

PENGARUH PEMANASAN BAHAN BAKAR MELALUI PIPA BERSIRIP TRANSVERSAL PADA UPPER TANK RADIATOR DAN PENAMBAHAN ETANOL TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA TOYOTA KIJANG

Danar Susilo Wijayanto, Ngatou Rohman, Ranto, Husin Bugis, Ahmad Yuhsin Sukisno, dan Muhammad Rodhi Qoribi

Prodi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, FKIP, UNS
Kampus UNS Pabelan, Jl. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp/Fax (0271) 718419/ 716266

Email : danarsw@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this study were to determine the effect usage of gasoline heating through a capillary tube which is transversal finned in the upper tank of radiator on exhaust emissions of CO and HC in the engine of Toyota Kijang. This study is experimental. The sample in this study was the machine of Toyota Kijang. Free variable of the research is the usage of fuel heating with fin variations on the copper capillar tube consist of copper capillar tube without fin, finned copper capillar tube with the ranges between the fins are 10 mm, 20 mm, and 30 mm and variations of ethanol in premium 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, and 30%. Experimental method to measure exhaust emissions of CO and HC in the engine of Toyota Kijang. The result of this research shows that (1) The lowest carbonmonoxide gas emissions level was found in the heating of copper pipe with 20 mm fins distance in the solution of fuel and ethanol 30% at 0.209 (% vol). (2) The lowest Hydrocarbon emissions level was found in the heating of pipe with 10 mm fins distance in the solution of gasoline and ethanol 20% at 294.33 (ppm vol). (3) The heating of copper pipe with 20 mm spacing between the fins and the variation of ethanol 30% is the best result of the entire treatments with CO gas at 0.209 (% vol) and HC at 310.00 (ppm vol). (4) The heating in fuel mixture gasoline 75% and ethanol 25% through radiator upper tank with gap between fins 10 mm is the best treatment than from other treatment in testing use with CO t 0,31 (%vol) dan HC at 340 (ppm vol).

Keywords: heating fuel, capillary tube, transversal finned tube, upper tank radiator, CO and HC exhaust emission, ethanol in gasoline

PENDAHULUAN

Gas buang kendaraan bermotor mengandung unsur-unsur CO, NO₂, HC, C, H₂, CO₂, H₂O dan N₂. Karbon Monoksida (CO) adalah gas beracun, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Karena sifatnya yang tidak berbau, CO biasanya tercampur dengan gas-gas lain yang berbau, sehingga CO dapat terhirup dengan tidak sengaja bersamaan dengan gas lain yang berbau. Unsur CO hasil pembakaran bersifat racun bagi darah manusia saat pernafasan, sebagai akibat berkurangnya oksigen pada jaringan darah. Hidrokarbon (HC) dapat menyebabkan iritasi mata, batuk, rasa mengantuk dan bercak kulit.

Kenaikan harga BBM memunculkan berbagai masalah di setiap bidang, salah satunya adalah masalah di bidang otomotif. Dengan terbatasnya persediaan BBM yang memicu kenaikan harga bahan bakar, langkah positif yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penghematan. Penghematan dapat dilakukan dengan cara penggunaan kendaraan secara bijak, perawatan kendaraan secara berkala, dengan metode penghematan bahan bakar melalui

penambahan alat-alat penghemat bahan bakar dan lain sebagainya. Terkait dengan metode penghematan bahan bakar, ada beberapa metode yang dapat dilakukan antara lain meliputi: metode magnet, metode pemanasan (*heater*), metode gabungan (variasi, pemanasan, dan elektromagnetik), metode *cyclone*, metode menaikkan kadar oktan bahan bakar, metode penambahan pasokan udara, dan metode kondisi mesin (Sudirman, 2006).

Adanya proses pembakaran yang sempurna akan mempengaruhi konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Pada mobil yang masih menggunakan karburator, emisi gas buang yang dihasilkan pada putaran idle masih tinggi. Hal tersebut terjadi karena pada saat awal pemakaian mesin banyak memerlukan bahan bakar agar dapat hidup dikarenakan temperatur yang rendah, sehingga pada kondisi ini bahan bakar terbakar tidak sempurna akibatnya emisi gas buang meningkat.

Alternatif lain untuk menaikkan nilai oktan bahan bakar juga bisa dilakukan dengan menambahkan *renewable energy* yang nilai oktannya tinggi ke dalam bahan bakar, sehingga nilai oktan bahan bakar akan meningkat.

