

Pengaruh Penambahan Gas Hasil Elektrolisa Air Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Honda Vario Techno

Ifan Adrian Putra¹, Hasan Maksum², Donny Fernandez³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Otomotif FT UNP

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 INDONESIA

¹ifanputra2122@yahoo.co.id

²hasan_maksum@yahoo.co.id

³.fernandez79@yahoo.co.uk

Intisari – Meningkatnya jumlah Sepeda motor berdampak pada meningkatnya emisi gas buang. Emisi gas buang merupakan gas sisa hasil dari pembakaran pada motor pembakaran dalam yang bersifat polutan dan mengemisikan gas berbahaya bagi kesehatan serta lingkungan seperti gas karbonmonoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan lain-lain. Mengatasi masalah emisi gas buang salah satu caranya adalah dengan penambahan gas hasil elektrolisa air yang menghasilkan gas hidrogen dan oksigen. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Hasil penelitian pengaruh penambahan gas hasil elektrolisa air terhadap emisi gas buang sepeda motor Honda Vario Techno dapat disimpulkan bahwa penambahan gas hasil elektrolisa air pada kendaraan bermotor 4 tak dapat mengurangi emisi gas buang dengan penurunan persentase emisi gas karbonmonoksida (CO) sebesar 13,04 % dan 19,44% pada gas hidrokarbon (HC).

Kata kunci — emisi gas buang, elektrolisa air, sepeda motor

Abstract— The increasing number of motorcycle impacted on increasing exhaust emissions. Exhaust emissions is residual gas result of combustion on internal combustion engine that emits pollutant are harmful to health and the environment such as the gas carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), and others. Troubleshooting on exhaust emissions one way is with the addition of water electrolysis result gases that produce hydrogen and oxygen gas. This research uses experimental research. result of reserch the effect of adding water electrolysis result gases against exhaust emissions Honda Vario Techno Motor Cycle can be concluded that the addition of water electrolysis result gases on four stroke vehicle can be reduce exhaust emissions by the percentage reduction in emissions of carbon monoxide (CO) of 13.04% and 19.44% on gas hydrocarbons (HC).

Keywords— exhaust emissions, water electrolysis, motor cycle

I. PENDAHULUAN

Udara merupakan zat yang sangat penting bagi kehidupan sehingga perlu diperhatikan kebersihannya. Kenyataan saat ini banyak terjadi pencemaran yang mempengaruhi kualitas udara yang berasal dari transportasi, industri, pembuangan sampah, pembakaran stasioner dan lain-lain. pencemaran udara indonesia dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Pencemaran Udara di Indonesia Tahun 2012

Sumber pencemar-an	Jumlah Komponen Pencemar. Juta ton/tahun					
	CO	NO _x	SO _x	HC	Parti-kulat	Total
Transportasi	63.8	8.1	0.8	16.6	1.2	90.5
Industri	9.7	0.2	7.3	4.6	7.5	29.3
Pembuang-an sampah	7.8	0.6	0.1	1.6	1.1	11.2
Pembakar-an stasioner	1.9	10.0	24.4	0.7	8.9	45.9
Lain-lain	16.9	1.7	0.6	8.5	9.6	37.3

Sumber: Menteri Negara Lingkungan Hidup

Salah satu penyebab pencemaran udara yaitu sektor transportasi.. Sektor transportasi darat didominasi oleh kendaraan bermotor roda dua. Data yang diperoleh dari kementerian perhubungan menjelaskan jumlah sepeda motor dari tahun 2008 sampai tahun 2012.

Tabel II. Jumlah Sepeda Motor di Indonesia Tahun 2008-2012

No	Tahun	Sepeda Motor (Unit)
1	2008	51.697.879
2	2009	59.447.626
3	2010	59.415.450
4	2011	65.724.861
5	2012	74.613.566
Rata-rata Peningkatan		9,52%

Sumber : Kementerian Perhubungan (2012:9)

Meningkatnya populasi sepeda motor tentu seiring dengan emisi gas buang yang dihasilkan. Emisi gas buang merupakan gas sisa hasil dari pembakaran pada motor pembakaran dalam yang bersifat polutan atau racun. Emisi gas buang yang sangat

