

**PENGARUH PENGGUNAAN ELEKTROLISER AIR
DAN PEMANASAN BAHAN BAKAR BENSIN MELALUI PIPA KAPILER
BERSIRIP RADIAL DI DALAM *UPPER TANK* RADIATOR
TERHADAP EMISI GAS BUANG CO DAN HC
PADA MESIN TOYOTA KIJANG**

Febryan Alfianto Nugroho, Husin Bugis, Dinar Susilo Wijyanto

Prodi. Pend. Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS
Kampus UNS Pabelan JL. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp/Fax 0271 718419
Email : alfiantofebryan@gmail.com

Abstract

The result of this research shows that the usage of water electrolizer and the fuel heating use 3 finned copper tubes in the upper tank of radiator can reduce the highest level of exhaust emission. On the normal condition, Toyota Kijang has 2.981% CO exhaust emission and 192.667 ppm HC. In the usage of water electrolizer can reduce the highest level on exhaust emissions of CO and HC in the engine of Toyota Kijang. The different of CO exhaust emission is 0,84 % volume or 28 % while the HC exhaust emission is 24,334 ppm volume or 13 %. In the usage of fuel heating use 3 finned copper tubes in the upper tank of radiator can reduce the highest level on exhaust emissions of CO and HC in the engine of Toyota Kijang. The different of CO exhaust emission is 2,54 % volume or 85 % while the HC exhaust emission is 139,667 ppm volume or 72 %. In the usage of water electrolizer and the fuel heating use 3 finned copper tubes in the upper tank of radiator can reduce the highest level of exhaust emissions of CO and HC in the engine of Toyota Kijang. The different of CO exhaust emission is 2,648 % volume or 89 % while the HC exhaust emission is 140 ppm volume or 73 %. The conclusion of this research is the usage of water electrolizer and fuel heating using three copper tubes with the range between the fins is 10 mm in the upper tank of radiator can reduce the highest exhaust emission on the machine of Toyota kijang 1989.

Keywords: water electrolizer, fuel heating, capillar tubes, radial fins, upper tank of radiator, CO and HC exhaust emission.

PENDAHULUAN

Pembangunan yang semakin meningkat menjadikan tingkat pertumbuhan ekonomi semakin tinggi. Salah satu dampak yang terjadi adalah merangsang produksi dan jumlah kendaraan bermotor. Meningkatnya produksi dan jumlah kendaraan bermotor akan menimbulkan permasalahan lalu lintas seperti

kemacetan, kecelakaan dan pencemaran udara. Menurut BPLHD Jawa Barat (2009), "Kontribusi pencemaran udara yang berasal dari sektor transportasi mencapai 60%-70%, kontribusi gas buang dari cerobong asap industri hanya berkisar 10-15%, sisanya berasal dari sumber pembakaran lain, misalnya dari rumah

angga, pembakaran sampah, kebakaran hutan, dan lain-lain”.

Pencemaran udara dari sektor transportasi yaitu akibat dari gas bekas yang keluar dari knalpot kendaraan bermotor, dimana dalam gas bekas tersebut mengandung unsur-unsur yang berbahaya bagi kesehatan serta dapat merusak lingkungan. Seperti diketahui bahwa proses pembakaran bahan bakar dari motor bakar menghasilkan gas buang yang mengandung unsur CO, NO₂, HC, C, H₂, CO₂, H₂O, dan N₂. Sumber polusi yang utama berasal dari 60% karbon monoksida dan 15% terdiri dari hidrokarbon.

Dengan melihat tingginya emisi gas buang yang dapat membuat bahaya bagi kesehatan manusia maka perlu usaha-usaha dalam penanggulangannya agar dampak negatif dari kadar emisi gas buang dapat dikurangi atau dikendalikan. Beberapa cara yang digunakan adalah memperbaiki proses pembakaran agar bahan bakar terbakar secara sempurna dengan cara menaikkan nilai oktan bahan bakar. Salah satu cara menaikkan nilai oktan bahan bakar adalah dengan cara menginjeksikan gas hasil dari proses elektrolisis air ke ruang bakar melalui intake manifold yang biasa disebut dengan elektroliser air. Elektrolisis merupakan proses kimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia (Urip Sudirman: 2008). Gas yang dihasilkan dari proses elektrolisis air adalah gas HHO atau sering disebut sebagai brown gas. Brown gas merupakan bahan bakar yang kuat (powerfull), bersih, mampu meningkatkan jarak tempuh dan mengurangi secara signifikan emisi gas buang. Dengan penambahan gas ini dapat membuat pembakaran lebih baik.

