

## WGES (WATER GAS ELECTROLYZER SYSTEM) : STUDI EKSPERIMENTAL ELEKTROLISIS AIR TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA KENDARAAN BERMOTOR

Fiktor Rosyidi dan Dwikoranto

Jurusan Fisika, Universitas Negeri Surabaya

### Abstrak

Usaha untuk menghemat pemakaian bahan bakar merupakan pekerjaan yang sangat penting yang harus dilakukan saat ini dan masa depan, salah satu diantaranya adalah dengan menggunakan *Brown Gas*. Di sisi lain, penggunaan *Brown Gas* pada kendaraan sebagai bahan bakar belum optimal, hanya menggunakan elektrolisis sederhana, memperpendek usia aki, energi listrik sisa pengisian masih terbuang, elektrolisis belum memanfaatkan sistem HTES, hasil gas hidrogen belum maksimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh data kadar emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar sepeda motor berbahan bakar bensin dan dengan menggunakan WGES. Penelitian dilakukan dengan dua pengujian, yaitu pengujian standar dan pengujian eksperimen dengan menggunakan WGES. Data yang telah diperoleh dimasukkan ke dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik yang kemudian akan dianalisis dan ditarik kesimpulannya, sehingga dapat diketahui perbandingan antara penggunaan WGES dengan standar. Dari data perbandingannya maka dapat diketahui persentase konsumsi bahan bakar dan kadar emisi gas buang pada Honda GL MAX 124,1 cc yang masih standart dan menggunakan WGES. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan WGES dapat menurunkan konsumsi bahan bakar dan meningkatkan kualitas emisi gas buang. Penurunan konsumsi bahan tertinggi sebesar 62% didapatkan pada putaran 6000 rpm. Selain itu juga terjadi peningkatan kualitas emisi gas buang dengan menurunnya kadar emisi CO, HC, dan meningkatnya kadar CO<sub>2</sub>. Penurunan emisi kadar CO tertinggi yang sebelumnya 9,22% vol pada pengujian standart menjadi 3,92% vol dengan menggunakan WGES pada putaran 6000 rpm, penurunan kadar HC tertinggi yang sebelumnya 2728,33 ppm pada pengujian standart menjadi 178,00 ppm pada pengujian WGES, kenaikan kadar CO<sub>2</sub> tertinggi yang sebelumnya 5,33% vol pada pengujian standart menjadi 8,57 % vol pada pengujian WGES. Siswa di kelas 2 mesin otomotif SMK NEGERI 2 PURWOSARI BOJONEGORO mempunyai respons yang sangat kuat sekali sebesar 94%.

**Kata Kunci:** Brown Gas, WGES, Konsumsi bahan bakar, Emisi gas buang, respons siswa

### Abstract

The efforts to find many kind of alternative energy and ways to economize the fuel consumption is an important project that has to be done at this time and in the future, one of the effort is by sing Brown Gas. In other side, the usage of Brown Gas as vehicle fuel is not optimal yet, only use the simple electrolysis, shorten the battery life, the electric energy of charging residue still discard, electrolysis is not use HTES system yet, and the hydrogen gas result is not maximal yet. The aims of this research are to get the data of exhaust emission degree and fuel consumption of motorcycle which use gasoline and use WGES. Type of the research was experimental research. This research was conducted by two test, those were standard testing and experiment testing by using WGES. The obtained data was input into the table and presented into graph then analyzed and concluded then the comparison between the WGES usage and the standard can be obtained. From data of its comparison, percentage of fuel consumption can be obtained and exhaust emission degree of Honda GL Max 124,1 cc that still standard and use WGES. Based on result of the research, it can be concluded that the usage of WGES can decrease the fuel consumption and increase the quality of exhaust emission. The greatest decreasing of fuel consumption is 62% at 6000 rpm. While the increasing of quality is also happen on exhaust emission by the decreasing CO and HC emission, and the increasing of CO<sub>2</sub>. The previous highest decreasing of CO emission was 9.22% Vol on standard testing and become 3.92% Vol by using WGES at of 6000 rpm, the previous highest decreasing of HC was 2728.22 ppm on standard testing and become 178.00 ppm on WGES testing, the previous highest increasing of CO<sub>2</sub> was 5.33% Vol on standard testing and become 8.57% Vol on WGES testing. The students of 2nd grade otomotive machine in SMK Negeri 2 Purwosari Bojonegoro also have a good response that was 94%.

