

## PENGARUH PENAMPANG LINTANG PIPA PEMANASAN BAHAN BAKAR DENGAN MEDIA RADIATOR TERHADAP UNJUK KERJA MESINTOYOTA KIJANG 5K

Joko Suwondo<sup>1</sup>, Bunawi<sup>2</sup>, Gatut Rubiono<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Alumni Prodi TeknikMesinUniversitas PGRI Banyuwangi

<sup>2</sup>StafPengajar Prodi Pengelasan SMKN 1 GlagahBanyuwangi

<sup>3</sup>Staf Pengajar Prodi TeknikMesinUniversitas PGRI Banyuwangi

Jl. Ikan Tongkol No. 22 Banyuwangi 68416

Email: rubionov@yahoo.com

### ABSTRACT

*Fuel temperature has effect due to engine performance. This research is aimed to get the effect of cross section heating area with radiator heat due to performance of gasoline engine. The experiments are conduct in Toyota Kijang 5K gasoline engine. The radiator heat is use to raise the fuel temperature by 8 mm diameter copper pipe. The pipe is varied as round, oval and nearly flat. Fuel flow channel is place in the heat pipe with 900 mm of length which placed at upper tank of the radiator. The engine rotation speed is varied as 750, 1250, 1750 and 2250 rpm. Unheated fuel is use as a control. The research result shows the agreement that fuel temperature has effect due to fuel consumption. The result also shows that oval pipe has the lowest fuel consumption.*

*Keywords: fuel temperature, copper pipe, fuel consumption, radiator's upper tank*

### PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak sebagaibahanbakarfosilmemiliki keterbatasan jumlah produksi. Pengurangan dan penghapusan subsidi menyebabkan terjadinya kenaikan harga bahan bakar minyak. Dengan pemakaian yang relatif tetap, besaran biayameningkat pula sejalan dengan kenaikan harga bahan bakar minyak. Salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah melakukan penghematan pemakaian bahan bakar. Langkah lain adalah memberikanperlakuanawalterhadap bahan bakar agar pembakaran di ruangbakarmesinmenjadilebihsempurna.

Tingginya konsumsi bahan bakar dan kadar polusi dari kendaraan bermotor pada dasarnya dapat dikendalikan. Salahsatunyaadalah dengan cara memperbaiki proses pembakaran bahan bakar. Proses pembakaran bahan bakar di dalam ruangbakardipengaruhi olehfaktortemperatur, kerapatan campuran, komposisi, dan turbulensi pada campuran. Apabila temperatur campuran bahan bakar dengan udara naik, maka semakin mudah campuran bahan bakar dengan udara tersebut untuk terbakar. Dengan temperatur yang cukupatau optimal, campuran bahan bakar dalam hal ini bensin dengan udara akan lebih homogensehingga proses pembakarandapatberlangsungsecaralebihsempurna. Dengandemikianpemakaianbahanbakarakanmenjadile bihefektifsehinggaberdampakpadapenghematan.

Pemanasanbahanbakarberpengaruhterhadapunjukkerjamesindankonsumsi bahan bakar. Kenaikantemperaturbahanbakarmenghasilkankondisi optimum untukunjukkerjamesindanemisi gas buang.Hal ini jugaberlakupadakenaikankecepatanputarmesin [1]. Temperaturbahanbakardantekanansekitarberpenga

ruhterhadapperubahanstruktur diameter droplet bahanbakar.Pemanasanbahanbakarmengurangi diameter droplet [2]. Temperaturbahanbakarjugamengurangijumlahdan ukuranpartikelberbahayapadaemisi gas buang. Hal iniselanjutnyaakanberpengaruhterhadapkualitasudara sekitardanakanmemberikandampakpadakesehatanmanusiadanlingkungan[3].

Pemanasanawalbahanbakarmesinbensindapatdilakukandenganberbagaicara. Saluranbahanbakardapatdilengkapidenganpemanasan.Bagianmesin yang banyakdigunakansebagaisumberpemanasadalah radiator.Radiator mendinginkan cairan pendingin yang telah menjadi panas setelah mendinginkan mesin. Radiator terdiri dari tangki air bagian atas (*upper tank*), tangki air bagian bawah (*lower tank*) dan radiator *core* pada bagian tengah. Cairan pendingin masuk ke dalam upper tank dari selang atas (*upper hose*). Panas radiatordapatdimanfaatkansebagaisumberpemanasanawalbahanbakar. Area yang digunakansebagaisumberpanasumumnyaadalahbagian *nupper tank*.