Alternatif lain untuk menaikkan oktan bahan bakar adalah dengan cara merubah rantai karbon lurus n-oktana menjadi rantai karbon bercabang isooktana melalui pemanasan bahan bakar bensin dengan media pipa kapiler tembaga bersirip di dalam *upper tank* radiator. Pemilihan bahan tembaga karena memiliki sifat thermal dan electrical konduktifitas yang baik, ketahanannya terhadap korosi atmosferic serta penambahan sirip pada pipa bertujuan untuk menambah kalor yang diserap bahan bakar. Proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder dipengaruhi oleh: temperatur, kerapatan campuran, komposisi, dan turbulensi yang ada pada campuran bahan bakar. Apabila temperatur campuran bahan bakar dengan udara naik, maka semakin mudah campuran bahan bakar dengan udara tersebut untuk terbakar. Dengan temperatur yang cukup campuran bahan bakar dalam hal ini bensin dengan udara akan lebih homogen. Salah satu syarat agar campuran lebih homogen adalah bahan bakar harus mudah menguap. Jika homogenitas baik maka akan memperbaiki sistem pembakaran sehingga diharapkan dapat mengurangi emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC).

Berdasarkan permasalahan di atas maka proses pembakaran bahan bakar yang sempurna di dalam mesin akan mempengaruhi kandungan polutan pada emisi gas buang. Bahan bakar sebagai elemen dasar dalam proses pembakaran memiliki peranan penting dalam proses pembakaran yang sempurna dalam ruang bakar. Dalam penelitian ini melakukan suatu percobaan dengan penggunaan elektroliser air pada kendaraan dan

memberikan suatu treatment terhadap bahan bakar bensin dengan memanaskan bahan bakar tersebut yang dilewatkan melalui media pemanas pipa tembaga kapiler bersirip radial profil lingkaran yang dipasang di dalam *upper tank* radiator dengan memanfaatkan sirkulasi air pendingin. Bensin yang dilewatkan pada media pemanas mendapat pertambahan nilai kalori yang diharapkan memperoleh suatu kondisi dimana campuran bahan bakar dengan udara diharapkan dapat lebih baik sehingga bahan bakar yang masuk ke dalam karburator dapat terbakar dengan sempurna.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah di kemukakan di atas, maka dapat diidentifikasi berbagai permasalahan yang berkaitan dengan penurunan kadar emisi gas buang pada kendaraan bermotor. Emisi gas buang dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

1. Sistem pemasukan bahan bakar.
2. Jenis bahan bakar yang dipakai.
3. Putaran mesin.
4. Perbandingan campuran bahan bakar dan udara.
5. Jumlah efisiensi volumetris bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar.
6. Sistem pengapian.
7. Kesempurnaan proses pembakaran.
8. Pembuatan alat penurun kadar emisi gas buang seperti alat penghasil gas HHO.
9. Pemanasan bahan bakar.

Agar penelitian yang dilakukan dapat mengarah tepat pada sasaran dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka peneliti membatasi penelitian dengan ruang lingkup :

1. Elektroliser air digunakan untuk menghasilkan gas HHO hasil

elektrolisis air yang membuat nilai oktan meningkat sehingga daya ledak tinggi dan tenaga meningkat sehingga terjadi penurunan emisi gas buang.

2. Proses pemanasan bahan bakar menggunakan pipa kapiler bersirip radial di dalam *upper tank* radiator. Proses pemanasan membuat campuran bahan bakar dengan udara tercampur homogen dan pembakaran menjadi sempurna sehingga terjadi penurunan emisi gas buang.

Adapun perumusan yang diteliti adalah:

1. Apakah ada pengaruh penggunaan elektroliser air terhadap emisi gas buang CO dan HC pada mesin Toyota Kijang?
2. Apakah ada pengaruh pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa kapiler bersirip radial di dalam *upper tank* radiator terhadap emisi gas buang CO dan HC pada mesin Toyota Kijang?
3. Apakah ada pengaruh penggunaan elektroliser air dan pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa kapiler bersirip radial di dalam *upper tank* radiator terhadap emisi gas buang CO dan HC pada mesin Toyota Kijang?

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan elektroliser air terhadap emisi gas buang CO dan HC pada mesin Toyota Kijang.
2. Mengetahui pengaruh pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa kapiler bersirip radial di dalam *upper tank* radiator terhadap emisi gas buang CO dan HC pada mesin Toyota Kijang.

- Mengetahui pengaruh penggunaan elektroliser air dan pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa kapiler bersirip radial di dalam *upper tank* radiator terhadap emisi gas buang CO dan HC pada mesin Toyota Kijang.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang berusaha membandingkan hasil penelitian dari kelompok standar dengan kelompok eksperimen. Penelitian ini diadakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan elektroliser air dan pemanasan bahan bakar bensin dengan media pipa kapiler bersirip radial profil lingkaran di dalam *upper tank* radiator terhadap emisi gas buang CO dan HC. Pengujian emisi gas buang dilaksanakan berdasarkan pada SNI 09-7118.1-2005 yaitu cara uji kendaraan bermotor kategori L pada M kondisi *idle*.

Dalam penelitian ini sampelnya adalah Sampel dalam penelitian ini mesin Toyota Kijang 4 silinder seri 4K tahun 1989 dengan nomor mesin 7855290 dan nomor plat AD 9503 AS. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *Random Sampling*.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Metode eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Metode eksperimen pada pengukuran emisi gas buang karbonmonoksida (CO) dan hidrokarbon (HC).