Keywords: Brown Gas, WGES, fuel consumption, exhaust emission

### PENDAHULUAN

Ketersediaan sumber energi yang tidak terbarukan semakin langka dan pemanasan global terus meningkat

yang mayoritas disebabkan pemakaian bahan bakar untuk kendaraan. Permasalahan energi fosil yang diakibatkan oleh keterbatasan ketersediaannya dan dampak lingkungan yang akibatkan oleh hasil pembakarannya

makin lama akan dirasakan semakin berat. Usaha-usaha untuk mencari berbagai jenis energi alternatif dan berbagai cara untuk menghemat pemakaian bahan bakar merupakan pekerjaan yang sangat penting yang harus dilakukan saat ini dan masa depan. Pemakaian bahan bakar minyak dari bahan fosil digunakan untuk transportasi sekitar 40% sisanya untuk kegiatan industri dan lainnya. Kegiatan transportasi yang merupakan urat nadi untuk memobilisasi kegiatan ekonomi dan aspek kehidupan lainnya ternyata membutuhkan bahan bakar terbanyak. Kegiatan transportasi juga menyumbangkan polusi udara dari hasil emisi gas buang kendaraan juga terbesar dibanding kegiatan lainnya. Karena transportasi sebagai urat nadi kehidupan maka secara kuantitas dia harus terus dikembangkan, dan secara kualitas juga harus ditingkatkan terutama meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar dan meningkatkan kualitas emisi gas buang untuk meminimalkan kontribusi polusi udara yang dihasilkan.

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. Di Indonesia perkembangan biodiesel dan bioethanol masih belum secepat di negara lain karena beberapa faktor diantaranya adalah sumber bahan bakunya belum memadai secara kuantitas dan kualitas, sebagian dari bahan bakunya adalah bahan pangan yang masih mungkin mengganggu ketersediaan bahan pangan, dan peraturan tentang kualitas emisi belum seketat di negara lain, serta kesiapan dari segi budi daya, kesiapan teknologi proses, kesiapan sarana-prasarana pemasaran termasuk kesiapan masyarakatnya masih belum memadai.

Bahan bakar gas seperti LPG dan CNG telah juga banyak dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif untuk pengganti bahan bakar minyak. Converter untuk merubah penggunaan minyak ke gas sudah juga banyak dikembangkan. Di Indonesia penggunaan bahan bakar gas ini sebagai bahan alternatif masih juga mengalami kendala diantaranya ketersediaan gas yang terbatas, ketersediaan infrastruktur seperti SPBU untuk gas sangat terbatas, *converter* masih cukup mahal karena masih import, dan jaminan keamanan yang masih dikawatirkan oleh masyarakat karena gas dengan tekanan tinggi dikawatirkan meledak. Oleh karena itu dibutuhkan inovasi penggunaan energi alternatif yang lebih hemat dalam pemakaian dan lebih rendah emisi polusinya.

Salah satu bentuk inovasi untuk efisiensi energi adalah menambahkan sistem *Brown gas* pada kendaraan. Sistem

elektrolisis air yang ditambah katalisator (biasa disebut *Brown gas*) dapat menghasilkan hidrogen dan oksigen murni yang mempunyai nilai kalor dan oktan tinggi dan hasil pembakarannya tidak menimbulkan polusi. Yull Brown seorang warga negara Australia pada tahun 1974 telah mendapatkan paten dari hasil proses elektrolisis air menghasilkan gas  $H_2$  dan  $O_2$  yang diberi dua nama "*Brown Gas*" yang dapat digunakan untuk menggerakkan mesin kendaraan. Pada tahun 1980 sampai 1998, Stanley Meyer seorang Amerika yang berasal dari kota Ohio juga telah mengembangkan bahan bakar gas yang dihasilkan dengan elektrolisis air yang digunakan untuk menggerakkan mesin kendaraan. Di Indonesia pada akhir-akhir ini sudah mulai dikembangkan yaitu dengan mencampurkan *brown gas* yang didapat dari elektrolisis air, dengan bahan bakar pada mesin bensin dengan karburator dan ternyata dapat meningkatkan tenaga, mengurangi pemakaian bahan bakar, serta memperbaiki kualitas emisi gas buang. Memanfaatan *brown gas* ini masih secara sederhana, belum terkendali baik, masih hanya untuk mesin bensin dengan karburator. Namun dari kajian awal tersebut terlihat *brown gas* mempunyai prospek sangat baik dalam usaha mengurangi konsumsi bahan baik untuk mesin bensin dan mesin diesel, meningkatkan kinerja mesin, dan memperbaiki kualitas emisi gas buang mesin. Menurut Poempida Hidayatullah dan Futung Mustari, perékayasa sistem yang telah dikembangkan empat tahun lalu itu, menguji cobanya pada 30 kendaraan bermotor roda empat dari berbagai jenis, baik yang berbahan bakar bensin maupun solar. Hasilnya, BBM yang ada dapat mencapai rasio jarak tempuh rata-rata 1:25 kilometer. Penghematan BBM-nya hingga 59 persen [1].