Penelitianpemanasanbahanbakardengan media panas *upper tank radiator* telah banyak dilakukan. Hariyono, 2007, memvariasikan panjang pipa tembaga pemanasan 450 mm, 900 mm dan 1.350 mm serta variasi bahan bakar yang digunakan yaitu premium, campuran premium kerosin, dan pertamax. Penelitian menggunakan mesin jenismotor bensin Toyota Kijang 5K Hasil penelitian menunjukkan pengaruh pemanasan bahan bakar dengan media radiator terhadap konsumsi bahan

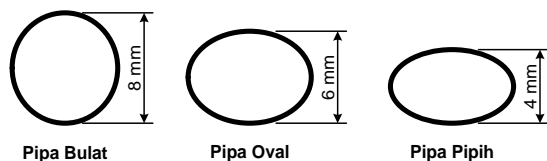
bakar dan kandungan CO gas buang pada motor bensin. Konsumsi bahan bakar paling irit terdapat Kristiyanto E, 2009, meneliti efektivitas pemanasan bahan bakar premium dengan penambahan zat aditif terhadap konsumsi dan kandungan CO gas buang pada motor bensin Toyota 5K. Variasi panjang pipa pemanasan 0,45 m; 0,90 m dan 1,35m. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar CO gas buang dengan pemanasan awal pada saluran mengalami penurunan dibandingkan dengan saluran tanpa pemanasan [5].

Sugiarto, 2011, meneliti pengaruh pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam upper tank radiator terhadap emisi gas buang CO pada mesin Daihatsu Taruna tahun 2000. Hasil analisis statistik menunjukkan pengaruh yang signifikan pada taraf signifikansi 1% yaitu pada pemanasan bahan bakar bensin dengan media pipa tembaga di dalam upper tank radiator [6].

Penelitian ini juga mengkaji pemanasan bahan bakar dengan pipa tembaga dan media panas *upper tank radiator*. Penelitian ini mengacu pada penelitian terdahulu yang menghasilkan panjang efektif pipa tembaga 900 mm [4]. Perbedaan dengan penelitian-penelitian terdahulu adalah dalam penelitian ini dilakukan variasi penampang lintang pipa. Unjuk kerja mesin dalam hal ini adalah konsumsi bahan bakar, daya mesin dan efisiensi mesin.

## METODOLOGI PENELITIAN

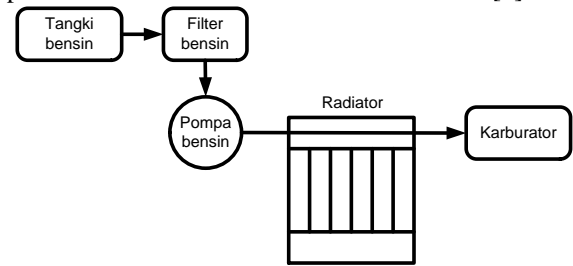
Penelitian dilakukan menggunakan Toyota Kijang 5K berkapasitas 1500 cc. Pipa tembaga yang digunakan berukuran diameter 8 mm dan panjang 900 mm serta divariasikan penampang lintang yaitu pipa bulat, oval dan pipih. Pipa oval (diameter pendek 6 mm) dan pipih (diameter pendek 4 mm) didapatkan dengan memberikan tekanan secara merata pada arah panjang pipa sehingga didapatkan ukuran yang ditunjukkan pada Gambar 1.



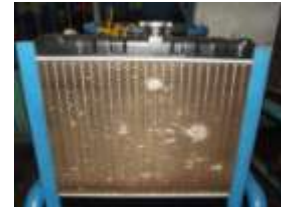
Gambar 1. Variasi penampang pipa tembaga

Selang aliran bahan bakar diposisikan di dalam pipa tembaga yang diletakkan di *upper tank* radiator. Kecepatan putar mesin divariasikan sebesar 750, 1250, 1750 dan 2250 rpm. Selain itu, juga dilakukan pengambilan data dengan variasi tanpa pemanasan sebagai variabel kontrol.

pada bahan bakar pertamax dengan panjang saluran pemanas 900 mm sebesar 206.8655 cc/menit [4].



