

# PENGARUH VARIASI PUTARAN MESIN DAN PEMANASAN BAHAN BAKAR BENSIN MELALUI PIPA KAPILER BERSIRIP RADIAL DI DALAM UPPER TANK RADIATOR TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR BENSIN PADA MESIN TOYOTA KIJANG

Arif Nurachman, Husin Bugis, Danar Susilo Wijayanto.

Prodi. Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS  
Kampus UNS Pabelan JL. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp/Fax 0271 718419  
Email : [anuracman@gmail.com](mailto:anuracman@gmail.com)

## Abstract

The result of this research shows that the effect the usage of heating gasoline fuel through a capillary tube which is radial finned in the upper tank radiator at engine speed 1000 r.p.m., 2000 r.p.m., and 3000 r.p.m.. Average consumption at engine speed 1000 r.p.m. normal Toyota Kijang average consumption  $32,066 \times 10^{-3}$  cc per cycle. With the use of heating fuel use 3 copper pipe with fins spaced 10 mm fuel consumption by  $25,174 \times 10^{-3}$  cc per cycle. Fuel consumption decreased by  $6,892 \times 10^{-3}$  cc per cycle or 21,58%. At engine speed 2000 r.p.m. normal Toyota Kijang average consumption  $38,487 \times 10^{-3}$  cc per cycle. With the use of heating fuel use 3 copper pipe with fins spaced 10 mm fuel consumption by  $28,121 \times 10^{-3}$  cc per cycle. Fuel consumption decreased by  $10,366 \times 10^{-3}$  cc per cycle or 26,93%. At engine speed 3000 r.p.m. normal Toyota Kijang average consumption  $36,783 \times 10^{-3}$  cc per cycle. With the use of heating fuel use 3 copper pipe with fins spaced 10 mm fuel consumption by  $31,187 \times 10^{-3}$  cc per cycle. Fuel consumption decreased by  $5,596 \times 10^{-3}$  cc per cycle or 15,21%. The conclusion of this research is the usage of fuel heating using three copper tubes with the range between the fins is 10 mm in the upper tank of radiator can reduce the biggest lowers fuel consumption on the Engine of Toyota Kijang 1989.

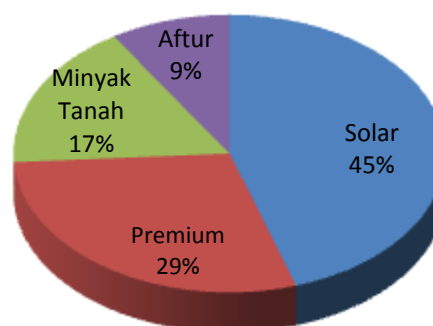
**Keywords:** r.p.m., heating fuel, capillary tube, radial fin, upper tank radiator, fuel consumption of gasoline

## PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di Indonesia pada saat ini sudah berada pada keadaan yang sangat kritis karena tidak sebandingnya antara penghasilan energi dengan pemakaian energi. BBM (Bahan Bakar Minyak) adalah energi yang paling banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia. Pemakaian energi yang sangat banyak maka diperlukan impor bahan bakar. Impor bahan bakar akan menjadikan negara Indonesia harus mengikuti harga pasaran minyak bumi dunia sehingga mengakibatkan tidak stabilnya pengadaan energi bahan bakar di Indonesia.

Berdasarkan data yang dipaparkan oleh JAKARTA-MICOM pada tahun 2011, PT Pertamina (Persero) memiliki sebanyak enam kilang pengolahan dengan kapasitas

produksi bahan bakar minyak mencapai 40,6 juta kiloliter per tahun. Produksi BBM itu terdiri dari:



Gambar 1. Persentase Penghasilan BBM Indonesia

Kebutuhan BBM di Direktorat Pemasaran dan Niaga Pertamina tercatat mencapai 50,1 juta kiloliter pertahun yang terdiri dari premium 22,1 juta kiloliter, solar 21,2 juta kiloliter, minyak tanah 3,8 juta kiloliter, dan avtur 3,1 juta kiloliter. Dengan demikian, kapasitas produksi premium dari kilang hanya memenuhi kebutuhan 54 persen, solar hanya 86 persen, minyak tanah berlebih hingga 186 persen, dan avtur berlebih 109 persen.