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Horng Rong-Fang, bahan bakar yang diperkaya dengan hidrogen dapat menurunkan kandungan  $NO_x$  dan HC pada emisi gas buang. Penelitian dari Susuki dan Sakurai menunjukkan bahwa dengan penambahan hidrogen pada mesin *spark ignition* (SI) dapat menaikkan efisiensi termal sebesar 14%, dan pada pembakaran yang optimal, kandungan  $NO_x$  dalam emisi dapat berkurang hingga 95%. Muhammadiyah melakukan penelitian tentang kinerja mesin dengan bahan bakar konvensional diinjeksi dengan hidrogen, ternyata mampu meningkatkan kinerja dan menghilangkan *knock* dan *backfiring*. Penelitian tersebut menerapkan tiga parameter yaitu waktu pengapian, waktu injeksi dan rasio ekuivalen optimal sehingga mencapai efisiensi termal dan brake mean effective pressure yang baik serta emisi  $NO_x$  rendah. Goldwitz dan Heywood mengoptimalkan kondisi pembakaran pada mesin spark ignition dengan menambahkan hidrogen sebagai suplemen bahan bakar ternyata dapat menaikkan efisiensi lebih dari 25%. Verhelst dan Sierents membandingkan

injeksi hidrogen pada mesin *spark ignition* dengan karburator dan mesin sistem injeksi, ternyata mesin dengan sistem injeksi dengan penambahan hidrogen mempunyai daya lebih besar dan resiko *back firing* lebih kecil. Elektrolisis air menjadi Brown gas jika tidak dikendalikan dengan baik, yaitu besar arus listrik dan panas yang terjadi maka brown gas yang terjadi disertai dengan uap air makin lama terakumulasi makin banyak yang dapat mengganggu mesin. Jika uap air tersebut mengembun kemudian tercampur pada bahan bakar, akan dapat menyulitkan mesin untuk distart dan mengganggu performa mesin. Sistem elektrolisis yang efisien yang bebas dari gangguan uap air harus dikaji sebagai bagian terpenting dari “*mixfuel management system*” [2].

Peningkatan efisiensi yang signifikan tersebut belum tentu optimal dikarenakan sistem elektrolisis yang masih belum efisien dengan sering terikutnya uap air. Begitu juga sistem tersebut belum optimal karena belum terkendalinya proporsi bahan bakar bensin dan *brown gas* yang diinjeksikan untuk berbagai moda gerak dari kendaraan. Di samping itu masih perlu dilihat dampaknya terhadap kemampuan dan ketahanan dari aki atau battery. Sistem awal yang dirancang adalah mengambil tenaga listrik dari aki untuk melakukan proses elektrolisis, dimana besar tenaga listriknya belum terkendali secara optimal sehingga akan mungkin dapat mengurangi daya tahan aki dan juga sisa arus listrik masih terbuang pada *disipator* regulator. Pada dasarnya *brown gas* sendiri secara 100% dapat menggerakkan mesin kendaraan namun akan memerlukan tenaga listrik yang besar dari aki. Untuk mengendalikan penggunaan *brown gas* dan penyerapan daya listrik aki dan sekaligus mengendalikan secara otomatis kontribusi *brown gas* dalam berbagai moda gerak kendaraan, maka diperlukan sistem pengaturan pencampuran *brown gas* secara otomatis pada mesin dengan karburator. Proses produksi *brown gas* cukup sederhana dari air dengan menggunakan tenaga listrik masih juga perlu dikaji dengan lebih dalam pengaruh temperatur terhadap produksi brown gas agar penggunaan tenaga listrik dari aki bisa seefisien mungkin dan kandungan uap air seminimal mungkin atau ditiadakan. Dari kajian teori HTES bahwa ternyata semakin tinggi temperatur elektrolisis dapat mempercepat produksi hidrogen. Dari acuan tersebut maka juga perlu dimanfaatkan panas mesin yang terbuang untuk menjadi sumber panas dalam proses elektrolisis air. Karena *brown gas* dapat meningkatkan kesempurnaan pembakaran dan meningkatkan nilai kalor bahan bakar, maka untuk pemanfaatan yang optimum masih perlu juga dikaji moda-moda gerak kendaraan dimana diperlukan campuran brown gas yang berbeda-beda untuk mendapatkan efisiensi yang optimal.

