 %	0,82 %
4		1,05 %	0,86 %
5		1,05 %	0,83 %
Rata-rata		1,03 %	0,77 %
1	2500	2,15 %	1,99 %
2		2,20 %	1,99 %
3		2,14 %	2,01 %
4		2,20 %	1,99 %
5		2,27 %	2,03 %
Rata-rata		2,19 %	2,00 %
1	3500	2,90 %	2,79 %
2		3,04 %	2,78 %
3		3,10 %	3,27 %
4		3,10 %	3,10 %
5		3,38 %	3,18 %
Rata-rata		3,10 %	3,02 %

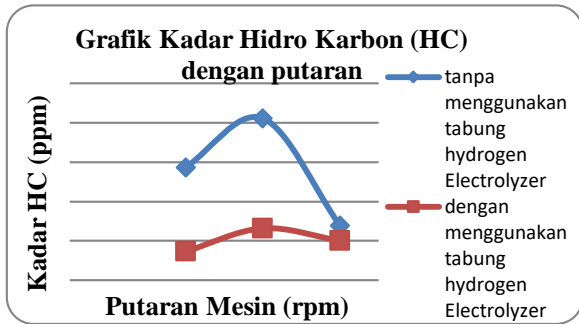


Gambar 1. Hubungan Kadar CO dan Putaran Mesin

Tabel 2. Kadar HC dalam Emisi Gas Buang

Banyak Pengujian	Putaran mesin (Rpm)	Kadar Hidro Karbon (HC %)	
		Tanpa Menggunakan Tabung Hydrogen Electrolyzer	Dengan Menggunakan Tabung Hydrogen Electrolyzer
1	1500	415	121
2		536	183
3		634	123
4		627	199
5		650	112
Rata-rata		572	147
1	2500	776	336
2		804	282
3		850	242
4		818	213
5		858	242
Rata-rata		821	263
1	3500	239	207
2		265	174
3		316	221
4		279	144
5		293	261
Rata-rata		278	201

Perbandingan kadar HC yang terdapat dalam gas buang masing-masing pengujian dapat dilihat pada grafik berikut :

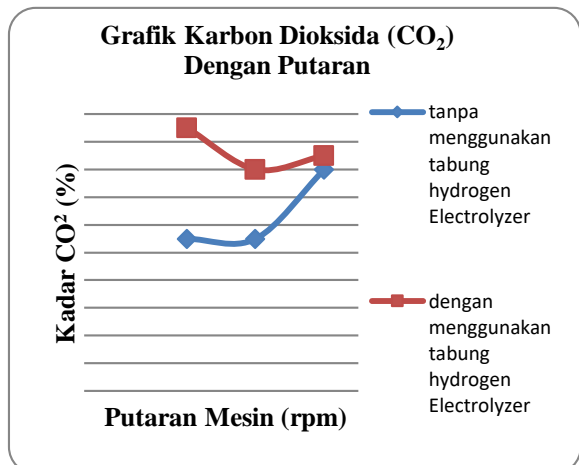


Gambar 2. Hubungan Kadar HC dan Putaran Mesin

Tabel 3. Kadar CO₂ dalam Emisi Gas Buang

Banyak Pengujian	Putaran mesin (Rpm)	Kadar Karbon Dioksida (CO ₂ %)	
		Tanpa Menggunakan Tabung Hydrogen Electrolyzer	Dengan Menggunakan Tabung Hydrogen Electrolyzer
1	1500	1.1	1.9
2		1.1	2.0
3		1.2	1.9
4		1.2	2.1
5		1.1	1.8
Rata-rata		1.1	1.9
1	2500	1.1	1.5
2		1.0	1.6
3		1.1	1.6
4		1.1	1.6
5		1.1	1.6
Rata-rata		1.1	1.6
1	3500	1.5	1.6
2		1.6	1.6
3		1.6	1.9
4		1.6	1.8
5		1.8	1.8
Rata-rata		1.6	1.7

Perbandingan kadar karbon dioksida (CO₂) yang terdapat dalam gas buang masing-masing pengujian dapat dilihat pada gambar berikut :