Emisi gas buang berbahaya diantaranya gas karbonmonoksida (CO), hidrokarbon(HC). Zainal & Sukoco (2009:34) “gas buang umumnya terdiri dari Gas yang tidak beracun meliputi N₂ (Nitrogen), CO₂ (Karbon dioksida) dan H₂O (Uap Air) sebagian kecil merupakan gas beracun seperti Karbon Monoksida (CO), Hidro Karbon (HC), Nitrogen Oksida (NOx)”. Karbonmonoksida merupakan emisi gas buang yang sangat berbahaya. Adapun efek dari menghirup gas CO secara langsung akan mempengaruhi kadar hemoglobin darah seperti yang dinyatakan dengan tabel 3 dibawah ini:

Tabel III. Efek Gas CO pada Hemoglobin (HB) Darah

Konsentrasi CO HB dalam darah (%)	Pengaruhnya Terhadap Kesehatan
< 1	Tidak ada pengaruh
1.0 – 2.0	Penampilan/sikap tidak normal
2.0 – 5.0	Pengaruhnya terhadap sistem syaraf sentral, penglihatan kabur
≥ 5.0	Perubahan fungsi jantung dan pulmonari
10.0 – 80.0	Kepala pening, mual, berkunang-kunang

Sumber: Srikandi (1992: 100)

Gas hidrokarbon juga merupakan emisi berbahaya yang dihasilkan dari pembakaran motor pembakaran dalam. Adapun efek yang ditimbulkan oleh gas hidrokarbon dapat kita lihat pada tabel 4 dibawah ini:

Tabel IV. Efek HC Terhadap Manusia

Senyawa HC	Konsentrasi (ppm)	Pengaruhnya
Benzena	100	Iritasi terhadap mukosa
	3.000	Lemas (0,5 – 1 jam)
	7.500	Paralysys (0,5 – 1 jam)
	20.000	Kematian (5 – 10 menit)
Toluena	200	Pusing, lemah, pandangan kabur setelah 8 jam.
	600	Gangguan saraf dan dapat diikuti kematian setelah kontak dalam waktu yang lama.

Sumber: Wisnu (2004: 124)

Mengatasi masalah emisi gas buang pada sepeda motor Honda Vario Techno perlu dicari suatu sumber baru, metode atau teknologi penurunan emisi gas buang. Salah satu teknologi penurunan emisi gas buang yaitu menggunakan elektrolisis air. Suhirta (2008:66) “teknologi elektrolisis air dapat menghasilkan gas hidrogen yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar”. Sistem bahan bakar dengan menggunakan air disebut juga dengan *Brown Gas* (Hidrogen-Hidrogen Oksigen). Gas yang dihasilkan yaitu hidrogen dan oksigen. Sistem *brown gas* merupakan sistem elektrolisa air yang ditambahkan dengan katalisator yang dapat memisahkan unsur kandungan air menjadi oksigen dan hidrogen yang memiliki nilai oktan yang lebih baik. Hal ini dibuktikan pada penelitian Iqbal (2012:5) “tingkat emisi gas buang CO₂ menurun 15,31% sedangkan nilai HC menurun 16,27 % dan

nilai NO_x menurun sebesar 19 % “. Proses pada elektrolisis, air diuraikan menjadi hidrogen dan oksigen. Cara ini dengan menggunakan arus searah lewat air yang telah ditambahi katalis berupa Natrium Hidroksida (NaOH) dengan memanfaatkan reaksi redoks. Keenand (1993:355) “Penggunaan arus listrik untuk melakukan reaksi redoks disebut elektrolisis”. Uraian yang telah penulis paparkan dapat disimpulkan bahwa teknologi elektrolisis air bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk mengurangi emisi gas buang kendaraan bermotor.

II. KAJIAN TEORI

A. Pembakaran Pada Motor Bensin

Proses pembakaran pada engine dapat dibagi dalam tiga tahap: (1) penyalaan (2) perambatan nyala api (3) akhir penyalaan. Tahap penyalaan, bahan bakar yang terbakar hanya 5-10%. Selama periode penyalaan, busi memercikkan bunga api dan proses pembakaran dimulai tetapi tekanan di ruang bakar masih rendah sehingga belum ada usaha yang dihasilkan.

Tahap kedua yaitu perambatan nyala api. Usaha yang dihasilkan nantinya akan mendorong piston akibat ledakan campuran bahan bakar yang terjadi pada tahap perambatan api dalam proses pembakaran (sekitar 5-10 ° sesudah TMA). Periode ini terjadi sekitar 80-90% bagian dari massa campuran bahan bakar dan udara terbakar. Selama tahap ini, tekanan di dalam selinder sangat tinggi atau berada pada tekanan maksimum yang akan membentuk tenaga untuk menghasilkan usaha pada langkah usaha.