Pelaksanaan Eksperimen

a. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

1) Gas Analyzer

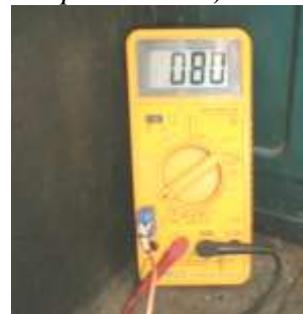
Gas Analyzer adalah alat untuk mengetahui kadar gas buang yang dikeluarkan motor melalui saluran buang (*exhaust manifold*). Misalnya gas O₂, CO, CO₂, dan HC. Dalam penelitian ini menggunakan *gas analyzer* tipe 898 OTC STARGAS *Global Diagnostic*.



Gambar 1. Gas Analyzer

2) Multimeter Digital

Multimeter digital dalam penelitian ini dipakai untuk mengukur suhu bahan bakar sebelum masuk ke radiator dan setelah dari karburator, suhu air radiator yang masuk ke radiator dan yang keluar radiator, dan mengukur besarnya putaran mesin dalam satuan r.p.m. (*rotation per minutes*).



Gambar 2. Multimeter Digital

3) Kompresor

Kompresor adalah alat penyemprot udara yang dalam penelitian ini digunakan untuk membersihkan selang *probe*

sensor pada *gas analyzer* agar gas buang yang masuk ke alat ukur bersih.

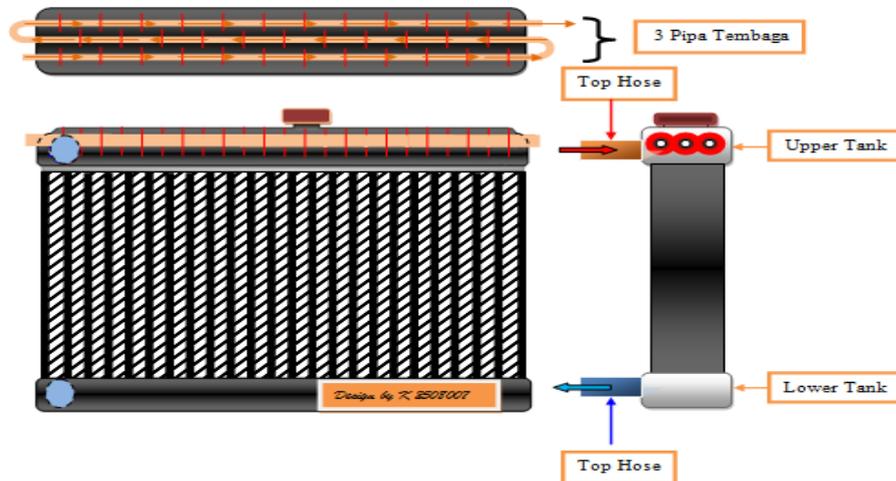


Gambar 3. Kompresor

4) Radiator

Radiator dalam penelitian ini berfungsi sebagai media untuk memanaskan bahan bakar. Radiator yang digunakan adalah radiator yang telah divariasikan dengan pipa tembaga dengan tambahan sirip. Adapun variasi yang dilakukan adalah pada jarak antar sirip.

Desain radiator pada penelitian adalah sebagai berikut:

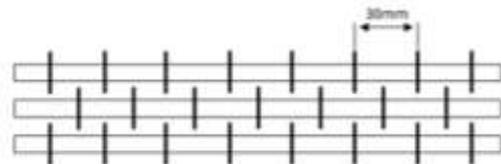


Gambar 4. Desain Radiator pada Penelitian

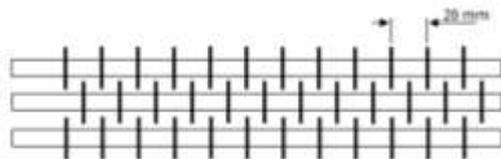
5) Pipa Kapiler Tembaga Bersirip Radial Profil Lingkaran

Pipa kapiler tembaga ini berfungsi sebagai tempat aliran bahan bakar yang dipanaskan. Pipa tembaga yang digunakan berdiameter 6 mm sebanyak tiga pipa dengan panjang masing-masing 450 mm.

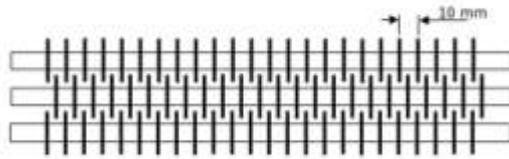
Sirip berprofil lingkaran dengan luas $176,625 \text{ mm}^2$. Sirip pada penelitian ini dipasang pada pipa kapiler tembaga dengan jarak antar sirip 30 mm, 20 mm, 10 mm.



Gambar 5. Pipa Tembaga Bersirip Jarak antar Sirip 30 mm



Gambar 6. Pipa Tembaga Bersirip Jarak antar Sirip 20 mm



Gambar 7. Pipa Tembaga Bersirip
Jarak antar Sirip 10 mm

6) Elektroliser Air

Elektroliser air digunakan untuk menguraikan air yang dipecah menjadi gas HHO atau sering disebut sebagai *brown gas*.