Gambar 2. Skema aliran bahan bakar



Gambar 3. Radiator Toyota Kijang 5K

Data putaran mesin diambil menggunakan tachometer digital. Data konsumsi bahan bakar diukur menggunakan gelas buret. Sedangkan data waktu diukur dengan menggunakan stopwatch. Pengukuran rasio kompresi dilakukan dengan *compression tester*. Pengambilan data dilakukan dengan 3 ulangan. Langkah pengambilan data sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan.
2. Mengisi gelas buret dengan bensin premium.
3. Memasang selang bensin pada saluran *pipa bulat* pada *upper tank* radiator.
4. Memanaskan mesin sampai mencapai kondisi kerja stabil ( $80^{\circ}$ – $90^{\circ}$ C).
5. Mengatur putaran mesin dengan mengukur putarannya menggunakan tachometer.
6. Mencatat waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar sejumlah 50 cc.
7. Lakukan untuk variasi putaran mesin dan variasi pipa tembaga yang lain.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Waktu konsumsi bahan bakar 50 cc (detik)

Rpm	Tanpa Pemanasan	Pipa Bulat	Pipa Oval	Pipa Pipih
750	164,88	175,03	183,85	178,19
	160,17	157,47	189,22	162,17
	166,75	163,11	185,67	168,86
1250	84,09	89,25	90,69	77,19
	88,01	89,43	91,65	76,72
	86,82	89,30	89,80	77,24
1750	75,78	65,22	74,69	78,56
	83,13	72,87	77,25	79,78
	81,88	75,38	75,28	77,65
2250	55,60	54,69	56,91	57,28
	52,16	52,88	61,22	56,25

Pengulangan pengambilan data digunakan untuk menghitung nilai rata-rata. Selanjutnya dilakukan pengolahan data rata-rata tersebut dengan rumus-rumus sebagai berikut [7]:

1. Volume Langkah (VL)

$$VL = 1/4 \pi D^2 L \text{ (cm}^3\text{)}$$

Dimana :

D = Diameter silinder (cm)  
L = panjang langkah (cm)

2. Volume sisa (Vc) / Volume Ruang Bakar

$$Vc = \frac{Vs}{r-1} \text{ (cm}^3\text{)}$$

Dimana :

Vs = Volume satu silinder (cm<sup>3</sup>)  
r = perbandingan kompresi

3. Torsi Efektif (Te)

$$Te = P \cdot l \text{ (kg m)}$$

Dimana :

P = Beban dynotest (kg)  
l = Panjang lengan dynotest (m)

4. Daya efektif (Ne)

$$Ne = \frac{Te \cdot n}{716,2} \text{ (Ps)}$$

Dimana :

Te = Torsi efektif (kg m)  
n = Putaran mesin (rpm)

5. Tekanan efektif rata-rata (Pe)

$$Pe = \frac{450000 \cdot Ne}{VL \cdot z \cdot n \cdot a} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Dimana :

z = Jumlah silinder  
a = Jumlah siklus  
untuk mesin 4 langkah a = 0,5

6. Tekanan indikasi (Pi)

$$\eta_m = \frac{Pe}{Pi}$$

$$Pi = \frac{Pe}{\eta_m} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Dimana :

$\eta_m$  = Efisiensi mekanis  
= (0,8 – 0,85) untuk mesin 4 langkah  
karburator = 0,8 (asumsi)

7. Daya indikasi (Ni)

$$Ni = \frac{Pi \cdot VL \cdot n \cdot z \cdot a}{450000} \text{ (Ps)}$$

8. Daya mekanis (Nm)

$$Ne = Ni - Nm \text{ (Ps)}$$

$$Nm = Ni - Ne \text{ (Ps)}$$

9. Pemakaian bahan bakar spesifik efektif (Fe)

$$Fe = \frac{Fh}{Ne} \text{ (kg/jam Ps)}$$

Dimana :

Fh = pemakaian bahan bakar (kg/jam)

10. Neraca kalor (Ql)

$$Ql = Fh \cdot Qc$$

Dimana :