Dari data diatas pemenuhan bahan bakar yang paling sedikit adalah bahan bakar jenis premium yaitu hanya 54 persen. Keadaan ini dapat diatasi dengan cara mengurangi konsumsi bahan bakar minyak. Salah satu cara untuk mengurangi konsumsi adalah dengan menghemat konsumsi bahan bakar minyak pada kendaraan bermotor. Penghematan bahan bakar yang dapat dilakukan menurut Sudirman ada beberapa metode yang 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 (2006).

Pembakaran (combustion) didefinisikan sebagai reaksi kimia yang cepat pada temperatur tinggi antara oksigen dengan unsur-unsur bahan bakar yang dapat terbakar (Firdaus, 2012). Pembakaran pada mesin yang menggunakan karburator sebagai pencampur udara dan bahan bakar bensin belum baik karena atomisasi campuran udara dan bahan bakar bensin belum sempurna. Akibat dari atomisasi yang belum sempurna adalah adanya bahan bakar bensin yang tidak dapat terbakar dengan baik sehingga energi yang didapat bahan bakar bensin tidak maksimal.

Salah satu cara agar di dapat pembakaran yang baik adalah dengan cara menguapkan bahan bakar bensin sehingga dapat terjadi atomisasi yang baik antara udara dan bahan bakar yang tercampur di dalam karburator. Penguapan bahan bakar dapat dilakukan dengan metode pemanasan (*heater*), Sudirman mengemukakan bahwa metode pemanasan dilakukan dengan mengalirkan bahan bakar bensin melewati

media pemanas. Media pemanas dapat memanfaatkan sirkulasi air panas yang ada radiator pada saat bekerja untuk mendinginkan mesin atau bisa juga dilakukan dengan menggunakan media pemanas (*heater*) (2006). Cara pemanfaatan panas dari sirkulasi air panas radiator adalah dengan cara memasang saluran pipa tembaga pada bagian upper tank radiator. Fungsi dari pipa tembaga sebagai saluran bahan bakar sebelum masuk ke karburator agar meningkatkan suhu bahan bakar. Pipa tembaga dipilih karena sifat tembaga sebagai penghantar panas yang baik, ringan, dan mudah digabung dengan material lain. Untuk menambah penyerapan panas yang lebih efektif digunakan sirip radial pada pipa tembaga sehingga menambah luas penampang dan memungkinkan terjadinya perpindahan panas lebih besar.

Mesin mobil Toyota Kijang merupakan jenis mesin konvensional yang menggunakan karburator dan sistem katup pada sistem pembakaran. Mekanisme katup pada mesin Toyota Kijang waktu pembukaan dan penutupan serta besarnya pembukaan adalah sama dari putaran rendah sampai putaran tinggi. Hal ini mengakibatkan campuran bahan bakar bensin tidak efisien pada putaran rendah sampai putaran tinggi sehingga tidak terjadi pembakaran yang baik.

Adapun perumusan yang diteliti penelitian ini adalah:

1. Adakah pengaruh pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa kapiler tanpa sirip dan pipa kapiler bersirip radial di dalam *upper tank* radiator terhadap konsumsi bahan bakar pada mesin Toyota Kijang?
2. Adakah pengaruh putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar pada mesin Toyota Kijang?
3. Adakah interaksi pengaruh pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa kapiler tanpa sirip dan pipa kapiler bersirip radial di dalam *upper tank* radiator juga putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar pada mesin Toyota Kijang?

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Mengetahui pengaruh pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa kapiler tanpa sirip dan pipa kapiler bersirip radial di dalam *upper tank* radiator terhadap konsumsi bahan bakar pada mesin Toyota Kijang.
2. Mengetahui pengaruh putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar pada mesin Toyota Kijang.
3. Mengetahui interaksi pengaruh pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa kapiler tanpa sirip dan pipa kapiler bersirip radial di dalam *upper tank* radiator juga putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar 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 variasi putaran mesin dan pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa kapiler bersirip radial di dalam *upper tank* radiator terhadap konsumsi bahan bakar pada mesin Toyota Kijang. Dalam penelitian ini sampelnya adalah Sampel dalam penelitian ini mesin Toyota Kijang 4 silinder seri 3K tahun 1989 dengan nomor mesin 7855290 dan nomor plat AD 9503 AS. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *Random Sampling*. Variabel bebas penelitian ini adalah penggunaan pemanasan bahan bakar dengan variasi sirip pada pipa kapiler tembaga yang terdiri dari pipa kapiler tembaga tanpa sirip dan pipa kapiler tembaga bersirip radial dengan jarak antar sirip 10 mm, 20 mm, 30 mm dan variasi putaran mesin pada 1000

r.p.m, 2000 r.p.m, dan 3000 r.p.m. Metode eksperimen pada pengukuran konsumsi bahan bakar yang dilakukan dengan mencatat waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar 50 cc.