Gambar 8. Elektoliser Air

b. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

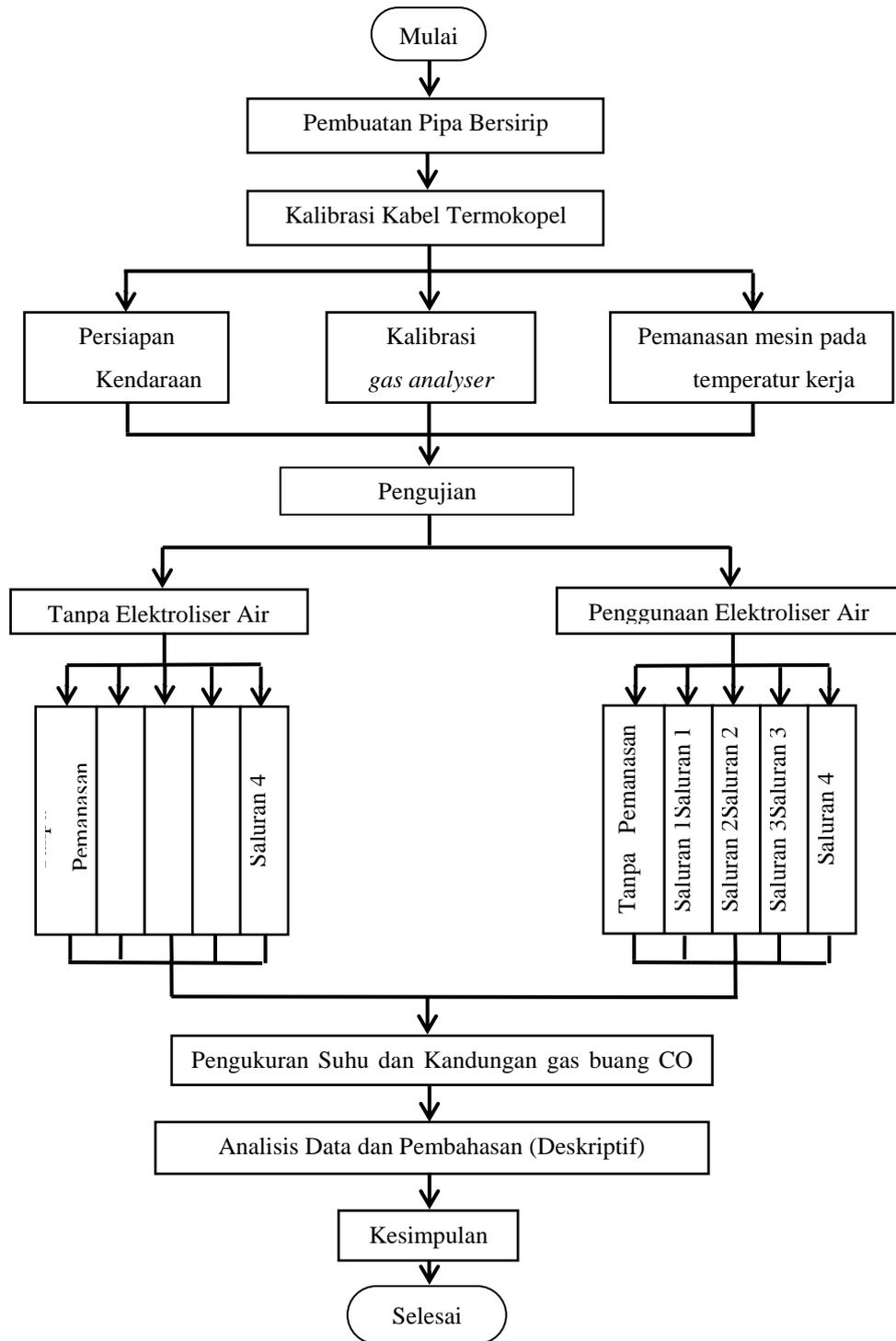
1) Mesin Uji

Mesin yang digunakan untuk eksperimen ini adalah mesin Toyota Kijang 4 silinder seri 4K dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a) Type : 4 langkah OHV
- b) Jumlah Silinder : 4 (empat), 8 katup
- c) Diameter Silinder : 75 mm
- d) Langkah Piston : 73 mm
- e) Isi Silinder : 1,3L (1290 cc)
- f) Perbandingan kompresi : 8,9 : 1

2) Bahan bakar bensin jenis premium yang didapatkan dari SPBU.

Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 9. Bagan Prosedur Penelitian

Persiapan eksperimen dilakukan 2 tahap. Tahap pertama adalah pembuatan elektroliser air. Menyiapkan 3 tabung, 2 buah tabung elektroliser dan 1 buah tabung sebagai *water trap*. Pada setiap tabung dilubangi 2 lubang. Membuat dudukan elektroda dan memasang kawat elektroda padaudukannya. Memasang elektroda, *Elbow*, dan keran pengatur udara. Tahap kedua adalah melakukan pembuatan pipa bersirip radial profil lingkaran. Menyediakan tiga buah pipa kapiler tembaga dengan diameter 6 mm panjang 1350 mm. Setiap pipa kapiler akan dipasang sirip radial profil lingkaran dengan luas 176,625 mm². Melakukan pemasangan sirip pada pipa kapiler tembaga dengan bahan perekat timah dengan cara dipanaskan. Jarak antar sirip divariasikan mulai dari 10 mm, 20mm, dan 30 mm. Mengkalibrasi kabel termokopel dengan cara mencatat selisih pada tiap suhu dari 0⁰C –s/d 100⁰C antara kabel termokopel dan thermometer. Meningkatkan (akselerasi)

putaran mesin hingga mencapai 2900 r.p.m. s/d 3100 r.p.m. kemudian tahan selama 60 detik dan selanjutnya kembalikan pada kondisi idle. Masukkan probe alat uji ke pipa gas buang sedalam 30 cm, bila kedalaman pipa gas buang kurang dari 30 cm maka pasang pipa tambahan. Tunggu 20 detik dan lakukan pengambilan data kadar konsentrasi gas CO (dalam % volume) dan HC (dalam ppm volume). Tunggu sampai oli turun ke suhu 600C lalu lakukan lagi pengulangan pengujian sampai 3 kali dengan langkah yang sama.

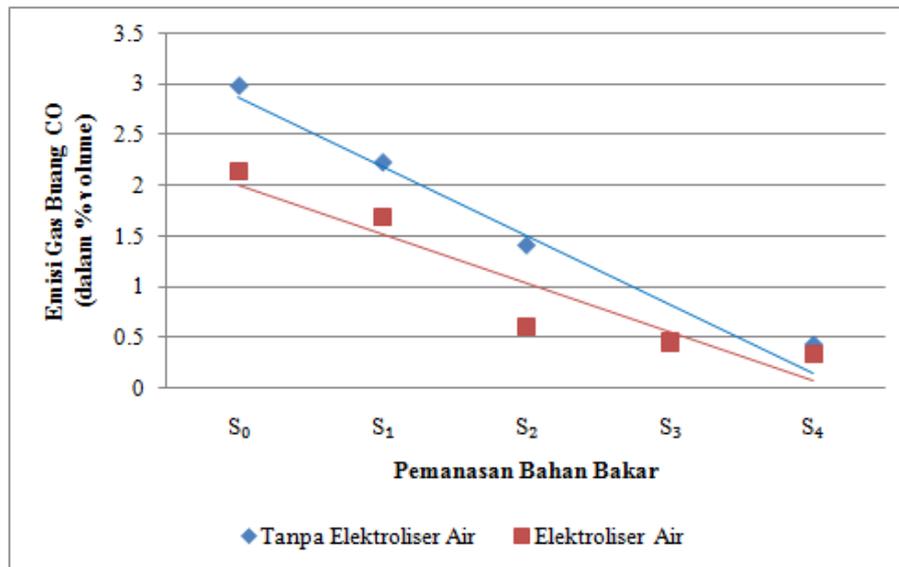
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perbandingan Rata-rata Emisi Gas Buang CO (dalam % volume) dari semua Percobaan.

Perbandingan emisi gas buang CO (dalam % volume) dari semua percobaan pemanasan bahan bakar dan penambahan elektroliser air dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perbandingan Rata-Rata Pengukuran Emisi Gas Buang CO pada Mesin Toyota Kijang

Elektroliser	Pemanasan Bahan Bakar (°C)				
	S ₀ T=38,19	S ₁ T=56,13	S ₂ T=59,11	S ₃ T=66,56	S ₄ T=71,03
Tanpa Elektroliser Air	2,981	2,229	1,417	0,477	0,441
Elektroliser Air	S ₀ T=38,19	S ₁ T=57,62	S ₂ T=60,76	S ₃ T=68,88 ⁰ C	S ₄ T=72,18
	2,141	1,689	0,600	0,447	0,333



Gambar 10. Pengaruh Penggunaan Elektroliser Air dan Pemanasan Bahan Bakar terhadap Emisi Gas Buang CO pada Mesin Toyota Kijang

Dari data di atas dapat dilihat penurunan emisi gas buang CO (dalam % volume). Mesin Toyota Kijang dengan menggunakan elektroliser air dan pemanasan bahan bakar 3 pipa dengan sirip berjarak 10 mm antar sirip memiliki emisi gas buang CO (dalam % volume) yang paling rendah dibandingkan dengan keadaan mesin Toyota Kijang pada semua percobaan. Selisih emisi gas buang CO sebesar 2,648 % volume atau sebesar 89 %. Penelitian Sugiyarto (2011) pada mesin Daihatsu Taruna CX tahun 2000 hasil penelitiannya menunjukkan bahwa emisi gas buang karbon monoksida turun 25,40% pemanasan bahan bakar bensin dengan panjang pipa tembaga 1440 mm.

Elektroliser air menghasilkan gas HHO (Hidrogen-Hidrogen-Oksigen) hasil dari elektrolisis air. Gas HHO terdiri atas 2 hidrogen dan 1 oksigen. Penambahan gas HHO ini akan berdampak pada proses pembakaran mesin kendaraan bermotor. Gas HHO mempunyai nilai oktan yang lebih tinggi daripada

bensin. Semakin tinggi nilai oktan suatu bahan bakar maka daya ledak yang dihasilkan akan lebih tinggi juga. Daya ledak membuat tenaga mesin meningkat.