Tahap ketiga yaitu akhir penyalaan. Jumlah campuran bahan bakar dan udara terakhir terbakar 5% pada tahap akhir penyalaan. Tekanan akan turun sangat cepat pada tahap ini dan pembakaran berakhir. Pembakaran pada engine merupakan reaksi senyawa kimia yang cepat antara bahan bakar dan oksigen dengan proses dapat dibagi dalam tiga tahap yaitu proses penyalaan, perambatan nyala api dan akhir penyalaan yang menghasilkan energi berupa panas, cahaya serta gas sisa pembakaran. Ada tiga pembakaran dapat terjadi pada pembakaran motor bensin yaitu:

1. Pembakaran Sempurna (Normal)

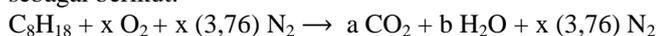
pembakaran sempurna adalah terbakarnya campuran udara dengan bahan bakar di dalam ruang bakar secara cepat dan merata yang terdiri dari beberapa tahap pembakaran. Tahap awal, ketika busi meloncatkan bunga api. Tahap kedua, api membakar campuran udara dengan bahan bakar yang berada disekelilingnya. Tahap akhir, api membakar seluruh campuran udara dan bahan bakar yang berada di dalam ruang bakar sampai habis.

2. *Pembakaran Tidak Sempurna*: Pembakaran tidak sempurna terbagi atas denotasi dan *pre ignition*. Denotasi biasanya selama akselerasi yang disebabkan karena pembakaran yang tidak normal atau tidak terkontrol di dalam silinder. *Pre ignition* adalah terbakarnya campuran udara dan bahan bakar tidak berasal dari percikan bunga api dari busi, melainkan temperatur yang sangat tinggi yang disebabkan

oleh elektroda busi yang terlalu panas, endapan karbon dan lain-lain

B. Bahan Bakar Bensin (Premium)

Bensin merupakan senyawa hidrokarbon yang memiliki rumus kimia C_8H_{18} . Molekulnya terdiri atas delapan atom C (Carbon) dan delapan belas atom H (Hydrogen). Bensin merupakan golongan alkana dengan titik didih $128^{\circ}C$ dan berat jenis $20^{\circ}C$ adalah $0,70 \frac{g}{ml}$. Rumus molekul bensin adalah C_8H_{18} . Dalam pembakaran bensin (dianggap terdiri atas oktana murni) di dalam mesin mobil terjadi reaksi kimia sebagai berikut:



C. Elektrolisa Air

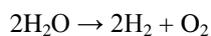
1) *Pengertian elektrolisa air*: Elektrolisa air adalah proses perubahan energi kimia melalui reaksi redoks (reduksi-oksidasi) dengan bantuan energi listrik yang menghasilkan gas hidrogen dan oksigen. Gas hidrogen inilah bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar bagi kendaraan.

2) *Reaksi Reduksi-Oksidasi (Redoks)*: Reaksi reduksi - oksidasi dapat kita simpulkan bahwa reaksi reduksi oksidasi merupakan suatu perubahan kimia yang berlangsung secara simultan (bersamaan) yaitu:

- Jika suatu zat melepaskan atau mengikat oksigen.
- Jika suatu zat menerima atau melepaskan electron.
- Jika suatu unsur mengalami penambahan atau penurunan bilangan oksidasi.

3) *Aspek Kuantitatif Elektrolisis*: Mengetahui seberapa baik elektrolisis air dalam menghasilkan gas HHO, perlu diketahui seberapa banyak gas HHO yang dihasilkan oleh elektrolisis tersebut. Kandungan massa H_2 dalam gas HHO dapat dihitung menggunakan persamaan kimia. Antoine Laurent Lavoisier (1743–1794) menyatakan dalam hukumnya yang dikenal dengan hukum kekekalan massa yaitu massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi adalah tetap. Jika masa H_2O yang dielektrolisis 1g maka produksi total H_2 dan O_2 juga 1g, sehingga jika diketahui $Mr H_2O=18$, $Mr H_2=2$, $Mr O_2=32$, maka didapatkan mol H_2 :