## Pelaksanaan Eksperimen

### a. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

#### 1) Gelas ukur

Gelas ukur digunakan sebagai alat pengukur bahan bakar bensin dalam setiap pengujian



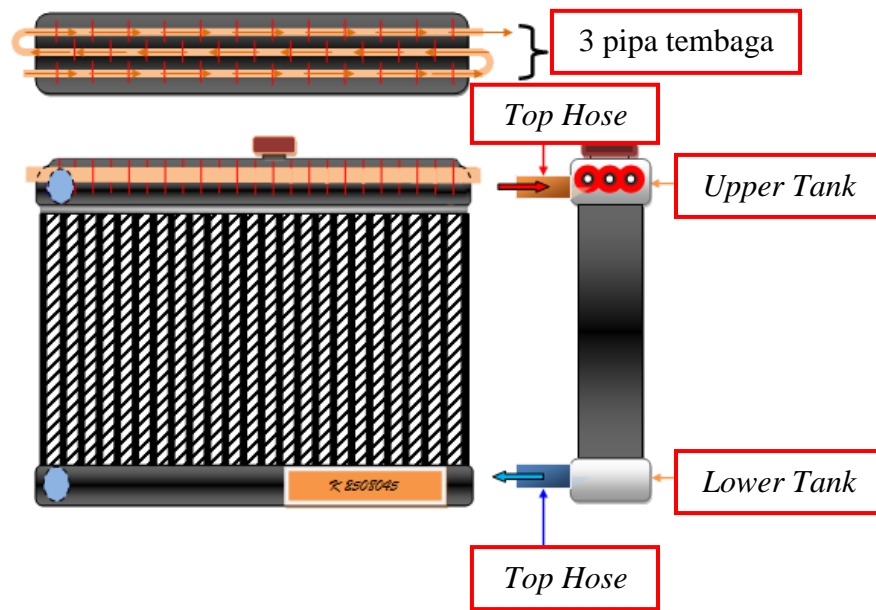
Gambar 2. Gelas Ukur

#### 2) Perlengkapan observasi

- a) Lembar observasi
- b) Alat tulis

#### 3) Radiator

Radiator dalam penelitian ini berfungsi sebagai media untuk memanaskan bahan bakar. Radiator yang digunakan adalah radiator yang telah divariasikan dengan pipa kapiler tembaga dengan tambahan sirip



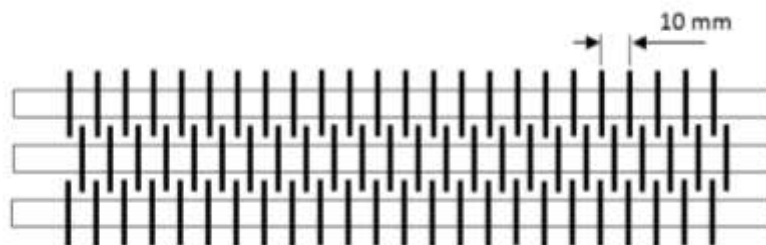
Gambar 3. Desain Radiator pada Penelitian

- 4) Pipa kapiler tembaga dan plat tembaga  
 Pipa kapiler tembaga berfungsi sebagai saluran bahan bakar di dalam *upper tank* radiator sedangkan plat tembaga berfungsi sebagai sirip penghantar panas. Dalam penelitian ini pipa tembaga yang digunakan berdiameter 6 mm sebanyak 3 pipa dengan panjang masing-masing 450 mm.