Penambahan elektroliser menghasilkan gas HHO yang akan bercampur dengan campuran udara dan bahan bakar. Gas HHO membuat pembakaran mendekati sempurna.

Bahan bakar yang memiliki suhu paling tinggi diperoleh dari pemanasan menggunakan 3 pipa tembaga dengan jarak antar sirip 10mm. Bahan bakar memiliki suhu 72,18 °C. Perbedaan panas bahan bakar yang berbeda disebabkan oleh perbedaan jumlah sirip. Pemanasan menggunakan 3 pipa tembaga dengan jarak antar sirip 10 mm memiliki jumlah sirip terbanyak dari yang lainnya.

Panas yang diserap oleh pemanasan menggunakan 3 pipa tembaga dengan jarak antar sirip 10mm membuat bahan bakar yang mempunyai rantai alkana n-oktana menjadi bercabang lebih banyak

menjadi alkana isooktana Cabang isooktana pada bahan bakar yang semakin banyak karena pengaruh pemanasan membuat campuran bahan bakar dan udara semakin homogen.

Bercampurnya gas HHO dari proses elektroliser air dengan campuran yang sudah homogen akan membuat campuran lebih homogen lagi sehingga bahan bakar lebih mudah terbakar. Gas HHO akan membuat campuran yang homogen terbakar seluruhnya sehingga pembakaran mendekati sempurna. Pembakaran yang mendekati sempurna ini membuat emisi gas buang CO (dalam % volume) pada mobil Toyota Kijang semakin rendah.

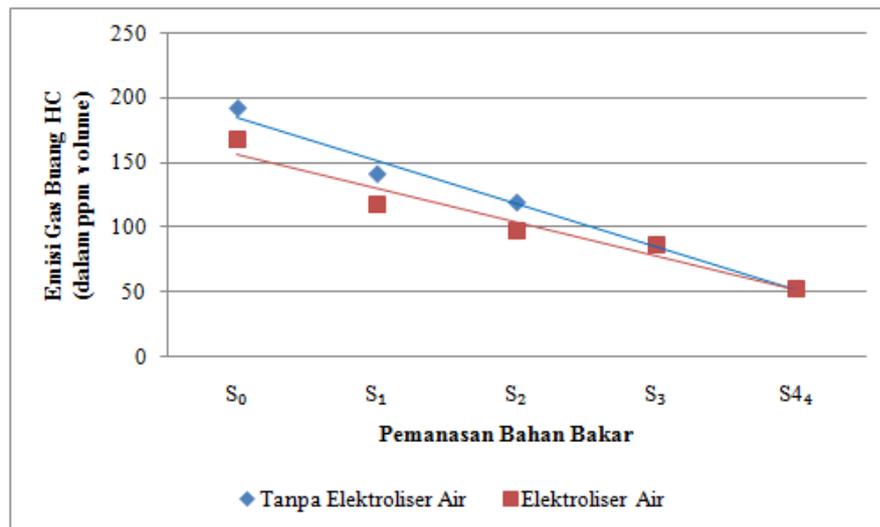
Berdasarkan data di atas disimpulkan bahwa emisi gas buang CO (dalam % volume) adalah pada penambahan elektroliser air dan pemanasan bahan bakar tiga pipa bersirip dengan jarak antar sirip 10 mm.

2. Perbandingan Rata-rata Emisi Gas Buang HC (dalam ppm volume) dari semua Percobaan.

Perbandingan emisi gas buang CO (dalam % volume) dari semua percobaan pemanasan bahan bakar dan penambahan elektroliser air dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Perbandingan Rata-Rata Pengukuran Emisi Gas Buang HC pada Mesin Toyota Kijang

Elektroliser	Pemanasan Bahan Bakar ($^{\circ}$ C)				
	S ₀ T=38,19	S ₁ T=56,13	S ₂ T=59,11	S ₃ T=66,56	S ₄ T=71,03
Tanpa Elektroliser Air	192,667	141,667	119,667	87,333	53
	S ₀ T=38,19	S ₁ T=57,62	S ₂ T=60,76	S ₃ T=68,88	S ₄ T=72,18
Elektroliser Air	168,333	117,667	98	87	52,667



Gambar 11. Pengaruh Penggunaan Elektroliser Air dan Pemanasan Bahan Bakar terhadap Emisi Gas Buang HC pada Mesin Toyota Kijang

Dari data di atas dapat dilihat penurunan emisi gas buang HC (dalam % volume). Mesin Toyota Kijang dengan menggunakan elektroliser air dan pemanasan bahan bakar 3 pipa dengan sirip berjarak 10 mm antar sirip memiliki emisi gas buang HC (dalam ppm volume) yang paling rendah dibandingkan dengan keadaan mesin pada semua percobaan. Selisih emisi gas buang HC sebesar 140 ppm volume atau sebesar 73 %.