Dari hasil-hasil penelitian yang diuraikan di atas menunjukkan peluang yang besar untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar, kinerja mesin kendaraan, dan kualitas emisi mesin. Karena prospek dari *brown gas* tersebut, maka pada penelitian ini akan mengembangkan teknologi WGES untuk mengetahui pengaruh gas buang dan konsumsi bahan bakar pada motor honda GL Max 124,1 cc yang meliputi proses HTES untuk menghasilkan brown gas, dan memanfaatkan secara optimal daya *disipator* dari kiprok, mereduksi uap air yang terakumulasi dalam laju *brown gas*, dan sistem pencampurannya dengan bahan bakar pada mesin bensin yang terkontrol sehingga dapat lebih meningkatkan efisiensi dan kinerja mesin bensin dengan tanpa mengganggu komponen dari mesin karena telah dilengkapi steam removal dan *feedback membran*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memahami, memecahkan masalah secara ilmiah, sistematis dan logis. Dalam setiap penelitian ilmiah, masalah dan metode merupakan faktor yang ikut menentukan berhasil tidaknya penelitian yang dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan dengan analisis deskriptif yaitu mengamati langsung hasil eksperimen kemudian membandingkan emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar pada motor HONDA GL Max 124,1 cc yang menggunakan WGES, sebagai pembandingnya adalah motor menggunakan bahan bakar premium standart. Dari penelitian tersebut disimpulkan dan menentukan hasil penelitian yang paling baik [3]. Untuk mempermudah dalam membuat kesimpulan dari data yang diperoleh, dalam membuat kesimpulan data yang telah dibuat atau ditabelkan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Performa Mesin Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT Unesa dan SMK NEGERI 1 PURWOSARI BOJONEGORO pada bulan Maret sampai Agustus 2012. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah motor HONDA GL Max 124,1 cc yang menggunakan WGES. Sedangkan variabel kontrol dalam penelitian ini adalah putaran bawah hingga menengah (5000 - 6000 rpm) dan temperatur oli mesin (60 - 70 °C). Dan variabel terikat dalam penelitian ini adalah; Emisi gas buang, Konsumsi, bahan bakar, dan Respons siswa.

Teknik analisa data dilakukan dengan cara mengolah data hasil eksperimen yang diambil dari penghitungan emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar dari alat Technotest model G430 dan *fuel consumption*. Setelah itu dimasukkan ke dalam tabel dan digambarkan secara grafik. Dari grafik bisa dilihat perbedaannya kemudian disimpulkan. Hasil pengujian menggunakan *Technotest*

Model G430 akan menunjukkan kondisi yang terjadi pada panel – panelnya antara lain :

- Kandungan Emisi CO dalam % Volume
- Kandungan Emisi CO<sub>2</sub> dalam % Volume
- Kandungan Emisi HC dalam Ppm
- Kandungan O<sub>2</sub> dalam % Volume

Setelah data hasil eksperimen diperoleh kemudian data tersebut dimasukkan ke dalam tabel dan dibuat grafiknya. Grafik yang akan dibuat adalah tabel konsumsi bahan bakar antara bahan bakar bensin dengan menggunakan WGES pada putaran mesin yang telah ditentukan serta emisi gas buang yang dihasilkan oleh bahan bakar bensin dengan menggunakan WGES pada putaran mesin yang telah ditentukan. Untuk mengetahui respons siswa setelah dilakukan pengajaran dari hasil penelitian yang telah dilakukan diambil rata-rata respons siswa yang telah menjawab kemudian dilakukan dengan ketentuan penilaian skor. Untuk mengambil kesimpulan maka dilakukan dengan membandingkan emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan pada motor berbahan bakar bensin dengan menggunakan WGES pada putaran mesin yang telah ditentukan dan setelah dilakukan analisis data kemudian dari hasil tersebut dilakukan pengajaran pada siswa SMKN 1 PURWOSARI untuk diambil respons siswa.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah dilakukan pengujian emisi gas buang menggunakan *Technotest* Model G430 dan pengujian *fuel consumption* dengan Honda GL Max 124,1 cc pada pengujian Standart dan dengan menggunakan WGES. Berikut pada Tabel 4.1 merupakan hasil pengujian emisi gas buang pada pengujian Standart dengan menggunakan *Technotest* Model G430. Sedangkan pada Tabel 4.2 merupakan hasil pengujian emisi gas buang pada pada pengujian dengan menggunakan WGES dengan menggunakan *Technotest* Model G430