$$mol = \frac{massa}{Mr}$$



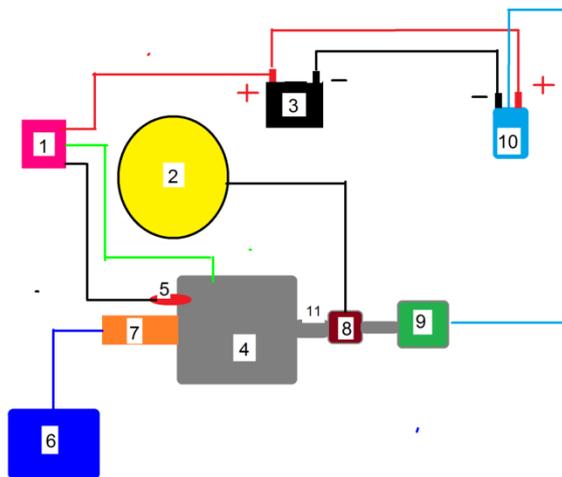
$$mol H_2O = \frac{1g}{18 \frac{g}{mol}} = 0.055 \text{ mol}$$

$$mol H_2 = \frac{\text{koefisien } H_2}{\text{koefisien } H_2O} \times mol H_2O = 0.55 \text{ mol}$$

$$massa H_2 = 0.055 \times Mr H_2 = 0.055 \times 2 = 0.11 \text{ g}$$

4) *Gas Hasil Elektrolisa Air*: Gas hasil elektrolisa air (hidrogen-hidrogen-oksigen) adalah gas yang dihasilkan dari proses perubahan energi kimia melalui reaksi redoks(reduksi-oksidasi) dengan bantuan energi listrik yang menghasilkan gas hidrogen dan oksigen dengan komposisi 2 hidrogen dan 1 oksigen.

5) Pemasangan Gas Elektrolisa Air Pada Kendaraan



Gambar 1. Pemasangan Elektrolisa Air Pada Sepeda Motor

Keterangan	
1	Rpm Tester
2	Tangki Bahan Bakar
3	Baterai 12 v
4	Engine
5	Busi
6	Fourgas Analyzer
7	Knalpot
8	Karburator
9	Saringan Udara (Air filter)
10	Tabung elektroliser
11	Intake Manifold

D. Emisi Gas Buang Kendaraan

Emisi gas buang adalah polutan berupa gas (HC , CO , NO_x) hasil dari pembakaran pada motor pembakaran dalam yang tidak sempurna dan dilepas ke udara melalui saluran buang sehingga dapat mempengaruhi kualitas udara, karena memiliki potensi sebagai pencemar dan bersifat racun.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Desain penelitian ini digolongkan pada penelitian pendekatan eksperimen. Adapun yang menjadi objek penelitian dalam penelitian ini adalah gas hasil elektrolisa air yang ditambahkan pada sepeda motor empat langkah yaitu Honda Vario Techno tahun 2011. Adapun yang menjadi objek penelitian dalam penelitian ini adalah gas hasil elektrolisa air yang ditambahkan pada sepeda motor empat langkah yaitu Honda Vario Techno tahun 2011.

A. *Instrument Pengumpulan Data*: Adapun yang menjadi instrumen pengumpulan data antara lain:

- 1) *Termometer digital* untuk mengukur suhu di dekat selinder mesin.
- 2) Satu unit sepeda motor Honda Vario Techno tahun 2011.
- 3) *Four Gas Analyzer*, digunakan untuk mengukur kandungan emisi gas buang kendaraan.

- 4) RPM tester digunakan untuk mengatur putaran mesin.
- 5) Baterai 12 V.
- 6) Tabung elektroliser
- 7) Tabung air murni
- 8) Selang karet dan sambungan T
- 9) Kawat listrik
- 10) Natrium Hidroksida (NaOH)
- 11) Air (H₂O)
- 12) Premium

B. Pengujian

Pengujian dilakukan yaitu pada saat putaran mesin (idle) 1700 rpm, 2000 rpm, 2300 rpm dan 2600 rpm dengan alat uji *four gas analyzer*. Tempat pengujian di laboratorium Teknik Otomotif FT UNP

IV. HASIL PENELITIAN dan PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Data hasil pengujian dari emisi gas buang CO dan HC menggunakan alat *four gas analyzer* pada sepeda motor yang menggunakan gas hasil elektrolisa air dan yang tidak menggunakan gas hasil elektrolisa air pada empat tingkat kecepatan putaran mesin yaitu: 1700 rpm, 2000 rpm, 2300 rpm, dan 2600 rpm berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 5 dan 6

Tabel V. Data Hasil Pengujian Emisi Gas Karbonmonoksida (CO) Tanpa Menggunakan Gas Hasil Elektrolisa Air

Kecepatan Putaran Mesin (Rpm)	Tanpa Perlakuan					
	Waktu Pengujian (Detik)	Suhu Kerja Mesin (°C)	Kadar CO (%)			
			Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1700	120	80	2,75	2,73	2,78	2,7533
2000	120	80	2,33	2,31	2,28	2,3066
2300	120	80	1,92	1,98	1,95	1,95
2600	120	80	1,61	1,66	1,69	1,6533