Senyawa oksigen yang mempunyai keunggulan angka oktan tinggi dan selama ini digunakan untuk adiktif bahan bakar bensin adalah etanol. Etanol merupakan golongan alkohol bersifat fluida inkompresibel yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Bahan bakar etanol dapat dicampurkan dengan bahan bakar bensin untuk pembakaran dalam motor bakar. Bahan bakar bensin dan etanol berdasarkan uji coba oleh BBPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) Serpong pada perbandingan 9:1 dapat dioperasikan pada teknologi kendaraan bermotor bensin tanpa memodifikasi mesin dan tidak akan merusak komponen mesin (Sulistyo, 2009). Proses pembakaran sempurna akan mempengaruhi gas buang dalam hasil pembakaran.

Pada penelitian ini obyek yang akan digunakan adalah mesin Toyota Kijang 4 silinder karburator. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penambahan etanol dalam bahan bakar bensin pada pemanasan bahan bakar bensin

melalui pipa kapiler bersirip transversal di dalam *upper tank* radiator terhadap emisi gas buang CO dan HC pada mesin Toyota Kijang.

Metode Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Otomotif Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, FKIP, Universitas Sebelas Maret yang beralamatkan di Jl. Ahmad Yani no. 200 Pabelan, Surakarta.

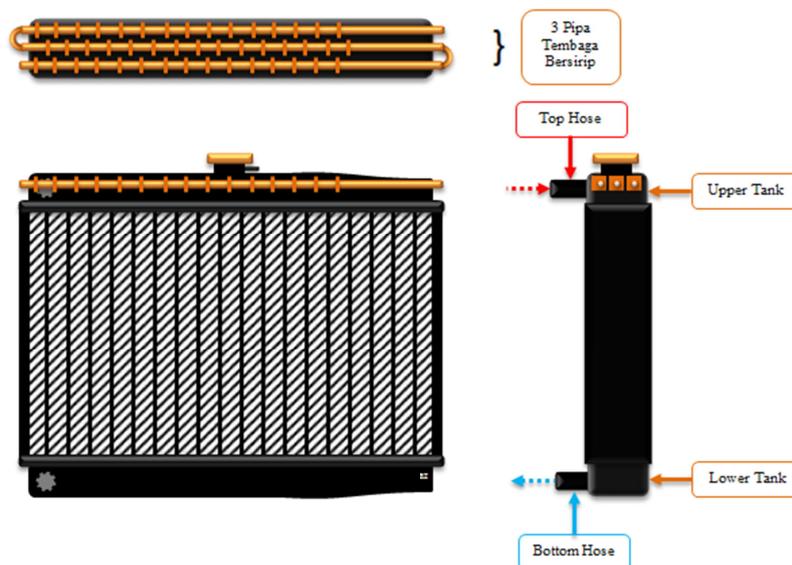
2. Pelaksanaan Eksperimen

a) Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

1) Radiator

Radiator yang digunakan adalah radiator yang telah ditambah dengan pipa tembaga dengan variasi jarak antar sirip.



Gambar 1. Desain Radiator

- 2) Elektroliser Air
- 3) Gelas Ukur, digunakan untuk mengukur konsumsi bahan bakar bensin
- 4) *Gas analyzer*, digunakan untuk mengukur emisi gas buang CO dan HC
- 5) *Stopwatch*, digunakan untuk mengukur waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bensin premium
- 6) *Tachometer*, digunakan untuk mengukur putaran mesin
- 7) *Thermokopel*, digunakan untuk mengukur temperatur air dan bensin
- 8) *Tool Box*, digunakan untuk melakukan *setting* peralatan uji
- 9) Perlengkapan Observasi :
 - (a) Lembar pengambilan data
 - (b) Alat tulis

b) Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

- 1) Mesin Uji

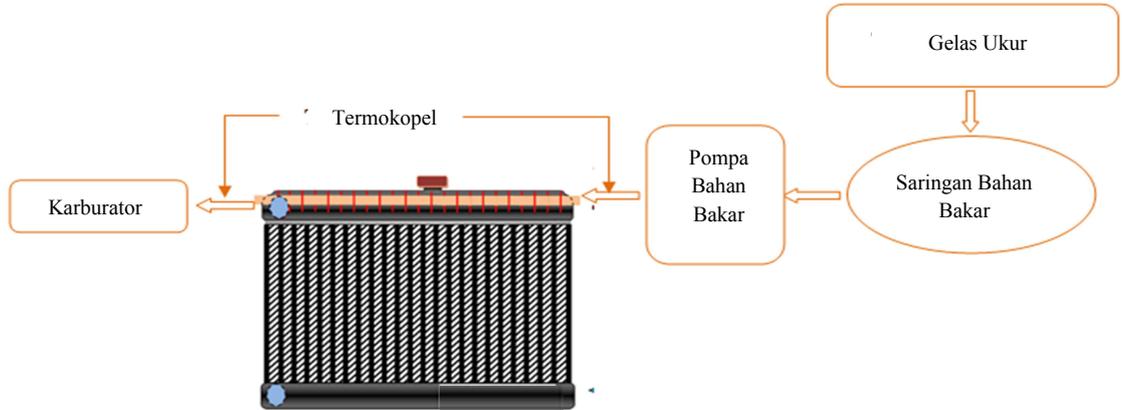
Mesin yang digunakan adalah mesin Toyota Kijang 4 silinder.