Tabel 4.1 Pengujian Emisi Gas Buang Bahan Bakar Bensin Menggunakan *Technotest* Model G430 pada Motor Honda GL Max 124,1 cc Standart

NO	Putaran (rpm)	CO	CO <sub>2</sub>	HC	O <sub>2</sub>
		(%vol)	(%vol)	(ppm)	(%vol)
1	1500	4.13	3.31	1346	12.27
2	3000	7.39	4.91	957	6.76
3	4500	9.22	5.02	233	4.89
4	6000	8.30	5.33	2728	4.67

Tabel 4.2 Pengujian Emisi Gas WGES Menggunakan *Technotest* Model G430 pada Motor Honda GL Max 124,1 cc dengan Menggunakan WGES.

NO	Putaran (rpm)	CO	CO <sub>2</sub>	HC	O <sub>2</sub>
		(%vol)	(%vol)	(ppm)	(%vol)
1	1500	6.90	5.15	1567.33	6.82
2	3000	7.23	6.30	627.33	4.92
3	4500	7.05	8.41	350.67	2.15
4	6000	3.92	8.21	178.00	5.68

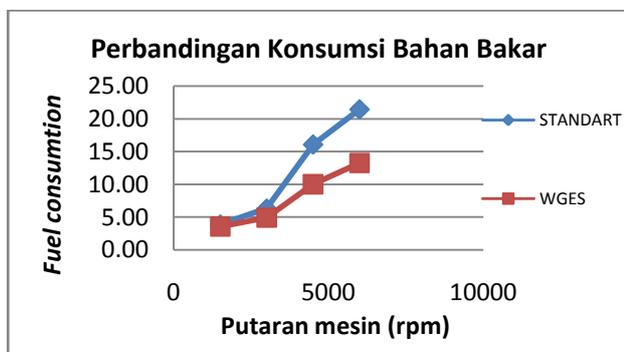
Dari tabel emisi gas buang pada pengujian standart dan dengan menggunakan WGES terlihat bahwa emisi gas buang CO terjadi peningkatan CO seiring dengan meningkatnya rpm pada pengujian standart, sedangkan pada pengujian kedua dengan menggunakan WGES diketahui bahwa terjadi penurunan kadar CO seiring dengan naiknya rpm, hal ini disebabkan karena dengan penambahan WGES pada kendaraan membuat pembakaran diruang bakar menjadi lebih sempurna, dan juga seiring kenaikan rpm pada pengujian WGES diketahui kadar CO semakin turun pada disetiap kenaikan rpm nya hal ini dikarenakan semakin tinggi rpm membuat semakin besar arus listrik yang mengalir pada WGES dan juga membuat semakin panas pada WGES sehingga membuat efisiensi dari WGES semakin meningkat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa emisi gas buang WGES jauh lebih bersih dari pada motor standart. Sedangkan pada pengujian kedua pada CO<sub>2</sub> dengan menggunakan WGES diketahui bahwa terjadi penurunan kadar CO<sub>2</sub> seiring dengan naiknya rpm, hal ini disebabkan karena dengan penambahan WGES pada kendaraan membuat pembakaran diruang bakar menjadi lebih sempurna, dan juga seiring kenaikan rpm pada pengujian WGES diketahui kadar CO<sub>2</sub> semakin turun pada disetiap kenaikan rpm nya hal ini dikarenakan semakin tinggi rpm membuat semakin besar arus listrik yang mengalir pada WGES dan juga membuat semakin panas pada WGES sehingga membuat efisiensi dari WGES semakin meningkat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembakaran WGES diruang bakar pada kendaraan jauh lebih sempurna dengan motor standart.