Tabel VI. Data Hasil Pengujian Emisi Gas Hidrokarbon (HC) Tanpa Menggunakan Gas Hasil Elektrolisa Air

Kecepatan Putaran Mesin (Rpm)	Tanpa Perlakuan					
	Waktu Pengujian (Detik)	Suhu Kerja Mesin (°C)	Kadar HC (ppm)			
			Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1700	120	80	228	225	231	228
2000	120	80	189	187	184	186,6666
2300	120	80	160	169	163	164
2600	120	80	141	145	149	145

Data hasil pengujian dari emisi gas buang CO dan HC yang menggunakan hasil elektrolisa air dapat dilihat pada tabel 7 dan 8

Tabel VII. Data Hasil Pengujian Emisi Gas Karbonmonoksida (CO) Dengan Menggunakan Gas Hasil Elektrolisa Air

Kecepatan Putaran Mesin (Rpm)	Setelah Perlakuan					
	Waktu Pengujian (Detik)	Suhu Kerja Mesin (°C)	Kadar CO (%)			
			Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1700	120	80	2,53	2,54	2,49	2,52
2000	120	80	1,95	1,88	1,93	1,92
2300	120	80	1,73	1,67	1,71	1,703333
2600	120	80	1,41	1,39	1,37	1,39

Tabel VIII. Data Hasil Pengujian Emisi Gas Hidrokarbon (HC) dengan Menggunakan Gas Hasil Elektrolisa Air

Kecepatan Putaran Mesin (Rpm)	Setelah Perlakuan					
	Waktu Pengujian (Detik)	Suhu Kerja Mesin (°C)	Kadar HC (ppm)			
			Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1700	120	80	194	188	199	193,67
2000	120	80	159	155	149	154,33
2300	120	80	127	134	125	128,67
2600	120	80	112	107	100	106,33

Pada penelitian ini menggunakan uji t untuk melihat perbedaan antara perlakuan dan sebelum diberi perlakuan. Tabel 9 dan 10 menunjukkan hasil tersebut.

Tabel IX. Analisa data Kandungan Emisi Gas Buang CO dengan menggunakan uji t

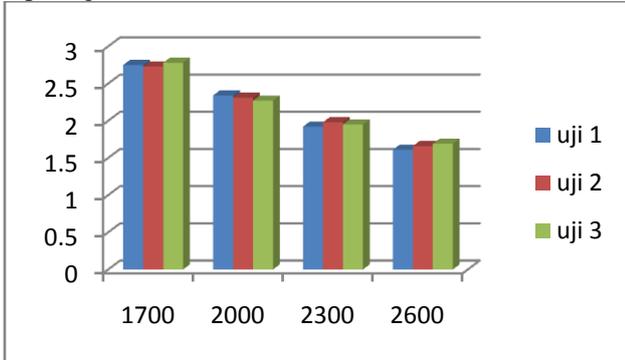
Analisis Kandungan Emisi Gas Buang CO									
Putaran	\bar{x}	\bar{y}	n_x	n_y	S_x	S_y	T_{tes}	T_{tabel}	signifikansi
1700	2,7533	2,52	3	3	0,02516	0,02645	11,0679	2,776	signifikan
2000	2,3066	1,92	3	3	0,03511	0,03605	13,3060	2,776	signifikan
2300	1,95	1,7033	3	3	0,03	0,03055	9,9781	2,776	signifikan
2600	1,6533	1,39	3	3	0,04041	0,02	10,1148	2,776	signifikan
kese-luruhan	2,16583	1,8333	4	4	0,02886	0,03336	13,0774	2,447	signifikan

Tabel X. Analisa data Kandungan Emisi Gas Buang HC dengan menggunakan uji *t*

Analisis Kandungan Emisi Gas Buang HC									
putaran	\bar{x}	\bar{y}	n_x	n_y	S_x	S_y	t_{tes}	t_{tabel}	signifikan
1700	228	193,6666	3	3	3	5,5075	9,4818	2,776	signifikan
2000	186,6666	154,3333	3	3	2,5166	5,0332	9,9519	2,776	signifikan
2300	164	129	3	3	4,5825	4,7258	9,2967	2,776	signifikan
2600	145	122,3333	3	3	4	6,0277	9,2577	2,776	signifikan
keseharian	180,9166	145,8333	4	4	3,5247	5,2877	11,0158	2,447	signifikan