2) Bahan Bakar

- (a) Bahan bakar bensin jenis premium
- (b) Bahan bakar campuran antara premium dengan etanol

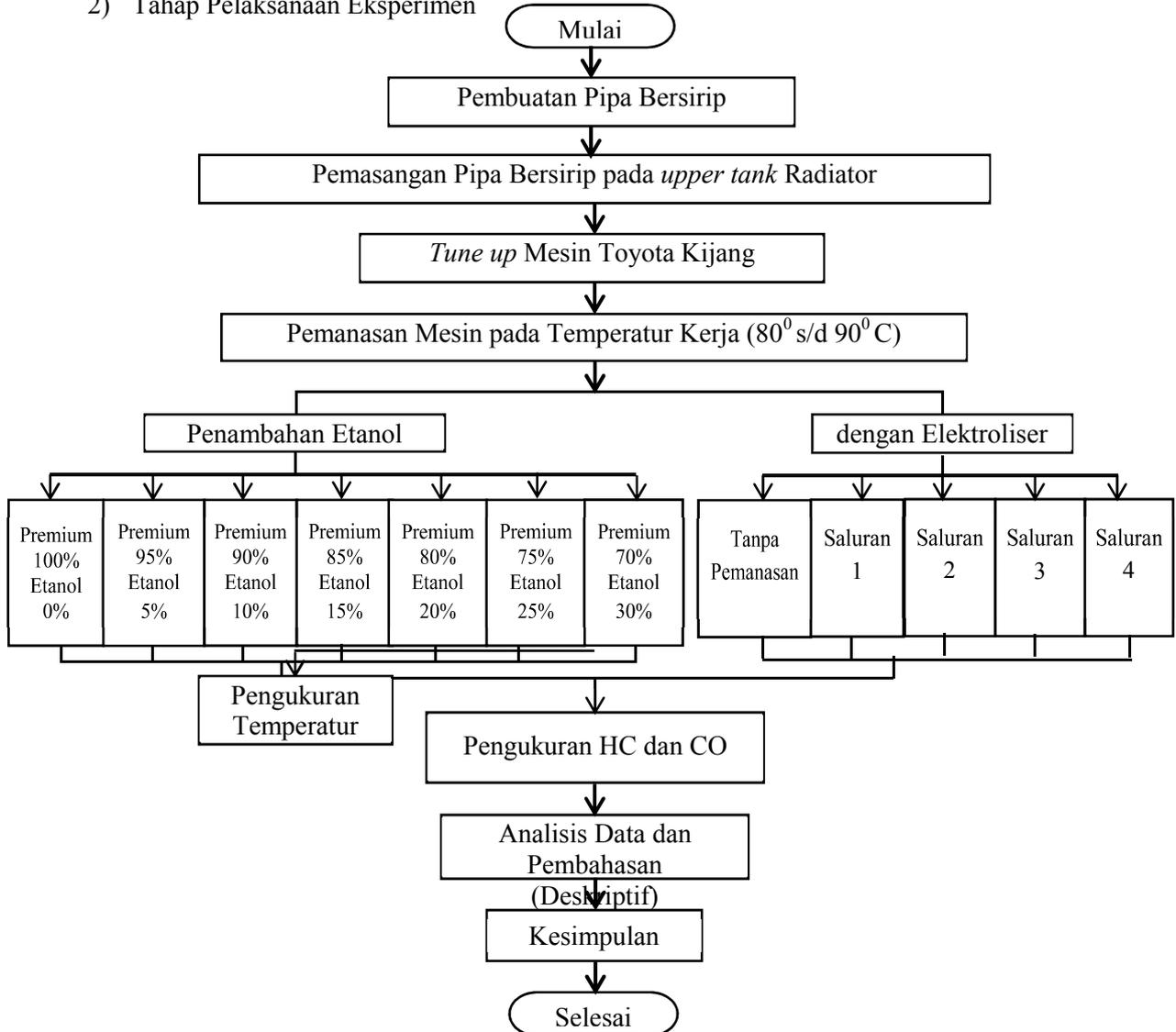
c) Desain Eksperimen

1) Skema Aliran Pemanasan Bahan Bakar



Gambar 2. Aliran Bahan Bakar

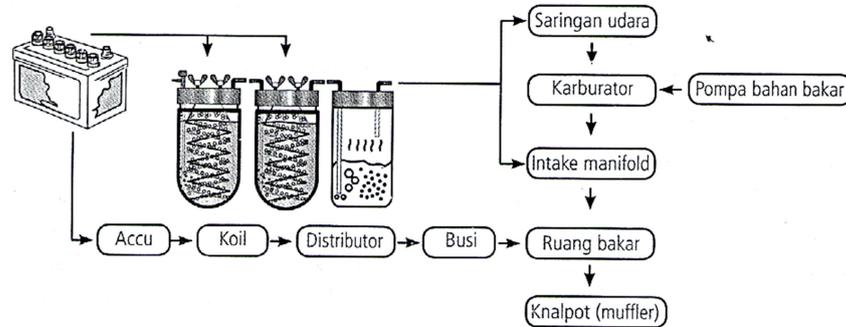
2) Tahap Pelaksanaan Eksperimen



Gambar 3. Bagan Alir Proses Eksperimen

Keterangan:

- Saluran 1 : Penambahan pipa kapiler tanpa sirip
- Saluran 2 : Penambahan pipa bersirip dengan jarak antar sirip 10 mm
- Saluran 3 : Penambahan pipa bersirip dengan jarak antar sirip 20 mm
- Saluran 4 : Penambahan pipa bersirip dengan jarak antar sirip 30 mm



Gambar 4. Skema Instalasi pada Mobil Karburator

d) Pengambilan Data

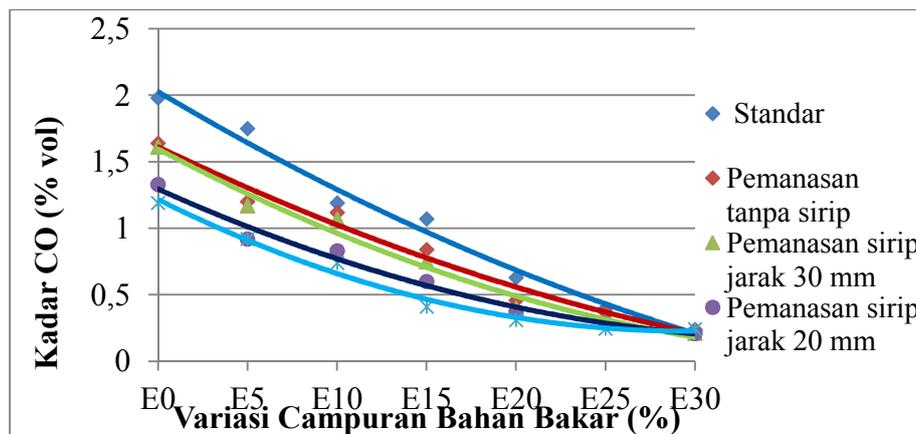