Elektroliser air menghasilkan gas HHO (Hidrogen-Hidrogen-Oksigen) hasil dari elektrolisis air. Gas HHO terdiri atas 2 hidrogen dan 1 oksigen. Penambahan gas HHO ini akan berdampak pada proses pembakaran mesin kendaraan bermotor. Gas HHO mempunyai nilai oktan yang lebih tinggi daripada bensin. Semakin tinggi nilai oktan suatu bahan bakar maka daya ledak yang dihasilkan akan lebih tinggi juga. Daya ledak membuat tenaga mesin meningkat.

Penambahan elektroliser menghasilkan gas HHO yang akan

bercampur dengan campuran udara dan bahan bakar. Gas HHO membuat pembakaran mendekati sempurna.

Bahan bakar yang memiliki suhu paling tinggi diperoleh dari pemanasan menggunakan 3 pipa tembaga dengan jarak antar sirip 10mm. Bahan bakar memiliki suhu 72,18 °C. Perbedaan panas bahan bakar yang berbeda disebabkan oleh perbedaan jumlah sirip. Pemanasan menggunakan 3 pipa tembaga dengan jarak antar sirip 10 mm memiliki jumlah sirip terbanyak dari yang lainnya.

Panas yang diserap oleh pemanasan menggunakan 3 pipa tembaga dengan jarak antar sirip 10mm membuat bahan bakar yang mempunyai rantai alkana n-oktana menjadi bercabang lebih banyak menjadi alkana isooktana. Cabang isooktana pada bahan bakar yang semakin banyak karena pengaruh pemanasan membuat campuran bahan bakar dan udara semakin homogen.

Bercampurnya gas HHO dari proses elektroliser air dengan campuran

yang sudah homogen akan membuat campuran lebih homogen lagi sehingga bahan bakar lebih mudah terbakar. Gas HHO akan membuat campuran yang homogen terbakar seluruhnya sehingga pembakaran mendekati sempurna. Pembakaran yang mendekati sempurna ini membuat emisi gas buang HC (dalam ppm volume) pada mobil Toyota Kijang semakin rendah.

Berdasarkan data di atas disimpulkan bahwa konsumsi bahan bakar paling hemat adalah pada penambahan elektroliser air dan pemanasan bahan bakar tiga pipa bersirip dengan jarak antar sirip 10 mm.

SIMPULAN

Berdasarkan data dan hasil uji coba pada penelitian dapat disimpulkan bahwa : (1) Ada penurunan penggunaan elektroliser air terhadap gas CO dan HC pada mesin Toyota Kijang. Penurunan emisi gas buang CO sebesar 0,84 % volume atau sebesar 28 % dan emisi gas buang HC sebesar 24,334 ppm volume atau 13 %, (2) Ada penurunan pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa kapiler bersirip radial di dalam *upper tank* radiator terhadap emisi gas buang CO dan HC pada mesin Toyota Kijang. Penurunan emisi gas buang CO dan HC terbesar yaitu pada percobaan dengan menggunakan pemanasan 3 pipa tembaga dengan jarak antar sirip 10 mm. Selisih emisi gas buang CO sebesar 2,54 % volume atau sebesar 85 % dan emisi gas buang HC sebesar 139,667 ppm volume atau sebesar 72 %, (3) Ada penurunan penggunaan elektroliser air dan pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa kapiler bersirip radial di dalam *upper tank* radiator terhadap emisi gas buang CO