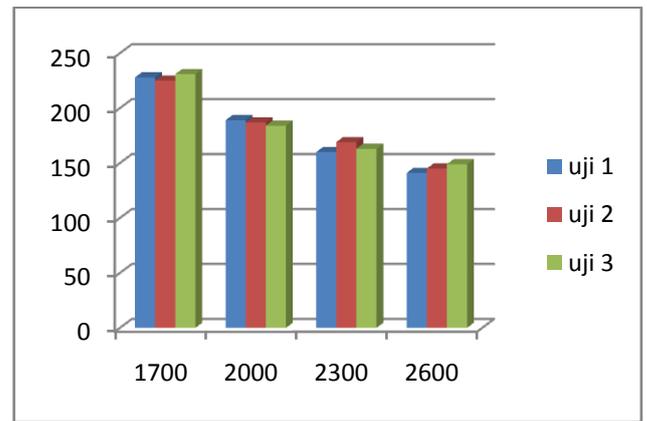
B. Pembahasan

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian emisi gas buang karbonmonoksida (CO) tanpa penambahan gas hasil elektrolisa air. Putaran stasioner menunjukkan kadar gas karbonmonoksida paling tinggi dengan rata-rata 2,753, hal ini dikarenakan campuran udara dan bahan bakar masih kaya. Putaran selanjutnya yaitu pada 2000, 2300 dan 2600 rpm kadar gas karbonmonoksida mengalami penurunan. Kandungan terendah gas karbonmonoksida berada pada putaran mesin 2600 rpm yaitu 1,653%. Lebih jelas dapat kita lihat pada gambar 2.



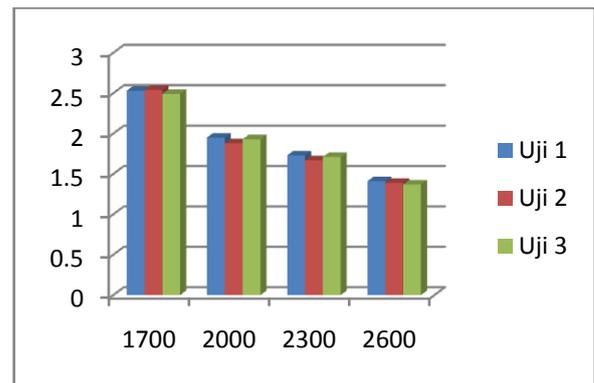
Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas CO SepedaMotor Tanpa Perlakuan

Tabel 6 menunjukkan hasil pengujian emisi gas buang Hydrocarbon (HC) tanpa penambahan gas hasil elektrolisa air. Pada putaran stasioner (1700) rata-rata kadar gas Hydrocarbon paling tinggi yaitu 228 ppm. Putaran selanjutnya yaitu 2000, 2300 dan 2600 kadar gas Hydrocarbon mengalami penurunan. Rata-rata kadar gas Hydrocarbon terendah berada pada putaran 2600 rpm yaitu 145 ppm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa makin naik putaran mesin maka gas HC mengalami penurunan. Lebih jelas dapat kita lihat pada gambar 3.



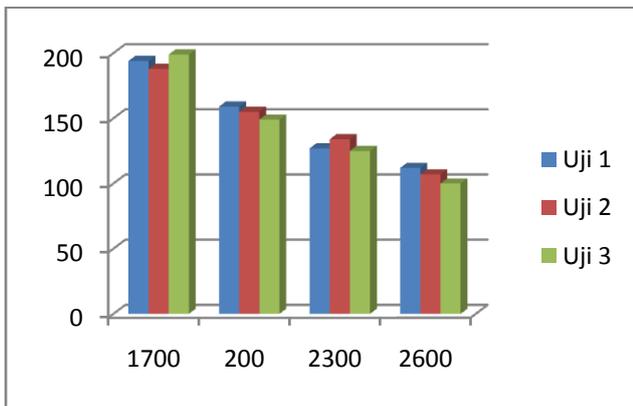
Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas HC SepedaMotor Tanpa Perlakuan

Tabel 7 menunjukkan hasil pengujian emisi gas buang karbonmonoksida (CO) dengan penambahan gas hasil elektrolisa air. Kadar gas karbonmonoksida pada putaran stasioner (1700) paling tinggi dengan rata-rata 2,52. Putaran 2000, 2300 dan 2600 kadar gas karbonmonoksida rata-rata mengalami penurunan. Rata-rata terendah berada pada putaran mesin 2600 rpm yaitu 1,39%. Pengujian yang telah dilakukan pada setiap putaran sebelum perlakuan jika dibandingkan dengan hasil pengujian setelah ditambah gas hasil elektrolisa air terjadi penurunan kadar emisi gas CO pada setiap putaran. Lebih jelas dapat kita lihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas CO Sepeda Motor Dengan Menggunakan Gas Hasil Elektrolisa Air