Pengambilan data dilakukan berdasarkan SNI 09-7118.1-2005 untuk pengujian emisi gas buang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap emisi gas buang CO dan HC pada mesin Toyota Kijang menghasilkan data pada tabel 1. berikut :

Tabel 1. Emisi Gas Buang CO dengan Pemanasan Bahan Bakar dengan Pipa Bersirip Persegi

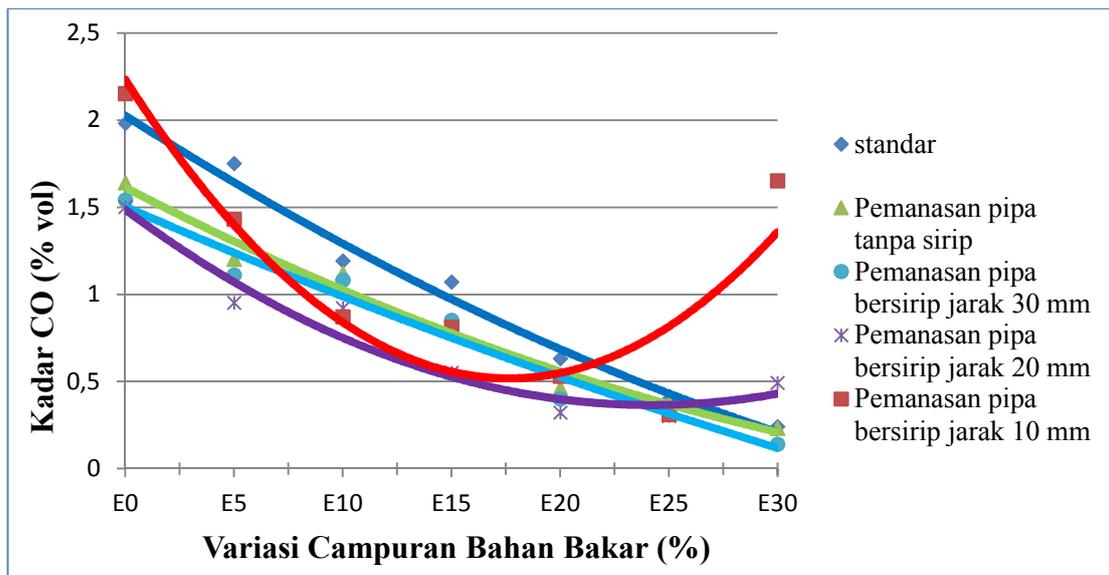
Variasi Campuran Bahan Bakar	Variasi Pemanasan Bahan Bakar							
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	
standar	1,976	1,748	1,188	1,068	0,634	0,404	0,243	
Pemanasan pipa tanpa sirip	1,636	1,201	1,123	0,843	0,458	0,366	0,227	
Pemanasan pipa bersirip 30 mm	1,612	1,175	1,074	0,754	0,397	0,304	0,211	
Pemanasan pipa bersirip 20 mm	1,329	0,917	0,832	0,600	0,375	0,289	0,209	
Pemanasan pipa bersirip 10 mm	1,194	0,923	0,741	0,411	0,307	0,245	0,244	