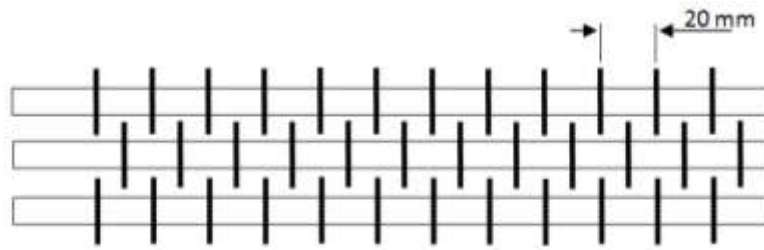


Gambar 4. Pipa Kapiler Tembaga dan Plat Tembaga

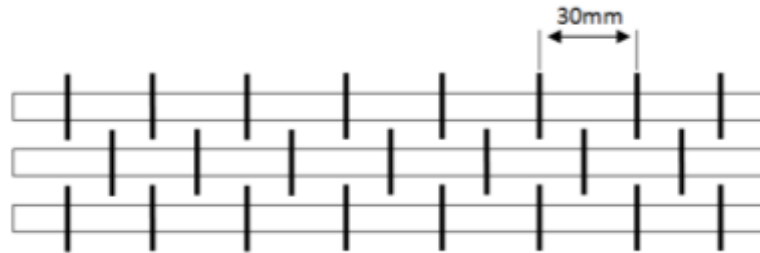
Sirip berprofil lingkaran dengan luas  $176,62 \text{ mm}^2$ . Pemasangan sirip pada pipa kapiler tembaga pada penelitian ini dipasang dengan jarak 10 mm, 20 mm dan 30 mm.



Gambar 5. Pipa Tembaga Bersirip Jarak antar Sirip 10 mm



Gambar 6. Pipa Tembaga Bersirip Jarak antar Sirip 20 mm



Gambar 7. Pipa Tembaga Bersirip Jarak antar Sirip 30 mm

5) *Stopwatch*

Berfungsi sebagai alat ukur waktu yang digunakan untuk mengukur konsumsi bahan bakar bensin pada saat penelitian.



Gambar 8. *Stopwatch*

6) *Multimeter Digital*

Multimeter digital adalah alat ukur yang dipakai untuk mengukur tegangan listrik, arus listrik, dan tahanan (resistansi). Pada perkembangannya multimeter digital masih bisa digunakan untuk beberapa fungsi seperti mengukur temperatur, induktansi, frekuensi, dan sebagainya. Dalam penelitian ini multimeter digital digunakan untuk

mengetahui temperatur dan putaran mesin.



Gambar 9. *Multimeter Digital*

**b. Bahan Penelitian**

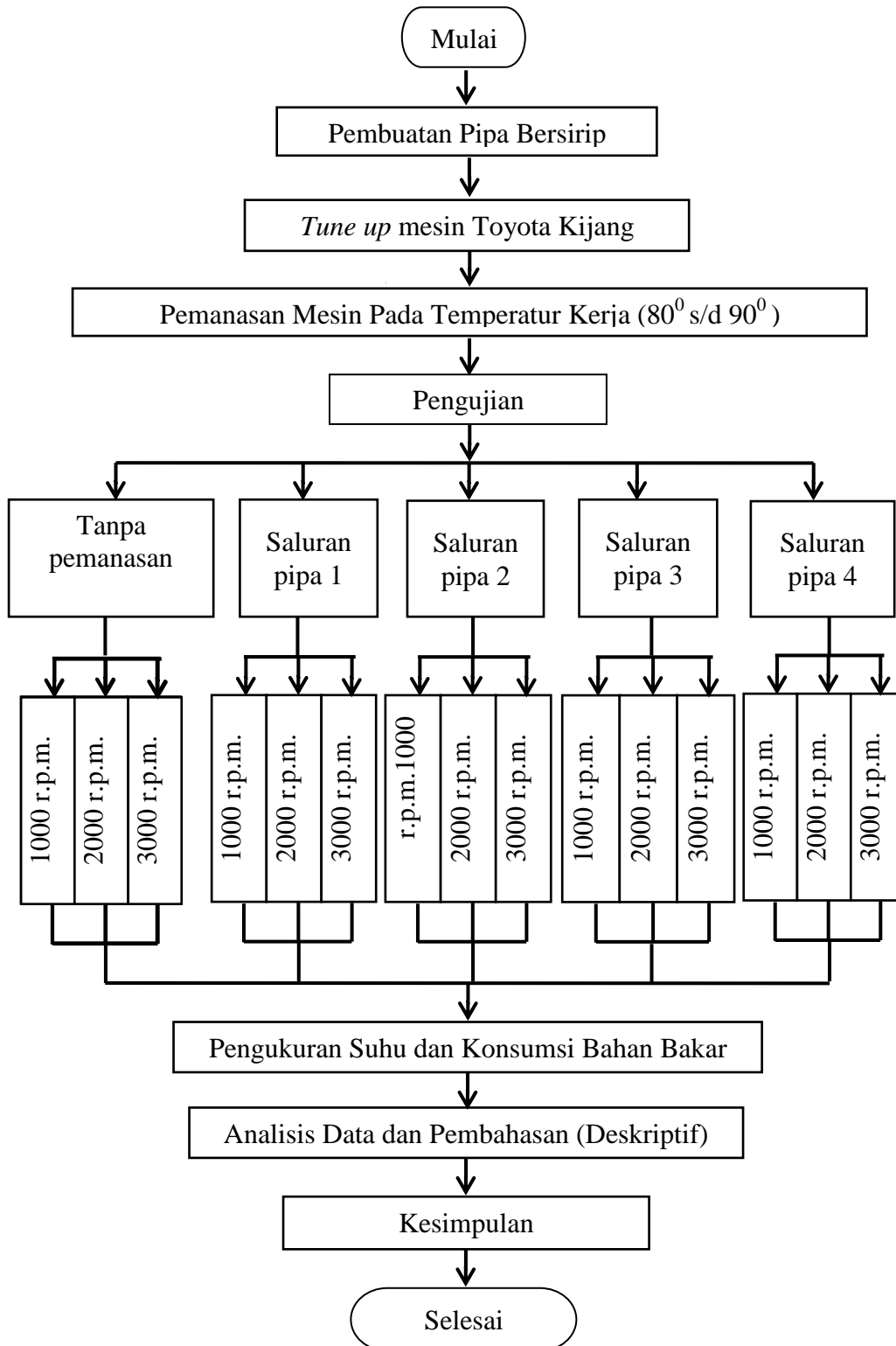
Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