Tabel 8 menunjukkan hasil pengujian emisi gas buang Hydrocarbon (HC) dengan penambahan gas hasil elektrolisa air. Pada putaran stasioner (1700) rata-rata kadar gas Hydrocarbon paling tinggi yaitu 193,66 ppm. Putaran selanjutnya yaitu 2000, 2300 dan 2600 kadar gas Hydrocarbon mengalami penurunan. Rata-rata kadar gas Hydrocarbon terendah berada pada putaran 2600 rpm yaitu 106,33 ppm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan gas hasil elektrolisa air kadar emisi gas HC mengalami penurunan pada setiap putaran. Lebih jelas dapat kita lihat pada gambar 5.

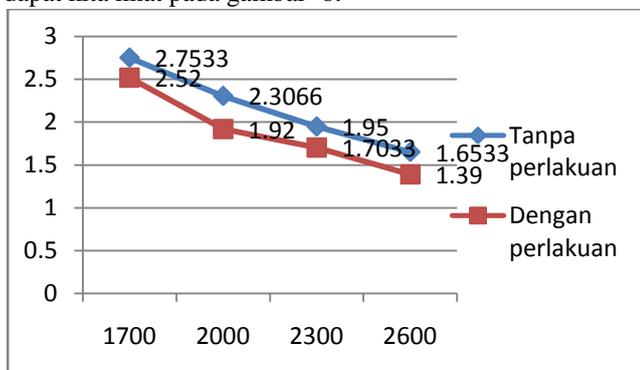


Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas HC Dengan Penambahan Gas Hasil Elektrolisa Air

Untuk mengetahui signifikan atau tidak signifikan perbandingan emisi gas buang sepeda motor yang menggunakan gas hasil elektrolisa air dengan tiga kali perlakuan dan yang tidak menggunakan gas hasil elektrolisa air maka dianalisis dengan menggunakan rumus t-test Lipson (1973: 138) sebagai berikut:

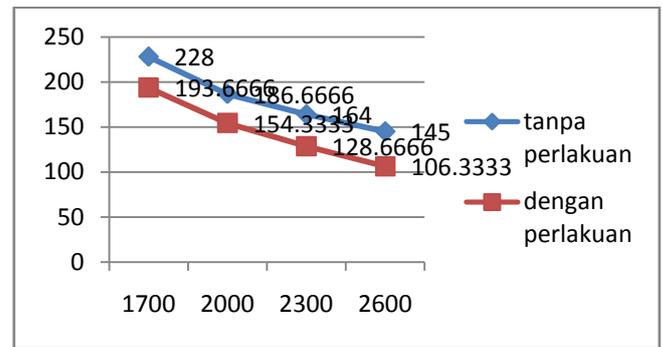
$$t = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - (\mu_x - \mu_y)}{\sqrt{\frac{(nx-1)s_x^2 + (ny-1)s_y^2}{nx+ny-2}} \sqrt{\frac{1}{nx} + \frac{1}{ny}}}$$

Tabel 9 mengenai analisa data hasil pengujian kadar CO dengan menggunakan uji t dari putaran 1700, 2000, 2300 dan 2600 menunjukkan t_{hitung} berada diatas nilai t_{tabel} . Hasil pengujian yang telah dilakukan dengan penggunaan gas hasil elektrolisa air di dapat t_{hitung} keseluruhan 13,0774 yang lebih besar dari t_{tabel} keseluruhan 2,447 (signifikan). Lebih jelas dapat kita lihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas CO Sepeda Motor Tanpa Perlakuan Dengan Menggunakan Gas Hasil Elektrolisa Air.

Tabel 19 tentang analisa data hasil pengujian kadar HC dengan menggunakan uji t dari putaran 1700, 2000, 2300 dan 2600 menunjukkan t_{hitung} berada diatas nilai t_{tabel} . Hasil pengujian yang telah dilakukan dengan penggunaan gas hasil elektrolisa air di dapat t_{hitung} keseluruhan 11,0158 yang lebih besar dari t_{tabel} keseluruhan 2,447 (signifikan). Lebih jelas dapat kita lihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas HC Sepeda Motor Tanpa Perlakuan Dengan Menggunakan Gas Hasil Elektrolisa Air

IV. PENUTUP

Pengujian kadar emisi gas buang sepeda motor menggunakan alat uji emisi fourgas analyzer, kemudian dilakukan analisa data pada hasil pengujian CO dan HC didapatkan t_{hitung} keseluruhan lebih besar dari pada t_{tabel} keseluruhan (2,447). Penggunaan gas hasil elektrolisa air dapat menurunkan kadar emisi gas buang, yaitu dengan persentase CO sebesar 13,04 % dan 19,44 % pada gas hidrokarbon (HC).