Gambar 5. Hubungan Kadar Karbon Monoksida (CO) dengan Variasi Campuran Bahan Bakar dengan Pemanasan Bahan Bakar dengan Pipa Bersirip Persegi

Tabel 2. Emisi Gas Buang CO dengan Pemanasan Bahan Bakar Pipa Bersirip Radial

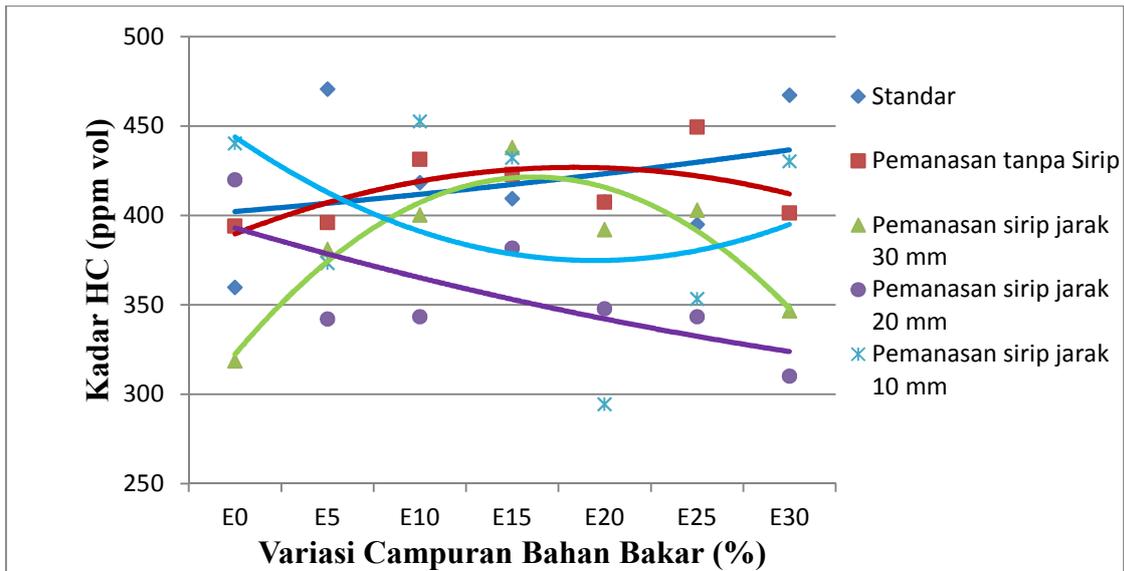
Variasi Pemanasan Bahan Bakar	Variasi Campuran Bahan Bakar						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
standar	1,98	1,75	1,19	1,07	0,63	0,4	0,24
Pemanasan pipa tanpa sirip	1,64	1,2	1,12	0,84	0,46	0,37	0,23
Pemanasan pipa bersirip 30 mm	1,54	1,11	1,08	0,85	0,40	0,32	0,14
Pemanasan pipa bersirip 20 mm	1,50	0,95	0,92	0,55	0,32	0,3	0,49
Pemanasan pipa bersirip 10 mm	2,15	1,43	0,87	0,81	0,53	0,31	1,65



Gambar 6. Hubungan Emisi Gas Buang CO dengan Variasi Campuran Bahan Bakar Premium dan Etanol dengan Pemanasan Bahan Bakar dengan Pipa Bersirip Radial

Tabel 3. Emisi Gas Buang HC dengan Pemanasan Bahan Bakar dengan Pipa Bersirip Persegi