1) *Mesin Uji*

Mesin yang digunakan untuk pengujian/penelitian ini adalah mesin bensin mobil 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
- e) Isi silinder total : 1,3L (1290cc)

- f) Perbandingan kompresi : 8,9 : 1
- 2) Bahan bakar jenis premium yang didapatkan dari SPBU.      Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 10. Bagan Alur Proses Eksperimen

Persiapan eksperimen dilakukan dua tahap. Tahap pertama adalah 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 mm<sup>2</sup>. Melakukan pemasangan sirip pada pipa kapiler tembaga dengan bahan perekat timah dengan cara dipanaskan. Jarak antar sirip divariasikan mulai dari 10 mm, 20 mm, dan 30 mm. Tahap kedua adalah persiapan dan pelaksanaan eksperimen dengan menyiapkan alat dan bahan kemudian melakukan *tune-up* mesin. Mengisi buret dengan bensin jenis premium. Memanaskan mesin sampai suhu kerja (80<sup>o</sup> s/d 90<sup>o</sup> C). Mengatur putaran mesin dengan cara menyetel baut putaran mesin konstan pada variasi putaran 1000, 2000, dan 3000 r.p.m. dengan bantuan multimeter digital untuk mengetahui putaran mesinnya. Mencatat waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bensin jenis premium 50 cc pada setiap variasi putaran mesin dengan menggunakan *stopwatch*. Mencatat suhu air