REFERENSI

- Bonnick, Allan. (2008). *Automotive Science and Mathematic*. Oxford: Elsevier Ltd.
- Brady, James & Hyslof, Alison (2012). *Chemistry 6th edition international version*. Newyork : John Wiley and Sons Inc.
- Fessenden, Ralph. J. (2010). *Dasar -Dasar Kimia Organik*. Tangerang : Binarupa Aksara.
- Gupta, H N.(2009). *Fundamental Of Internal Combustion Engines*. Delhi: PHI Learning Privated Limited.
- Heywood, Jhon B.(1988). *Internal combustion engines fundamental*. United States of America: McGraw-Hill.
- Hiskia Ahmad. (1990). *Penuntun Belajar Kimia Dasar Elektrokimia*. Bandung : ITB.
- H.J.Mukono. (2003). *Pencemaran Udara dan Pengaruhya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*. Surabaya : Air Langga University Press.
- Iqbal, Wahyudzin (2012) *Studi Karakteristik Generator Gas Hho Dry Cell Dan Aplikasinya Pada Kendaraan Bermesin Injeksi 1300 CC*.Surabaya: ITS.
- Jalius Jama dkk. (2008). *Teknologi Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.
- James D. Halderman. (2012). *Automotive Fuel And Emission Control System*. New Jersey. Pearson Education, Inc.
- J.M.C Johari dan Rachmawati. (2007). *Kimia SMA Dan MA*. Jakarta :Erlangga.
- Junisra Syam.(2011). *Pemeriksaan Emisi Gas Buang*. Jakarta: Excellence Automotif Training International.
- Kementrian Lingkungan hidup (2006). *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.5*. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup.
- _____.(2012). *Status Lingkungan Hidup Indonesia 2012 Pilar Lingkungan Hidup Indonesia*. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup.

- K. Chakrapani dan P. Neelamegam. (2011). *Optimization of Fuel Consumption Using HHO In HDL Technique Verified In FPGA*. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. Vol. 31 No.2 September 2011
- Kementerian Perhubungan.(2012). *Buku Informasi Tranportasi Kementerian Perhubungan*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Michael Purba. (2010). *Kimia Kelompok Teknologi dan Kesehatan Untuk SMK dan MAK XI*. Jakarta : Erlangga.
- Moestikahadi Soedomo. (2001). *Pencemaran Udara*. Bandung : ITB.
- PT. Astra Honda .(2011). *Pedoman Reparasi Honda Vario*. Jakarta: PT. Astra Honda.
- Pulkrabek, Willard W. (2003). *Engineering Fundamentals of the Internal Combution Engine*. New Jersey: Pearson Prentice-Hall.
- Raymond Chang. (2003). *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.
- Rioko Aji.(2008). *Pengaruh Penambahan Gas Elektrolisa Air Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak Pada Motor 4 Langkah 80 Cc Dengan Posisi Injeksi Setelah Karburator*. Jakarta : UI.
- Rusminto Tjatur, dkk. (2011). *Proses Elektrolisa Pada Prototipe "Kompur Air" Dengan Pengaturan Arus Dan Temperatur*. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- Sa'ed A. Musmar, Ammar Al-Rousan. (2011). *Effect of HHO Gas On Combustion Emissions In Gasoline Engines*. Mutah University: Jordan.
- Sienko, Michel.J. & Plane, Robert A. (1961). *Chemistry Second Edition*. USA : Mc .Graw Hillbook Company Inc.
- Srikandi. (1992).*Polusi Air dan Udara*.Yogyakarta: Kanisius
- Suhirta (2008). *Pengaruh Penambahan Gas Hasil Elektrolisa Air Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Bensin Pada Motor Bakar Empat Langkah 80 Cc*. Jakarta : UI.
- Keenand. Charles, W. (1993). *Ilmu Kimia Untuk Universitas Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- Koes Irianto, (2013). *Pencegahan dan Penanggulangan Keracunan Bahan Kimia Berbahaya*. Bandung. Yrama Widya.