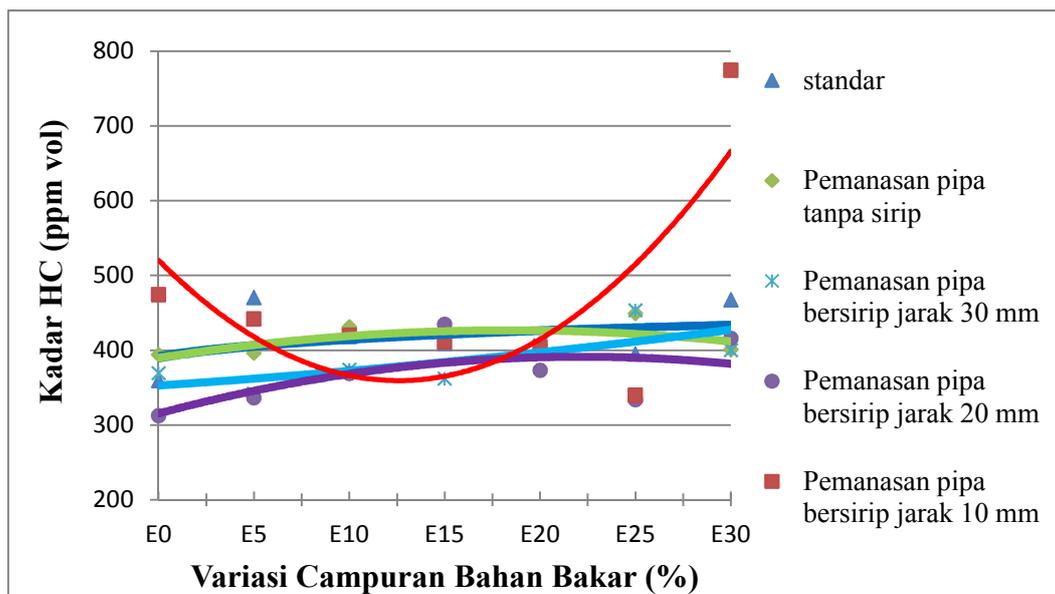
Variasi Pemanasan Bahan Bakar	Variasi Campuran Bahan Bakar						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
standar	359,67	470,67	418,33	409,33	407,67	395,00	467,33
Pemanasan pipa tanpa sirip	394,00	396,00	431,33	423,00	407,33	449,33	401,33
Pemanasan pipa bersirip 30 mm	318,61	381,00	400,33	438,00	392,00	403,00	346,67
Pemanasan pipa bersirip 20 mm	420,00	342,00	343,33	381,67	347,67	343,33	310,00
Pemanasan pipa bersirip 10 mm	440,33	373,33	452,67	432,33	294,33	353,33	430,33



Gambar 7. Hubungan Kadar Hidrokarbon dengan Variasi Campuran Bahan Bakar Premium dan Etanol dengan Pemanasan Bahan Bakar dengan Pipa Bersirip Persegi

Tabel 4. Emisi Gas Buang HC dengan Pemanasan Bahan Bakar dengan Pipa Bersirip Radial

Variasi Campuran Bahan Bakar	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Variasi Pemanasan Bahan Bakar							
standar	449,67	470,67	418,33	409,33	407,67	395	467,33
Pemanasan pipa tanpa sirip	394	396	431,33	423	407,33	449,33	401,33
Pemanasan pipa bersirip 30 mm	369,33	342	374	362	407	453,33	400
Pemanasan pipa bersirip 20 mm	312,33	336,33	369	434,67	373,33	333,67	416,33
Pemanasan pipa bersirip 10 mm	474,33	442	420	411	404	340	774,33



Gambar 8. Hubungan Emisi Gas Buang HC dengan Variasi Campuran Bahan Bakar Premium dan Etanol dengan Pemanasan Bahan Bakar Pipa Bersirip Radial

A. Pengaruh Penambahan Etanol dalam Premium dan Pemanasan Bahan Bakar Bensin melalui Pipa Kapiler Bersirip Persegi di dalam *Upper Tank* Radiator terhadap Emisi Gas Buang CO dan HC pada Mesin Toyota Kijang

Dengan membandingkan data tabel 1 dan gambar 5, penurunan kadar emisi terjadi karena titik bakar E0 lebih rendah dibanding dengan titik bakar E30. Penambahan etanol dalam bahan bakar mengakibatkan kenaikan nilai oktan. Nilai oktan yang tinggi menyebabkan bahan bakar lebih sulit terbakar sendiri, sehingga menghasilkan emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan.