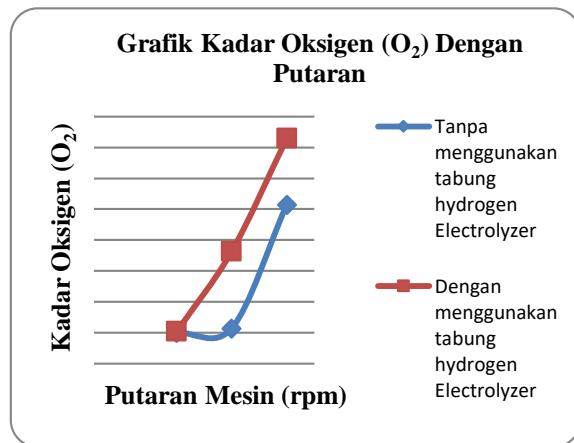


Gambar 3. Hubungan CO₂ dan Putaran Mesin

Tabel 4. Kadar O₂ dalam Emisi Gas Buang

Banyak Pengujian	Putaran mesin (Rpm)	Kadar Oksigen (O ₂ %)	
		Tanpa Menggunakan Tabung Hydrogen Electrolyzer	Dengan Menggunakan Tabung Hydrogen Electrolyzer
1	1500	21.87	21.41
2		20.90	21.41
3		21.42	21.41
4		21.42	21.41
5		21.42	21.40
Rata-rata		21.40	21.41
1	2500	21.40	21.90
2		21.40	21.90
3		21.40	21.90
4		21.40	21.90
5		21.56	22.07
Rata-rata		21.43	21.93
1	3500	22.07	22.40
2		22.07	22.57
3		22.40	22.57
4		22.23	22.73
5		22.23	22.73
Rata-rata		22.23	22.66

Perbandingan kadar oksigen (O₂) yang terdapat dalam gas buang masing-masing pengujian dapat dilihat pada gambar berikut:

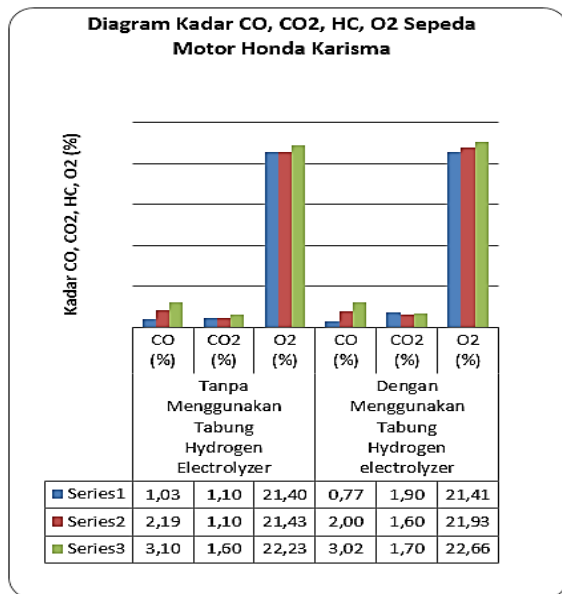


Gambar 4. Hubungan Kadar O₂ dan Putaran Mesin

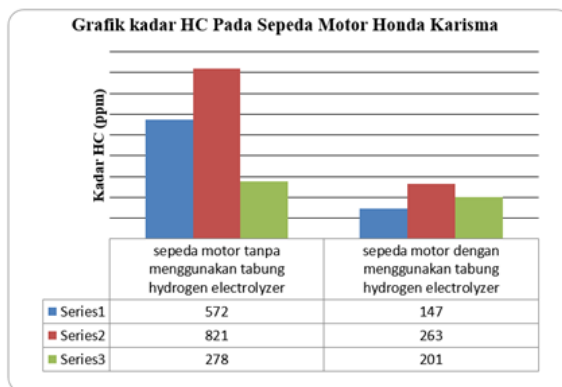
Tabel 5. Kadar CO,HC,CO₂,O₂ dalam Emisi Gas Buang

Putaran Mesin (rpm)	Nilai Rata-Rata Hasil Uji Emisi Gas Buang							
	Tanpa Menggunakan Tabung Hydrogen Electrolyzer				Dengan Menggunakan Tabung Hydrogen Electrolyzer			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
1500	1.03	572	1.1	21.40	0.77	147	1.9	21.41
2500	2.00	821	1.1	21.43	2.19	263	1.6	21.93
3500	3.10	278	1.6	22.23	3.02	201	1.7	22.66

Berdasarkan dari hasil pengujian yang dilakukan yaitu sepeda motor tanpa menggunakan tabung *hydrogen electrolyzer* dan sepeda motor yang menggunakan tabung *hydrogen electrolyzer* dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan kadar karbon monoksida (CO), hidro karbon (HC), sedangkan karbon dioksida (CO₂) dan kadar oksigen (O₂) mengalami peningkatan. Hal ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 5. Diagram Kadar CO, CO₂ dan O₂



Gambar 6. Diagram Kadar HC

Pada saat sepeda motor tanpa menggunakan tabung *hydrogen electrolyzer* kadar CO (Karbon Monoksida) dan HC (Hidro Karbon) sangat tinggi yaitu pada putaran mesin 1500rpm sebesar 1,03 %, 2500rpm sebesar 2,19 % dan 3500rpm sebesar 3,10 %, kadar HC pada putaran mesin 1500rpm sebesar 572 ppm, 2500rpm sebesar 821 ppm dan 3500rpm sebesar 278 ppm. Sedangkan

kadar CO₂ (Karbon Dioksida) pada putaran mesin 1500rpm sebesar 1,60%, 2500rpm dan 3500rpm sebesar 1,10%, kadar O₂ (Oksigen) terendah terjadi pada putaran 1500rpm sebesar 21,40%, 2500rpm sebesar 21,43% dan 3500rpm sebesar 22,23%.