Pada uji emisi HC dengan menggunakan WGES diketahui bahwa terjadi kenaikan HC seiring dengan naiknya rpm. Pada pengujian dengan menggunakan WGES diketahui bahwa kadar HC jauh lebih besar dari pada pengujian standart hal ini dikarenakan dengan menggunakan WGES terjadi pembakaran hidrokarbon

dan oksigen lebih sempurna sehingga kadar HC yang tidak terbakar menurun dan juga semakin tinggi rpm pada pengujian WGES menunjukkan kadar HC semakin menurun hal ini disebabkan semakin tinggi rpm membuat semakin besar arus listrik dan panas mengalir pada WGES sehingga mengakibatkan meningkatnya efisiensi dari WGES. Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan WGES pembakaran dalam ruang bakar lebih sempurna. pada uji emisi O<sub>2</sub> menggunakan WGES diketahui bahwa juga terjadi penurunan O<sub>2</sub> seiring dengan naiknya rpm. Pada pengujian dengan menggunakan WGES diketahui bahwa kadar O<sub>2</sub> jauh lebih rendah dari pada pengujian standart hal ini dikarenakan dengan menggunakan WGES terjadi pembakaran hidrokarbon dan oksigen lebih sempurna sehingga semakin banyak O<sub>2</sub> terbakar menjadikan kadar O<sub>2</sub> yang tidak terbakar menurun dan juga semakin tinggi rpm pada pengujian WGES menunjukkan kadar O<sub>2</sub> semakin menurun hal ini disebabkan semakin rpm membuat semakin besar arus listrik dan panas mengalir pada WGES yang berujung meningkatnya efisiensi dari WGES. Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan WGES pembakaran dalam ruang bakar lebih sempurna.

Tabel 4.8 Perbandingan Efisiensi Bahan Bakar Motor Honda GL Max 124,1 cc Standart dan dengan Menggunakan WGES

NO	Putaran (rpm)	Standart (cc/menit)	WGES (cc/menit)	Penghematan (%)
1	1500	3.86	3.54	0.09
2	3000	6.29	4.89	0.29
3	4500	16.07	10.00	0.61
4	6000	21.43	13.24	0.62



Gambar 1 grafik hubungan Fuel Consumption dengan putaran mesin

Berdasarkan hasil pengujian *fuel Consumption* atau pengujian laju bahan bakar yang dilakukan pada motor standart dan dengan menggunakan WGES diperoleh data pada pengujian standart pada putaran 1500 rpm laju bahan

bakar 3,86 cc/menit, setelah menggunakan WGES turun menjadi 3,54 cc/menit dengan penghematan 9%, pada putaran 3000 rpm pada pengujian standart laju bahan bakar 6,29 cc/menit, setelah menggunakan WGES turun menjadi 4,89 cc/menit dengan penghematan 29%, pada putaran 4500 rpm pada pengujian standart laju bahan bakar 16,07 cc/menit, sedangkan dengan menggunakan WGES turun menjadi 10 cc/menit, dengan penghematan 61%, pada putaran 6000 rpm pada pengujian standart laju bahan bakar 21,43 cc/menit, sedangkan dengan menggunakan WGES 13,24 cc/menit, dengan penghematan 62%. Terlihat sekali penghematan maksimal terjadi pada putaran 6000 rpm dengan penghematan sebesar 62%, sehingga dapat disimpulkan dengan menggunakan WGES konsumsi bahan bakar pada kendaraan menjadi lebih hemat, penghematan maksimal terjadi pada putaran 6000 rpm.

Respons siswa dapat diketahui dari pengisian lembar angket respons oleh siswa pada akhir pembelajaran. Berikut merupakan hasil perhitungan respons siswa di SMK NEGERI 1 PURWOSARI BOJONEGORO kelas 2 mesin otomotif :

No.	Pernyataan	Penilaian	
		Persentase	Kriteria
1	Apakah anda merasa senang belajar tentang hasil penelitian ini.	93 %	Sangat kuat
2	Apakah anda merasa termotivasi untuk belajar dan berprestasi setelah belajar dari hasil penelitian ini	89 %	Sangat kuat
3	Apakah dengan belajar dari hasil penelitian ini anda merasa lebih mudah memahami konsep yang ada disekolah.	84 %	Sangat kuat
4	Setelah belajar dari hasil penelitian ini apakah anda merasa mendapat suatu pengetahuan baru?	92 %	Sangat kuat
5	Apakah anda merasa tertarik untuk	86 %	Sangat kuat

	melakukan penelitian yang baru.		
6	Apakah hasil penelitian ini relevan dengan mata pelajaran yang telah diajarkan disekolahan?	85 %	Sangat Kuat
7	Apakah anda ingin belajar dengan penelitian yang seperti ini.	94 %	Sangat kuat