Dari data pengujian, didapat bahwa kadar CO terbaik terdapat pemanasan dengan jarak antar sirip 20 mm dengan variasi campuran bahan bakar premium 70% dan etanol 30% dengan nilai sebesar 0,209 (% vol) pada suhu bahan bakar awal sebelum masuk ke dalam pipa pemanas sebesar 49,3 °C dan keluar dari pipa pemanas 66,3 °C. Suhu air pendingin awal sebelum masuk ke dalam radiator sebesar 80,8 °C dan keluar dari radiator 59,7 °C. Suhu bahan bakar masuk setelah dilakukan pengujian sebesar 49,3 °C, dan suhu keluar sebesar 68,0 °C. Suhu air pendingin sebelum masuk ke dalam radiator setelah pengujian sebesar 80,4 °C dan keluar dari radiator setelah pengujian sebesar 73,3 °C.

Dengan membandingkan data pada tabel 3 dan gambar 7 di atas, terjadi penurunan kadar HC dalam emisi gas buang sebesar 158,34 (ppm vol). Pada campuran bahan bakar E10 adanya kenaikan kadar HC yang sangat signifikan hal ini disebabkan oleh karakteristik mesin yang sehari-hari digunakan untuk pengujian. Pada campuran bahan bakar E20, kadar HC menurun. Menurunnya kadar HC ini disebabkan karena mesin yang sering digunakan. Akibat dari penggunaan mesin yang sering yaitu panas mesin lebih tinggi. Panas mesin inilah yang menyebabkan bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar mempunyai suhu yang lebih tinggi, sehingga bahan bakar lebih mudah dibakar.

Dari seluruh data yang didapat, kadar HC terbaik terdapat pada pemanasan bahan bakar dengan variasi jarak antar sirip 10 mm dengan variasi campuran bahan bakar E20 dengan nilai sebesar 294,33 (ppm vol) pada suhu bahan bakar awal sebelum masuk ke

Karbon Monoksida (CO) dari campuran bahan bakar E0 ke E30 sebesar 0,950 (% vol). Pada campuran bahan bakar E30 bahan bakar bisa terbakar secara sempurna. Pada E0 pembakaran yang terjadi tidak sempurna. Pembakaran yang tidak sempurna pada E0

dalam pipa pemanas sebesar 50,2 °C dan keluar dari pipa pemanas 68,5 °C. Suhu air pendingin awal sebelum masuk ke dalam radiator sebesar 80,2 °C dan keluar dari radiator 58,7 °C. Suhu bahan bakar masuk setelah dilakukan pengujian sebesar 55,7 °C dan suhu keluar sebesar 70,8 °C. Suhu air pendingin sebelum masuk ke dalam radiator setelah pengujian sebesar 82,1 °C dan keluar dari radiator setelah pengujian sebesar 76,3 °C.

Dengan membandingkan seluruh data yang didapat, pengujian dengan pemanasan pipa tembaga dengan jarak antar sirip 20 mm dengan variasi bahan bakar 30% mempunyai kadar CO yang paling rendah dan kadar HC lebih tinggi daripada pemanasan dengan pipa tembaga dengan jarak antar sirip 10 mm pada variasi bahan bakar 20 %. Melihat bahwa resiko di antara kedua gas terhadap manusia dan lingkungan, maka pemanasan pipa bersirip persegi dengan jarak antar sirip 20 mm dan variasi bahan bakar 30 % merupakan pengujian dengan perlakuan dengan hasil yang paling baik dibanding dengan perlakuan lain pada pengujian ini.

B. Pengaruh Penambahan Etanol dalam Premium 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

Panas yang diserap oleh pemanasan menggunakan tiga pipa tembaga, membuat bahan bakar yang mempunyai rantai karbon penyusun bahan bakar dari molekul kurang baik (rantai karbon lurus) menjadi rantai karbon bercabang lebih banyak. Semakin banyak jumlah sirip pada pipa tembaga membuat suhu bahan bakar meningkat. Semakin suhu bahan bakar meningkat membuat cabang rantai karbon pada bahan bakar semakin banyak, sehingga premium lebih mudah bercampur dengan udara yang masuk ke dalam silinder. Homogenitas campuran bahan bakar dan udara akan lebih baik. Homogenitas campuran yang semakin

baik membuat sistem pembakaran yang semakin baik, sehingga gas buang yang dihasilkan juga semakin baik.

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. Hidrogen gas yang mudah terbakar dan oksigen gas untuk membantu pembakaran, sehingga akan terjadi pembakaran yang lebih baik dan menghasilkan gas CO yang lebih sedikit.

Penurunan emisi gas buang CO pada setiap variasi campuran bahan bakar premium dan etanol, menunjukkan bahwa di dalam bahan bakar yang digunakan terjadi perubahan kandungan unsur senyawa premium dan etanol. Atom oksigen yang terkandung dalam etanol akan bercampur dengan bahan bakar, sehingga kadar oksigen pada campuran bahan bakar dan udara akan meningkat. Proses pembakaran yang banyak mengandung oksigen. Oksigen yang ada akan bereaksi dengan gas buang, serta menurunkan emisi gas buang CO, dengan demikian semakin banyak kandungan etanol semakin rendah emisi gas buang CO.