Qc = Nilai kalor rendah bahan bakar  
= 10000 kcal/kg

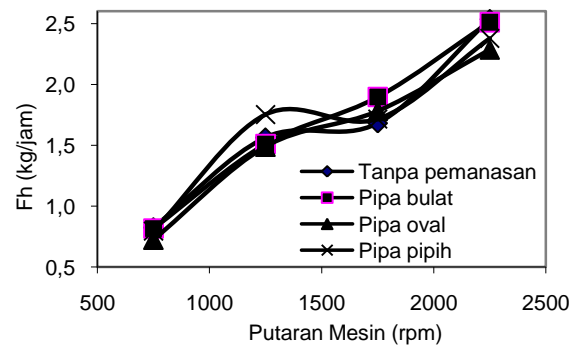
11. Efisiensi thermal efektif ( $\eta_{te}$ )

$$\eta_{te} = \frac{632,5 \cdot Ne}{Ql} \times 100\%$$

12. Efisiensi indikasi ( $\eta_i$ )

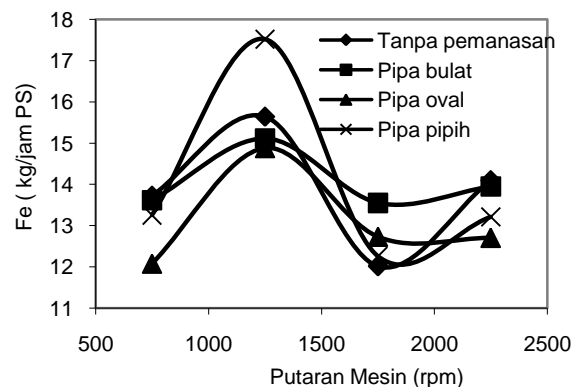
$$\eta_i = \frac{632,5 \cdot Ni}{Ql} \times 100\%$$

**Grafik Hasil Penelitian**



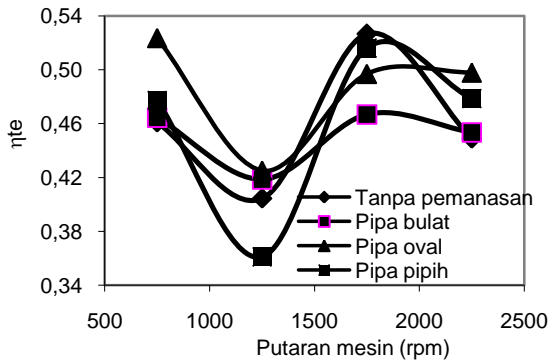
Gambar 4. Grafik pemakaian bahan bakar

Pada Gambar 4 terlihat pemakaian bahan bakar cenderung naik jika putaran mesin bertambah besar. Pemakaian bahan bakar terbesar terjadi pada variasi pipa bulat dan putaran mesin 2250 rpm yaitu sebesar 2,51 kg/jam, Pemakaian bahan bakar terkecil terjadi pada variasi pipa oval dan putaran mesin 2250 rpm yaitu sebesar 2,29 kg/jam. Pemakaian bahan bakar sesuai urutan dari yang terbesar adalah variasi pipa pipih, tanpa pemanasan, pipa bulat dan pipa oval.



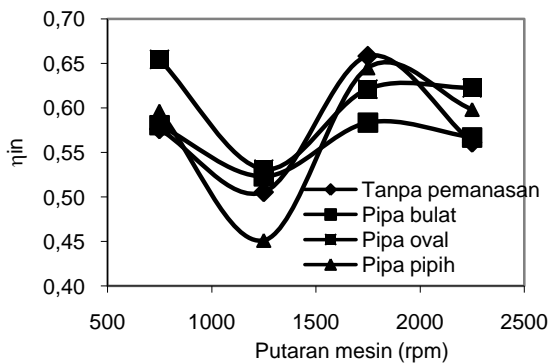
Gambar 5. Grafik pemakaian bahan bakar spesifik efektif

Pada Gambar 5 terlihat, pemakaian bahan bakar spesifik efektif cenderung naik jika putaran mesin bertambah besar. Pemakaian bahan bakar terbesar terjadi pada variasi pipa pipih dan putaran mesin 1250 rpm sebesar 17,52 kg/jamPS. Pemakaian bahan bakar terkecil terjadi pada variasi pipa oval dan putaran mesin 750 rpm yaitu sebesar 12,08 kg/jamPS. Pemakaian bahan bakar sesuai urutan dari yang terbesar adalah variasi pipa pipih, tanpa pemanasan, pipa bulat dan pipa oval.