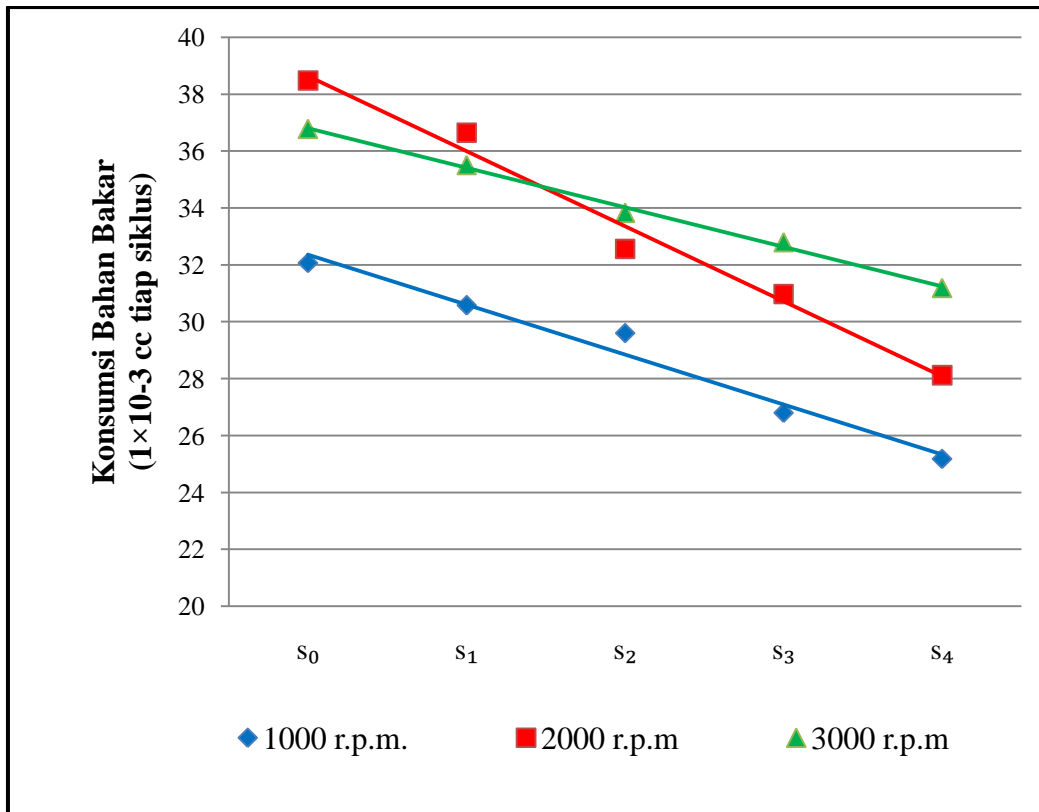
radiator pada saluran *upper tank* dan *lower tank* radiator serta suhu bahan bakar sebelum masuk ke karburator menggunakan kabel termokopel yang dipasang pada multimeter digital. Pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap eksperimen. Pada setiap pengambilan data dengan putaran mesin yang berbeda, mesin didinginkan terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian selanjutnya. Langkah yang sama juga dilakukan pada penggunaan pemanasan bahan bakar melalui pipa kapiler tembaga tanpa sirip dan pipa kapiler tembaga bersirip radial dengan jarak antar sirip 10 mm, 20 mm, 30 mm di dalam *upper tank* radiator.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan konsumsi bahan bakar dari semua percobaan pemanasan bahan bakar dan penambahan elektroliser air dapat dilihat pada tabel 4.7. berikut:

Tabel 1. Perbandingan Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar dari Setiap Percobaan

Putaran Mesin	Konsumsi Bahan Bakar (1×10 <sup>-3</sup> cc tiap siklus)				
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
1000 r.p.m.	Temperatur Rata-rata 41,22 (°C)	Temperatur Rata-rata 66,56 (°C)	Temperatur Rata-rata 68,72 (°C)	Temperatur Rata-rata 71,37 (°C)	Temperatur Rata-rata 73,68 (°C)
	32,066	30,576	29,604	26,801	25,174
2000 r.p.m.	Temperatur Rata-rata 41,55 (°C)	Temperatur Rata-rata 67,40 (°C)	Temperatur Rata-rata 70,70 (°C)	Temperatur Rata-rata 73,51 (°C)	Temperatur Rata-rata 76,00 (°C)
	38,487	36,650	32,559	30,975	28,121
3000 r.p.m.	Temperatur Rata-rata 39,54 (°C)	Temperatur Rata-rata 70,37 (°C)	Temperatur Rata-rata 73,84 (°C)	Temperatur Rata-rata 75,50 (°C)	Temperatur Rata-rata 77,65 (°C)
	36,783	35,511	33,828	32,801	31,187
Rata-rata Konsumsi Setiap Pemanasan	35,779	34,246	31,997	30,192	28,161
Persentase Indikator Kontrol		4,28%	10,57%	15,61%	21,29%