dan HC pada mesin Toyota Kijang. Penurunan emisi gas buang CO dan HC terbesar yaitu pada percobaan dengan menggunakan elektroliser air dengan panjang kawat elektroda 3 m dan pemanasan 3 pipa tembaga dengan jarak antar sirip 10 mm. Selisih emisi gas buang CO sebesar 2,648 % volume atau sebesar 89 % dan emisi gas buang HC sebesar 140 ppm volume atau sebesar 73 %.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada mobil Toyota Kijang ada beberapa saran antara lain: (1) Pada kendaraan yang belum dilengkapi teknologi injeksi dengan pengontrol komputer, agar mencoba menggunakan elektroliser air dan pemanasan bahan bakar melalui media pipa tembaga bersirip di dalam *upper tank* radiator, (2) Dalam penelitian ini dengan menggunakan 3 pipa dengan jarak antar sirip 10 mm kadar emisi gas buang CO turun sangat signifikan tetapi juga mengganggu kinerja air pendingin dalam *upper tank* radiator karena terjadi hambatan yang besar. Saran kami penelitian lebih lanjut dengan menggunakan 3 pipa dengan jarak antar sirip lebih renggang atau 1 pipa dengan jarak antar sirip lebih rapat, (3) Perlu ditambahkan pengatur pembukaan katup yang otomatis pada elektroliser air agar gas HHO yang masuk dalam *intake manifold* besarnya sama, (4) Penelitian lebih lanjut bisa dilakukan pada variabel yang lebih luas yaitu pengaruh penggunaan elektroliser air dan pemanasan bahan bakar terhadap daya dan torsi sehingga dapat diketahui hubungan antara variasi pemanasan bahan bakar, daya dan torsi, serta konsumsi bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, A. (2011). *Modul Perawatan Sepeda Motor*. Amuntai: SMK Negeri 2 Amuntai. Diperoleh 26 April 2012 dari http://www.scribd.com/document_downloads/direct/51394582?extension=pdf&ft=1337724042<=1337727652&uahk=iVB6Khwj0B+JecDmqbhJiEmq4nk
- Andreanugrah. (2012). *Pengertian Pipa Kapiler*. Diperoleh 16 Mei 2012 dari <http://id.answers.yahoo.com/question/index?qid=20120206002717AAvwOMU>
- Arifin, Z. (2011). *Penelitian Pendidikan Metode dan Paradigma Baru*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Jawa Barat. (2009). *Pencemaran Udara dari Sektor Transportasi*. Diperoleh 26 April 2012 dari <http://www.bplhdjabar.go.id/index.php/bidang-pengendalian/subid-pemantauan-pencemaran/94-pencemaran-udara-dari-sektor-transportasi>
- Basori, dkk. (2012). *Electronic Petrol Injection (EPI) dan Emisi Gas Buang*. Modul Pelatihan Tidak Dipublikasikan. Surakarta: Pendidikan Teknik Mesin FKIP Universitas Sebelas Maret.
- Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta. (2012). *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surakarta: UNS press.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Global Renewable Energy & Power Inc. (GREPI). 2011. *Renewable Hydrogen*. Diperoleh 07 Juni 2012 dari <http://www.grepinc.com/technology/renewable-hydrogen>
- Jamal.Y, and Wyszynski.M.L. (1994). *Onboard Generation of Hydrogen-Rich Gaseous fuels*. *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol.19, No.7, pp. 557-572.
- Majid. (2011). *Racun Gas Karbon Monoksida*. Diperoleh 18 Juni 2012 dari <http://xa.yimg.com/kq/groups/9413146/259254791/name/RacunGasKarbonMonoksida.pdf>
- Mandiri, Arisco. (2011). *Radiator*. Diperoleh 25 Mei 2012 dari http://indonetnetwork.co.id/arisco_mandiri/1655473/radiator-core-radiator.html
- Nurachmandani, S. (2009). *Fisika 1: Untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Nurhidayat, M.A. (2007). *Sistem Bahan Bakar Bensin dan Injeksi Diesel*. Bandung: CV.Yrama Widya.
- Pusat Pelatihan PT. Indomobil Suzuki International. (2003). *Text Book Training Mekanik-D:Basic Automotive*. Jakarta: PT. Indomobil Suzuki International.

- PT.Ocean Petro Energy cab.Surabaya. (2012). *Supplier Bahan Bakar*. Diperoleh 18 Juni 2012 dari <http://supplierbahanbakar.blogspot.com/2012/03/trading-supplier-bahan-bakar.html>
- PT. Toyota Astra Motor Training Center. (1996). *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Rahayu, S.S. (2009). *Bijih Tembaga*. Diperoleh 16 Mei 2012 dari <http://www.chem-is-try.org/materi/kimia/kimia-industri/bahan-baku-dan-produk-industri/bijih-tembaga/>
- Ring Diesel Bensin. *Menguak Misteri Bensin Panas*. (2007). Diperoleh 17 April 2012 dari <http://www.ringdiesel-bensin.com/index.php?action=detail&id=2>
- Sudirman, U. (2006). *Metode Tepat Menghemat Bahan Bakar (Bensin) Mobil*. Jakarta: Kawan Pustaka.
- Sudirman, U. (2009). *Hemat BBM dengan Air (Panduan Membuat Alat Penghemat BBM)*. Jakarta: Kawan Pustaka.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyarto.2011.*Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Bensin melalui Media Pipa Tembaga di dalam Upper Tank Radiator terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) pada Mesin Daihatsu Taruna Tahun 2000*.Surakarta:UNS.
- Suratman, M. (2005). *Pemeliharaan/ Servis Sistem Bahan Bakar Bensin dan Diesel SMK*. Bandung: Armico.
- Sutomo, Murni, Senen, & Rahmat. (2010). *Pengaruh Elektroliser Terhadap Kepekaan Bahan Bakar pada Mesin Diesel 1 Silinder 20 HP*. Gema Teknologi, 16, (2), 82-86. Diperoleh 16 Mei 2012, dari http://eprints.undip.ac.id/35008/1/Pengaruh_Elektroliser.pdf
- Ulet. (2010). *Hidrokarbon (HC)*. Diperoleh 26 April 2012 dari <http://ultrawomen.wordpress.com/2010/02/15/hidrokarbon-hc/>
- Wijayanto, Dinar Susilo. (2008). *Pengaruh Pipa Bersirip Radial terhadap Karakteristik Penukar Kalor Aliran Silang*. Surakarta: JIPTEK
- Xonenda. (2012). *Komoditas BBM*. Diperoleh 15 Mei 2012 dari <http://xonendasmanda.blogspot.com/>
- Yovanovich. (2009). *Profil Sirip Radial*. Diperoleh 17 Mei 2012 dari <http://commonemitter.wordpress.com/category/heat-transfer/>