Gambar 6. Grafik efisiensi thermal efektif

Pada Gambar 6 terlihat bahwa efisiensi thermal efektif cenderung naik jika bahan bakar dipanaskan. Efisiensi thermal efektif terbesar terjadi pada variasi pipa oval yaitu sebesar 0,52 pada putaran mesin 750 rpm. Efisiensi thermal efektif terkecil terjadi pada variasi pipa pipih dan putaran mesin 1250 rpm yaitu sebesar 0,36. Pemakaian bahan bakar sesuai urutan dari yang terbesar adalah variasi pipa oval, pipa bulat, tanpa pemanasan, pipa pipih.



Gambar 7. Grafik efisiensi indikasi

Pada Gambar 7 terlihat bahwa efisiensi indikasi cenderung naik jika bahan bakar dipanaskan, akan tetapi bahan bakar apabila dilakukan pemanasan terlebih dahulu akan mengakibatkan efisiensi indikasi akan semakin menurun. Efisiensi indikasi terbesar terjadi pada variasi pipa oval dan putaran mesin 750 rpm yaitu sebesar 0,66. Efisiensi indikasi terkecil terjadi pada variasi pipa pipih dan putaran mesin 1250 rpm yaitu sebesar 0,45. Pemakaian bahan bakar sesuai

urutan dari yang terbesar adalah variasi pipa oval, pipa bulat, tanpa pemanasan, pipa pipih.

## Pembahasan

### Pembahasan Pemakaian Bahan Bakar

Grafik hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian bahan bakar cenderung naik jika putaran mesin bertambah besar. Hal ini disebabkan karena semakin tingginya putaran mesin maka konsumsi bahan bakar juga bertambah. Putaran mesin yang lebih tinggi berarti jumlah putaran per menit lebih banyak dan terjadi siklus pembakaran yang lebih banyak pula. Selanjutnya proses pembakaran ini akan memerlukan bahan bakar yang lebih banyak.

Hasil pengolahan data juga menunjukkan bahwa pemanasan bahan bakar cenderung berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Hal ini terlihat pada perbedaan antara variasi tanpa pemanasan dengan variasi pemanasan dengan pipa. Perbedaan penampang lintang pipa mengakibatkan beda luasan bidang kontak panas dengan permukaan *upper tank* radiator. Hal ini menyebabkan besar temperature pemanasan yang berbeda dan pengaruh pemanasan bahan bakar terhadap konsumsi yang berbeda pula. Secara berurutan yang memiliki bidang kontak terkecil ke terbesar adalah pipa bulat, pipa oval dan pipa pipih.

Grafik hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pemakaian bahan bakar sesuai urutan dari yang terbesar adalah variasi pipa pipih, tanpa pemanasan, pipa bulat dan pipa oval. Hal ini disebabkan pada pipa pipih mengalami pemanasan yang berlebihan sehingga terjadi proses penguapan bahan bakar. Sedangkan pada variasi pipa bulat dan pipa oval, didapat hasil yang lebih baik dibanding variasi tanpa pemanasan. Dalam hal ini, bahan bakar mendapatkan pemanasan yang cukup sehingga bahan bakar lebih mudah bereaksi dan proses pembakaran lebih sempurna.

Bidang kontak yang besar pada pipa pipih memberikan perpindahan panas ke bahan bakar secara maksimal. Tetapi karena panjang pipa maka pemanasan ini berlangsung relatif lama. Lama waktu pemanasan ini dapat mengakibatkan sebagian bahan bakar menjadi terbuang dalam bentuk uap. Titik didih bensin yang relatif rendah dan sifat bensin yang mudah menguap akan mempercepat proses penguapan ini jika mendapatkan pemanasan yang relatif besar (karena luas bidang kontak panas pipa dan radiator) dan waktu pemanasan yang relatif lama (karena panjang pipa).

### Pembahasan Efisiensi

Jika konsumsi bahan bakar semakin banyak maka efisiensi semakin rendah. Hal ini disebabkan karena untuk menghasilkan tenaga yang sama maka mesin membutuhkan bahan bakar yang lebih banyak. Hasil pemanasan pada pipa oval efisiensi lebih besar karena konsumsi lebih sedikit untuk putaran mesin yang sama. Sedangkan pada variasi pipa pipih dengan putaran mesin yang sama konsumsi bahan bakarnya semakin banyak tetapi energi yang dihasilkan menurun atau lebih sedikit.