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa siswa merasa sangat senang belajar dari hasil penelitian ini dengan persentase yaitu sebesar 93% (sangat kuat), setelah belajar penelitian ini siswa merasa termotivasi untuk giat belajar dan berprestasi dengan persentase 89% (sangat kuat), dengan belajar penelitian ini siswa lebih mudah memahami konsep yang ada di sekolah yaitu sebesar 84% (sangat kuat). Siswa sangat tertarik sekali untuk melakukan penelitian yang baru yaitu sebesar 86% (sangat kuat), siswa merasa hasil penelitian ini relevan dengan mata pelajaran yang telah diajarkan di sekolah yaitu sebesar 85% (sangat kuat). Siswa ingin belajar penelitian seperti ini yaitu sebesar 94% (sangat kuat), dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa penelitian ini memiliki respons yang sangat kuat.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan :

1. Desain penggunaan WGES pada motor Honda GL Max 124,1 cc dilakukan dengan membuat elektrolyser sederhana yang wadahnya terbuat dari nikel kemudian elektrolyser tersebut ditempatkan pada leher knalpot yang dilas, untuk sumber daya dengan memodifikasi kiprok sehingga dapat berfungsi sebagai ECU.
2. WGES (Water Gas Electrolyzer System) merupakan sebuah perpaduan antara elektrolisis suhu tinggi atau (HTES) dan Elektronik Control Unit (ECU) cara ini diharapkan dapat memproduksi hidrogen yang mudah, murah, sederhana, dan melimpah. Sumber panas pada (HTES) yaitu dengan memanfaatkan panas dari knalpot kendaraan sehingga dalam pemasangannya elektrolyzer ini ditempatkan pada leher knalpot yang paling dekat dengan mesin karena pada titik tersebut energi panas dari pembakaran mesin sangat besar. Sedangkan untuk daya listrik menggunakan ECU untuk mengatur beban arus yang

mengalir pada elektrolyser sehingga tidak menyebabkan aki tekor dan memperpendek usia aki. Untuk memurnikan gas hidrogen dari uap air yang masuk pada intake manipol maka sebelum sebelum masuk pada intake manipol dipasanglah steam removed untuk menangkap uap air agar tidak masuk ruang pembakaran

3. Pengaruh pemakaian WGES pada kendaraan bermotor terhadap emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar adalah :

- a. Emisi gas buang dengan menggunakan WGES jauh lebih bersih dari pada motor standart hal ini ditandai dengan semakin rendahnya kadar CO pada emisi gas buang dengan menggunakan WGES.

- b. Pembakaran diruang bakar jauh lebih sempurna dengan menggunakan WGES hal ini ditandai dengan semakin meningkatnya kadar CO<sub>2</sub> dan menurunnya kadar HC dan O<sub>2</sub> yang tidak terbakar.

- c. Konsumsi bahan bakar dengan menggunakan WGES jauh lebih rendah dengan motor standart. Penghematan maksimal terjadi pada putaran 6000 rpm dengan penghematan sebesar 62%.

4. Respons siswa di kelas 2 mesin otomotif SMK NEGERI 2 PURWOSARI BOJONEGORO setelah belajar penelitian ini mempunyai respons siswa yang sangat kuat sekali sebesar 94% .

### Saran

Berkaitan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan maka ada beberapa hal yang perlu peneliti sarankan, antara lain:

1. Peneliti menyarankan untuk dilakukannya penelitian lanjutan untuk mengetahui emisi gas buang pada putaran mesin yang lebih tinggi yaitu 6000 rpm hingga 12000 rpm.
2. Perlu dilakukannya uji performa mesin untuk mengetahui perbandingan kinerja mesin pada motor standart dan dengan menggunakan WGES.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]<http://nasional.kompas.com/read/2008/06/20/16580578/menghemat.bbm.dengan.gas.brown> (diakses pada tanggal 27 Juli 2012).
- [2]<http://chevinoorcholis.blogspot.com/2011/04/bbc-4-all.html> (diakses pada tanggal 26 Juli 2012).
- [3]Arikunto, S, 1996. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Jakarta: PT. Rineka Cipta. h.274.