Gambar 11. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar

Berdasarkan Tabel 4.7. atau Gambar 4.6. terlihat bahwa ada perbedaan konsumsi bahan bakar pada mobil Toyota Kijang. Pada pengujian awal kendaraan normal tanpa pemanasan konsumsi bahan bakar pada putaran mesin 1000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $32,066 \times 10^{-3}$  cc, pada putaran mesin 2000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $38,487 \times 10^{-3}$  cc, dan pada pada putaran mesin 3000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $36,783 \times 10^{-3}$  cc. Pada pengujian menggunakan 3 pipa tembaga tanpa sirip konsumsi bahan bakar pada putaran mesin 1000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $30,576 \times 10^{-3}$  cc, pada putaran mesin 2000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $36,650 \times 10^{-3}$  cc, dan pada pada putaran mesin 3000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $35,511 \times 10^{-3}$  cc. Pada pengujian menggunakan 3 pipa tembaga dengan jarak antar sirip 30 mm konsumsi bahan bakar pada putaran mesin 1000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $29,604 \times 10^{-3}$  cc, pada putaran mesin 2000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $32,559 \times 10^{-3}$  cc, dan pada pada putaran mesin 3000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $33,828 \times 10^{-3}$

cc. Pada pengujian menggunakan 3 pipa tembaga dengan jarak antar sirip 20mm konsumsi bahan bakar pada putaran mesin 1000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $26,801 \times 10^{-3}$  cc, pada putaran mesin 2000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $30,975 \times 10^{-3}$  cc, dan pada pada putaran mesin 3000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $32,801 \times 10^{-3}$  cc. Pada pengujian menggunakan 3 pipa tembaga dengan jarak antar sirip 10 mm konsumsi bahan bakar pada putaran mesin 1000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $25,174 \times 10^{-3}$  cc, pada putaran mesin 2000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $28,121 \times 10^{-3}$  cc, dan pada pada putaran mesin 3000 r.p.m. tiap siklusnya sebesar  $31,187 \times 10^{-3}$  cc.

Dari data di atas dapat dilihat bahwa konsumsi bahan bakar paling hemat adalah pada pemanasan menggunakan 3 pipa tembaga dengan jarak antar sirip 10 mm dan putaran mesin 1000 r.p.m.. Selisih konsumsinya sebesar  $6,892 \times 10^{-3}$  cc tiap siklus atau sebesar 21,58%. Panas yang diserap oleh pemanasan menggunakan 3 pipa tembaga



dengan jarak antar sirip 10 mm membuat bahan bakar yang mempunyai rantai isooktan menjadi bercabang lebih banyak dibandingkan dengan bahan bakar yang dipanaskan dengan menggunakan 3 pipa tembaga dengan jarak antar sirip 30 mm dan 20 mm.

Kualitas bensin ditentukan oleh bilangan oktan, yaitu bilangan yang menunjukkan jumlah isooktan dalam bensin. Bilangan oktan merupakan ukuran kemampuan bahan bakar mengatasi ketukan ketika terbakar dalam mesin. Komponen alkana rantai lurus (n-heptana) dalam mesin tidak terbakar sempurna sehingga menyebabkan terjadinya gangguan gerakan piston pada mesin dan menimbulkan suara ketukan (*knocking*). Sementara itu alkana dengan rantai bercabang (isooktan) lebih efektif pembakarannya. Panas yang diserap oleh pemanasan menggunakan 3 pipa tembaga dengan jarak antar sirip 10 mm 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 nilai oktan bahan bakar bertambah. Selain itu suhu bahan bakar yang meningkat membuat bensin lebih mudah bercampur dengan udara yang masuk ke dalam silinder. Homogenitas campuran bahan bakar dan udara akan lebih baik. Dengan bertambahnya nilai oktan dan homogenitas campuran yang semakin baik membuat sistem pembakaran yang semakin baik sehingga konsumsi bahan bakar menurun/irit.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa: (1) Terdapat penurunan terhadap konsumsi bahan bakar dari penggunaan pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa kapiler tanpa sirip dan pipa kapiler bersirip radial di