Hasil perhitungan efisiensi thermal efektif dan efisiensi thermal indikasi menunjukkan kesesuaian dengan tingkat konsumsi bahan bakar. Konsumsi bahan bakar yang besar menjadi indikasi efisiensi yang rendah. Pipa oval memiliki konsumsi bahan bakar paling kecil dan efisiensi yang paling besar. Pada pipa pipih, konsumsi bahan bakar relatif besar sehingga efisiensi cenderung rendah karena fenomena yang terjadi pada pemakaian bahan bakar.

### **Pembahasan Umum**

Berdasarkan uraian pembahasan di atas maka pemanasan bahan bakar dengan media radiator berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin. Pada prinsipnya bahan bakar bensin apabila dipanaskan akan lebih mudah untuk terbakar. Pengaruh dari hasil penelitian pada variasi pemanasan dengan bentuk pipa adalah berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin terlihat pada faktor konsumsi bahan bakar atau efisiensi dan kalor yang dihasilkan.

Variasi pipa oval memiliki pengaruh paling efektif dimana pipa oval memiliki perambatan panas pada bahan bakar yang lebih baik dari pada variasi yang lain. Variasi dengan bentuk pipa oval bisa membuat konsumsi bahan bakar pada mesin lebih irit dan menghasilkan daya mesin yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa variasi pipa oval memberikan luasan bidang kontak panas yang optimum untuk aliran bahan bakar.

Sementara variasi pipa pipih memiliki pengaruh kurang efektif, dimana pipa pipih memiliki perambatan panas pada bahan bakar terlalu tinggi, sehingga akibat panas yang terlalu tinggi tersebut akan terjadi penguapan pada bahan bakar. Bidang kontak panas pipa pipih relatif besar sehingga menghasilkan pemanasan yang berlebihan. Jadi bahan bakar tidak semuanya dikonsumsi oleh motor bakar akan tetapi sebagian bahan bakar akan terbuang karena terjadi penguapan.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemanasan bahan bakar dengan media radiator berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin.
2. Pengaruhnya terjadi pada konsumsi bahan bakar, daya mesin dan efisiensi mesin..
3. Pemanasan bahan bakar yang paling adalah penggunaan pipa dengan penampang lintang berbentuk oval.
4. Sedangkan hasil pemanasan yang kurang efektif adalah penggunaan pipa berpenampang lintang pipih.

### **SARAN**

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk dapat dilakukan untuk tipe mesin yang berbeda misal mesin yang menggunakan sistem injeksi atau mesin diesel dengan variasi bahan bakar yang beragam. Selain itu dapat juga dilakukan dengan merubah variasi ukuran diameter pipa.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Ommi F, Movahednejad E, Nekofar K. 2008. *Study Of Injection Parameters On Performance And Fuel Consumption In A Port-Injected Gasoline Engine With Experimental And Theoretical Methods*. Journal of Engineering ISSN 1584-2665
- [2] Araneo L, Brunello G, Coghe A, Donde R. 2013. *Effects of Fuel Temperature and Ambient Pressure on a GDISwirled Injector Spray*. Politecnico di Milano Italy\
- [3] Magara-Gomez KT, Olson MR, McGinnis JE, Zhang M, Schauer JJ. 2014. *Effect of Ambient Temperature and Fuel on Particle Number Emissions on Light-Duty Spark-Ignition Vehicles*. Aerosol and Air Quality Research, 14: 1360–1371
- [4] Hariyono. 2007. *Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Dengan Media Radiator Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Kandungan CO Gas Buang Pada Motor Bensin*. Universitas Negeri Semarang
- [5] Kristiyanto. E, 2009. *Efektifitas Pemanasan Bahan Bakar Premium Dengan Penambahan Zat Aditif Terhadap Konsumsi Dan Kandungan CO Gas Buang Pada Motor Bensin*. Universitas Negeri Semarang
- [6] Sugiarto, 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*. Universitas Sebelas Maret, Solo
- [7] Pulkrabek WW. 1997. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*. Prentice Hall International Inc.