Variasi bahan bakar premium murni ke campuran bahan bakar premium dan etanol terjadi perubahan yang fluktuatif. Hal ini disebabkan oleh karakteristik mesin kendaraan dan karakteristik bahan bakar yang digunakan. Premium murni sampai campuran etanol 25% mengalami penurunan gas buang HC. Hal ini titik bakar premium lebih rendah daripada campuran etanol 25%. Campuran etanol 25% sampai campuran 30% terjadi kenaikan gas buang HC. Hal ini disebabkan kadar oktan yang meningkat.

4. 0,31 (%vol) dan HC sebesar 340 (ppm vol).

Dengan membandingkan seluruh data yang didapat, bahwa pengujian dengan pipa bersirip radial dengan jarak antar sirip 30 mm dengan bahan bakar campuran etanol 30% mempunyai kadar CO yang rendah. Akan tetapi untuk kadar HC lebih tinggi daripada pemanasan dengan pipa tembaga jarak antar sirip 20 mm. Pengujian dengan pipa tembaga jarak antar sirip 20 mm dengan bahan bakar Premium 100% mempunyai kadar HC rendah. Akan tetapi untuk kadar CO lebih tinggi daripada pemanasan dengan pipa tembaga jarak antar sirip 30 mm. Melihat resiko di antara kedua gas terhadap lingkungan, maka pemanasan pipa bersirip radial dengan jarak 10 mm dengan bahan bakar campuran etanol 25% merupakan perlakuan dengan hasil yang lebih baik dibanding perlakuan lain pada pengujian ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan data dan hasil uji coba pada penelitian pengaruh pemanasan bahan bakar pada mobil Toyota Kijang dapat disimpulkan bahwa:

1. Variasi pemanasan bahan bakar melalui pipa bersirip transversal di dalam *upper tank* radiator dan variasi penambahan etanol pada bahan bakar bensin mempengaruhi emisi gas buang CO dan HC pada Toyota Kijang.
2. Pemanasan pipa bersirip persegi dengan jarak antar sirip 20 mm dan campuran bahan bakar premium 70% dan etanol 30% merupakan hasil terbaik dari seluruh perlakuan dengan gas CO sebesar 0,209 (%vol) dan HC sebesar 310,00 (ppm vol).
3. Kadar emisi gas buang CO dan HC yang terbaik terdapat pada pemanasan pipa bersirip radial di dalam *upper tank* radiator dengan jarak antar sirip 10 mm menggunakan campuran bahan bakar premium 75% dan etanol 25% dengan kadar CO sebesar

DAFTAR PUSTAKA

- As'adi, M. (2010). *Uji Pemasangan Brown Gas terhadap Performa Motor Bensin Empat Langkah*. Jakarta : Koleksi Perpustakaan UPN Veteran
- Daryanto. (2006). *Teknik Merawat AutoMobil Lengkap*. Bandung : Yrama Widya
- Firdaus, M.Y. (2012). *Pembakaran*. Diperoleh 12 Mei 2012 dari <http://muhammadyusuffirdaus.wordpress.com/2012/01/22/pembakaran/>
- Global Renewable Energy & Power Inc. (GREPI). 2011. *Renewable Hydrogen*. Diperoleh 07 Juni 2012 dari <http://www.grepinc.com/technology/renewable-hydrogen>
- 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/ariscomandiri/1655473/radiator-core-radiator.htm>
- Nurhidayat, M.A. (2007). *Sistem Bahan Bakar Bensin dan Injeksi Diesel*. Bandung: CV.Yrama Widya
- Peha. 2011. *Kiat Merawat Radiator Mobil*. Diperoleh 27 Mei 2012 dari <http://internet-aja.blogspot.com/2011/03/kiat-merawat-radiator-mobil.html>
- Pusat Pelatihan PT. Indomobil Suzuki International. (2003). *Text Book Training Mekanik-D : Basic Automotive*. Jakarta: PT. Indomobil Suzuki International.
- Suratman, M. (2005). *Pemeliharaan / Servis Sistem Bahan Bakar Bensin dan Diesel SMK*. Bandung: Armico
- Toyota Astra Motor. *Toyota Materi Pembelajaran Engine Group Step 2*. Jakarta: P.T. Toyota Astra Motor
- Ulet. (2010). *Hidrokarbon (HC)*. Diperoleh 26 April 2012 dari <http://ultrawomen.wordpress.com/2010/02/15/hidrokarbon-hc/>
- Yovanovich. (2009). *Radial Fin Profile*. Diperoleh 5 Juni 2012 dari <http://commonemitter.wordpress.com/category/heat-transfer/>