dalam *upper tank* radiator dan variasi putaran mesin. Penurunan konsumsi terbesar pada putaran mesin 2000 r.p.m dengan menggunakan pemanasan bahan bakar melalui pipa kapiler bersirip radial dengan jarak sirip 10 mm sebesar  $10,366 \times 10^{-3}$  cc tiap siklus atau sebesar 26,93%. (2) Terdapat penurunan konsumsi bahan bakar paling rendah/irit dari penggunaan pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa kapiler tanpa sirip dan pipa kapiler bersirip radial di dalam *upper tank* radiator dan variasi putaran mesin. Konsumsi paling rendah/irit pada putaran mesin 1000 r.p.m dengan menggunakan pemanasan bahan bakar melalui pipa kapiler bersirip radial dengan jarak sirip 10 mm sebesar  $25,174 \times 10^{-3}$  cc tiap siklus. (3) Penggunaan pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa kapiler tanpa sirip dan pipa kapiler bersirip radial di dalam *upper tank* radiator dan variasi putaran mesin akan cenderung menurunkan konsumsi bahan bakar pada mesin Toyota Kijang pada semua percobaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afianto, A. (2011). *Modul Perawatan Sepeda Motor*. Amuntai: SMK Negeri 2 Amuntai. Diperoleh 30 April 2012 dari [http://www.scribd.com/document\\_downloads/direct/51394582?extension=pdf&ft=1337724042&lt=1337727652&uahk=iVB6Khwj0B+JecDmqbhJiEmq4nk](http://www.scribd.com/document_downloads/direct/51394582?extension=pdf&ft=1337724042&lt=1337727652&uahk=iVB6Khwj0B+JecDmqbhJiEmq4nk)
- Alam, Iftakhar. Ghoshdastidar, P.S. (2002). *A Study of Heat Transfer Effectiveness of Circular Tubes with Internal Longitudinal Fins Having Tapered Lateral Profiles*. India: Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology, Kanpur, U.P. 208016. Diperoleh 24 Februari 2013 dari <http://144.206.159.178/FT/490/47105/840721.pdf>
- Arifin, Z. (2011). *Penelitian Pendidikan Metode dan Paradigma Baru*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

- As'adi, M. (2010). *Uji Pemasangan Brown Gas terhadap Performa Motor Bensin Empat Langkah*. Koleksi perpustakaan UPN Veteran, Jakarta
- Cakra, U. (2011). *Pengertian dan Fungsi Pipa Kapiler*. Diperoleh 10 Mei 2012 dari <http://cakraoz.blogspot.com/2011/01/pengertian-dan-fungsi-pipa-kapiler.html>
- Daryanto. (2006). *Teknik Merawat AutoMobil Lengkap*. Bandung: Yrama Widya.
- Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta. (2012). *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surakarta: UNS press.
- Firdaus, M.Y. (2012). *Pembakaran*. Diperoleh 12 Mei 2012 dari <http://muhammadyusuffirdaus.wordpress.com/2012/01/22/pembakaran/>
- Firdaus, M.Y. (2012). *Teknik Pembakaran dan Bahan Bakar*. Diperoleh 12 Mei 2012 dari <http://muhammadyusuffirdaus.wordpress.com/category/chemical-engineering/>
- Micom. (2011). *Enam Kilang Pertamina Produksi BBM 40 Juta Kiloliter Per Tahun*. Diperoleh 15 Mei 2012 dari <http://pdv.co.id/index.php?page=detail&ncid=2&aid=1116>
- Motor, Seraya. (2010). *Putaran Idle/Langsam/Stasioner*. Diperoleh 25 Mei 2012 dari <http://www.serayamotor.com/diskusi/viewtopic.php?t=14416&f=4>
- Mohlis, M. (2007). *Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Solar Melalui Upper Tank Radiator terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Kepekatan Asap Gas Buang pada Mesin Isuzu Panther*. Semarang: UNNES
- 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.
- Rahayu, S.S. (2009). *Bijih Tembaga*. Diperoleh 26 Mei 2012 dari [http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/kimia-industri/bahan-baku-dan-produk-industri/bijih-tembaga/](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia-industri/bahan-baku-dan-produk-industri/bijih-tembaga/)
- Reda, T.A. (2011). *Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Bensin Melalui Pipa Kapiler di dalam Upper Tank Radiator dan Putaran Mesin terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Mesin Daihatsu Taruna CX tahun 2000*. Skripsi Tidak Dipublikasikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- 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.
- 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.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukarmin. (2009). *Kegunaan Minyak Bumi*. Diperoleh 5 Mei 2012 dari [http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/kimia\\_organik\\_dasar/minyak-bumi/kegunaan-minyak-bumi/](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia_organik_dasar/minyak-bumi/kegunaan-minyak-bumi/)

Suratman, M. (2005). *Pemeliharaan/ Servis Sistem Bahan Bakar Bensin dan Diesel SMK*. Bandung: Armico

Wijayanto, Danar Susilo. (2008). *Pengaruh Pipa Bersirip Radial terhadap*

*Karakteristik Penukar Kalor Aliran Silang*. Surakarta: JIPTEK

Yovanovich. (2009). *Profil Sirip Radial*. Diperoleh 5 Juni 2012 dari <http://commonemitter.wordpress.com/category/heat-transfer/>