Selanjutnya dilakukan pengujian pada sepeda motor yang menggunakan tabung *hydrogen electrolyzer* didapatkan penurunan yaitu untuk kadar CO pada putaran 1500rpm menjadi 0,77%, putaran 2500rpm turun menjadi 2,00%, dan pada putaran 3500rpm turun menjadi 3,02%, sedangkan kadar HC pada putaran 1500rpm turun menjadi 147 ppm, 2500rpm turun menjadi 263 ppm, 3500rpm turun menjadi 201 ppm.

Kadar CO₂ dan O₂ meningkat, pada putaran 1500rpm kadar CO₂ menjadi 1,90% dan putaran 2500rpm kadar CO₂ naik menjadi 1,60%, dan putaran 3500rpm naik menjadi 1,70%. Kadar O₂ pada putaran 1500rpm naik menjadi 21,40%, putaran 2500rpm naik menjadi 21,93%, putaran 3500rpm kadar O₂ naik menjadi 22,66%.

Dari hasil pengujian ini dapat di simpulkan bahwa sepeda motor dengan menggunakan tabung *hydrogen electrolyzer* dapat mengurangi kadar emisi gas buang pada sepeda motor. Pada sepeda motor tanpa menggunakan tabung *hydrogen electrolyzer* kadar emisi dalam gas buang menunjukkan adanya bahan bakar yang tidak terbakar sehingga dengan adanya *hydrogen electrolyzer* pada sepeda motor dimana campuran bahan bakar dengan tambahan hydrogen yang dihasilkan dari tabung *hydrogen electrolyzer* menyebabkan saluran bahan bakar menjadi bersih hal ini akan mengakibatkan campuran udara dan bahan bakar lebih mudah terbakar serta mengakibatkan pembakaran menjadi lebih sempurna.

Ditinjau dari emisi gas buang yang dihasilkan sepeda motor yang menggunakan tabung *hydrogen electrolyzer* menghasilkan emisi gas buang yang baik, berdasarkan data yang dihasilkan campuran bahan bakar dengan hidrogen memiliki persentase penurunan kadar emisi gas buang. Hal ini membuktikan lebih sempurna pembakaran pada sepeda motor yang menggunakan tabung *hydrogen electrolyzer*, dengan kata lain penambahan hidrogen dengan bahan bakar menghasilkan

emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan sepeda motor tanpa menggunakan tabung *hydrogen electrolyzer*.

PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa data yang diperoleh maka dapat disimpulkan:

1. Emisi gas buang yang dihasilkan pada sepeda motor lebih rendah dengan menggunakan *Hydrogen Electrolyzer*.
2. Terjadi penurunan kadar CO (karbon monoksida) dan kadar HC (hidro karbon) yang dihasilkan sepeda motor karisma yang menggunakan tabung hydrogen electrolyzer, sedangkan kadar CO² dan kadar O₂ mengalami peningkatan
3. Dilihat dari perbandingan kadar HC (hidro karbon) pada emisi gas buang yang dihasilkan pada sepeda motor yang menggunakan tabung *hydrogen electrolyzer* proses pembakaran menjadi lebih sempurna dibandingkan proses pembakaran pada sepeda motor tanpa menggunakan tabung *hydrogen electrolyzer*.

Sehingga kedepannya disarankan agar dalam penggunaan tabung *hydrogen electrolyzer* ini sangat baik digunakan pada setiap kendaraan bermotor yang bertujuan agar kendaraan bermotor lebih ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Aziz Manggala Saputra. "Pengaruh Penggunaan Tipe Elektroliser dan Jenis Larutan pada Hydrogen Eco Booster Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor 4 Tak". Skripsi Universitas Sebelas Maret Surakarta. Agustus 2016
- A. Tri Tugaswati. "Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan". Komisi Penghapusan Bensin Bertimbel, Tahun 2008
- Awal Syahrani "Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi". Jurnal SMARTek Vol. 3 NO. 4 Tahun 2006
- Donny Fernandez. 'Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC) dan Karbon Monoksida (CO)". SAINSTEK | Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Vol. 12 No. 1 (2009).

Ifan Putra, Hasan Maksum, Donny Fernandez. "Pengaruh Penambahan Gas Hasil Elektrolisa Air Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Honda Vario Techno". Automotive Engineering Education Journal Vol. 3 No. 4 Tahun 2014

Ismiyati, Devi Marlita, Deslida Saidah. "Pencemaran Udara Akibat Emisi gas Buang Kendaraan Bermotor". Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik, Vol 1 No. 3 (2014)

Joko Winarno. 'Studi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermesin Bensin Pada Berbagai Merk Kendaraan Dan Tahun Pembuatan'. Jurnal Teknik Vol. 4 No 1 (2014).

Sigit Wicahyo, I Made Arsana. "Pengaruh Penggunaan Hydrogen Booster Electrolyzer terhadap Performa Mesin dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Empat Langkah". Jurnal Teknik Mesin Unesa Volume 01 Nomor 03 Tahun 2013, Mei 2013.