

# **Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Bensin Melalui Media Pipa Alumunium Di Dalam *Upper Tank* Radiator Terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Pada Daihatsu Taruna Tahun 2000**

Sugiyarto

Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Artikel info: Diterima:30 Apr 2021 | Disetujui: 15 Mei 2021 | Tersedia online: 31 Mei 2021

## **Abstrak**

*Peningkatan pemenuhan kebutuhan hidup melalui penggunaan kendaraan bermotor sebagai sarana transportasi telah menimbulkan dampak serius terhadap peningkatan indeks pencemaran udara. Hal ini mendorong adanya usaha-usaha dalam penanggulangannya agar dampak negatif dari emisi gas buang dapat dikurangi. Salah satu caranya adalah melalui proses pemanasan bahan bakar bensin dengan media pipa tembaga di dalam upper tank radiator. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Populasi dalam penelitian ini adalah mesin Daihatsu Taruna tahun 2000. Sampel diambil dengan teknik Purposive Sampling yaitu mesin Daihatsu Taruna tahun 2000 (nomor mesin 5TP531408). Teknik yang digunakan dalam analisis data adalah analisis varian satu arah dan uji komparasi ganda pasca anava. Hasil penelitian ini adalah: (1) Ada pengaruh yang signifikan pada taraf signifikansi 1% yaitu pada pemanasan bahan bakar bensin dengan media pipa tembaga di dalam upper tank radiator terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO). Ini dapat dilihat pada hasil uji analisis data yang menyatakan bahwa  $F_{hitung} = 43,01 > F_{tabel} = 5,29$ . (2) Penurunan emisi gas karbon monoksida (CO) tertinggi terjadi pada pemanasan bahan bakar bensin dengan panjang pipa tembaga 1440 mm. Ini dapat dilihat pada hasil uji analisis data yang menyatakan bahwa  $F_{komparasi} = 118,16 > (p-1) F_{tabel} = 15,87$ .*

*Kata-kata kunci: Pemanasan Bahan Bakar, Emisi Gas Buang, Upper Tank Radiator*

## **Abstract**

*The increase in the fulfillment of the necessities of life through the use of motorized vehicles as a means of transportation has had a serious impact on the increase in the air pollution index. This encourages efforts to overcome them so that the negative impact of exhaust gas emissions can be reduced. One way is through the heating process of gasoline using copper pipes in the uppertank radiator. This research is using experimental method. Population in this study was the Daihatsu Taruna. The sample was taken using purposive sampling technique, namely the Daihatsu Taruna (machine number 5TP531408). The techniques used in data analysis were one-way analysis of variance and post-ANOVA multiple comparison test. The results of this study are: (1) There is a significant effect at the 1% significance level, namely heating gasoline with copper pipe media in the upper tank radiator on carbonmonoxide exhaust emissions. This can be seen in the results of the data analysis test which states that  $F_{count} = 43.01 > F_{table} = 5.29$ . (2) The highest reduction in carbonmonoxide emissions occurred when heating gasoline with a copper pipe length of 1440mm. This can be seen in the results of the data analysis test which states that  $F_{comparison} = 118.16 > (p-1)F_{table} = 15.87$ .*

*Key words: Fuel Heating, Exhaust Emissions, Upper Tank Radiator*

## 1. PENDAHULUAN

Peningkatan pemenuhan kebutuhan hidup melalui penggunaan kendaraan bermotor sebagai sarana transportasi telah menimbulkan dampak serius terhadap peningkatan indeks pencemaran udara. Pencemaran tersebut diakibatkan karena adanya kandungan kadar emisi karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) yang sangat tinggi pada asap kendaraan bermotor yang digunakan. Tingginya kandungan CO dan HC disebabkan dari hasil pembakaran yang tidak sempurna. Pembakaran yang tidak sempurna dapat terjadi sebagai akibat dari nyala api pada pembakaran diruang bakar tidak menyebar secara merata yang dapat menimbulkan kerusakan pada bagian motor [5]. Bentuk pembakaran yang tidak sempurna dapat berupa detonasi dan *pre-ignition*.

Proses pembakaran pada kendaraan bermotor dapat dibagi menjadi 2 proses, yaitu: pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna. Proses pembakaran pada kendaraan bermotor hampir tidak pernah berlangsung dengan sempurna, sehingga proses pembakaran bahan bakar dari motor bakar menghasilkan emisi gas buang yang secara teoritis mengandung unsur polutan udara primer, yaitu polutan yang mencakup 90% dari jumlah polutan udara seluruhnya. Polutan udara primer dapat di bedakan menjadi lima kelompok sebagai berikut: Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oxide (NO<sub>x</sub>), Hidrokarbon (HC), Sulfur Dioksida (SO<sub>x</sub>), dan Partikel.

Sumber polusi yang utama berasal dari 60% karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon [3]. Pengaruh karbon monoksida terhadap kesehatan manusia adalah menyebabkan kemampuan darah untuk mengalirkan oksigen menjadi berkurang (karboksihemoglobin). Afinitas CO terhadap hemoglobin adalah 200 lebih tinggi daripada afinitas oksigen terhadap hemoglobin, akibatnya jika CO dan O<sub>2</sub> terdapat bersama-sama di udara akan terbentuk COHb dalam jumlah jauh lebih banyak daripada O<sub>2</sub>Hb. Konsentrasi COHb dalam darah yang terlalu tinggi antara 10,0 – 80,0 akan berakibat kematian [4].

Mengingat bahaya emisi gas buang seperti tersebut di atas, perlu usaha-usaha dalam penanggulangannya agar dampak negatif dari emisi gas buang dapat dikurangi. Beberapa cara yang digunakan adalah dengan cara memperbaiki proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder agar bahan bakar terbakar secara sempurna. Salah satu caranya adalah menaikkan nilai oktan bahan bakar dengan cara merubah rantai karbon lurus menjadi rantai karbon bercabang melalui proses pemanasan bahan bakar bensin dengan media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator.

Proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder dipengaruhi oleh: temperatur bahan bakar, kerapatan campuran bahan bakar dan udara, komposisi, dan turbulensi yang ada pada campuran [5]. Apabila temperatur 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. Usaha untuk menaikkan temperatur bahan bakar dapat dilakukan dengan proses pemanasan bahan bakar. Proses pemanasan bahan bakar adalah proses menaikkan nilai oktan bahan bakar dengan cara merubah rantai karbon penyusun bahan bakar dari molekul yang bermutu kurang baik (rantai karbon lurus) menjadi molekul yang bermutu lebih baik (rantai karbon bercabang). Proses pemanasan bahan bakar diharapkan dapat memperoleh bahan bakar yang lebih mudah bercampur dengan udara yang masuk ke dalam silinder, sehingga homogenitas campuran bahan bakar dan udara akan lebih baik. Jika homogenitas baik maka akan memperbaiki sistem pembakaran sehingga diharapkan dapat mengurangi emisi gas buang karbon monoksida (CO).

Metode *reforming* bahan bakar dengan mengalirkan bensin pada saluran bahan bakar melewati media pemanas pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator dapat terjadi dengan memanfaatkan sirkulasi air pendingin [6]. Bensin yang telah melewati media pemanas mendapat pertambahan nilai kalori bakar sehingga molekul bensin yang bermutu kurang baik (rantai karbon lurus) menjadi bensin yang bermutu lebih baik (rantai karbon bercabang). Keunggulan metode pemanasan bahan bakar sebagai berikut:

1. Menaikan kalor bahan bakar bensin, sehingga bensin lebih mudah dibakar di ruang bakar.
2. Proses pembakaran bensin lebih sempurna.
3. Meningkatkan tenaga mesin.
4. Mengurangi emisi gas buang dan ramah lingkungan.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan di atas maka menurut [2], proses pembakaran bahan bakar yang sempurna di dalam mesin akan mempengaruhi kandungan polutan pada gas buang. Bahan bakar sebagai elemen dasar dalam proses pembakaran memiliki peranan penting dalam proses pembakaran yang sempurna dalam ruang bakar. Dalam penelitian ini adalah melakukan suatu percobaan yaitu memberikan suatu *heat treatment* terhadap bahan bakar bensin dengan memanaskan bahan bakar bensin melalui pipa tembaga yang dipasang di dalam *upper tank* radiator pada putaran *idle*. Putaran *idle* dipakai karena di dasarnya pada uji

emisi gas buang menurut standar ISO 3930/OIML R99 dan SNI 19-7118.1-2005. Dengan pemanasan bahan bakar diharapkan memperoleh suatu kondisi dimana campuran bahan bakar dengan udara diharapkan dapat lebih baik sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan sempurna. Penelitian ini menggunakan pipa tembaga dengan panjang 480 mm, 960 mm, dan 1440 mm dengan diameter dalam pipa 6,5 mm. Pemilihan tembaga karena memiliki sifat *thermal* dan *electrical* konduktifitas yang sangat baik, ketahanannya terhadap korosi *atmospheric* serta berbagai serangan media korosi lainnya, kekuatan tarik hingga 150 N/mm<sup>2</sup> hingga 390 N/mm<sup>2</sup>, angka kekerasannya mencapai 45 HB sampai 90 HB. Proses perlakuan pemanasan bahan bakar dilakukan dengan memanfaatkan fluida di radiator yang berada pada *upper tank* radiator yaitu dengan membuat saluran yang terbuat dari pipa tembaga melalui *upper tank* radiator. Kemudian bahan bakar bensin tersebut dialirkan melalui pipa tembaga tersebut.

Tujuan dari penelitian ini yaitu: 1) Menyelidiki apakah ada pengaruh pemanasan bahan bakar bensin dengan media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada mesin 4 langkah; 2) Menyelidiki seberapa besar pengaruh pemanasan bahan bakar bensin dengan media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO).

#### 4. METODOLOGI PENELITIAN

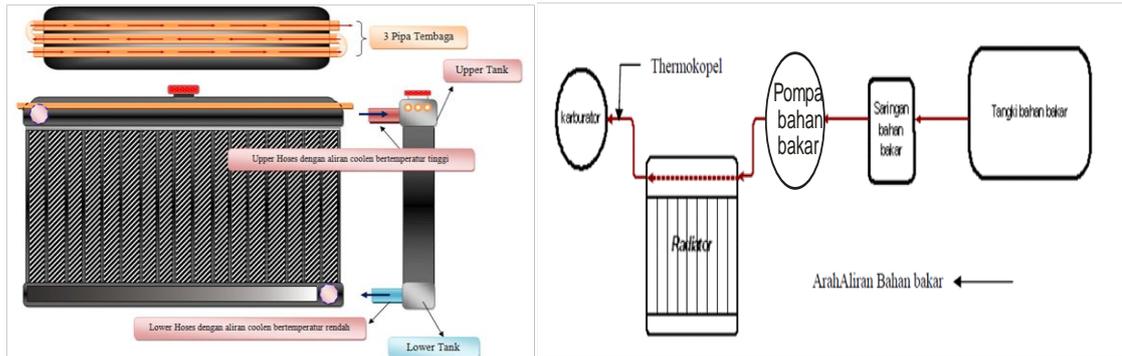
Pada penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif yaitu memaparkan secara jelas hasil eksperimen di laboratorium terhadap sejumlah benda uji, kemudian analisis datanya dengan menggunakan angka-angka. Metode penelitian yang dipakai pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen adalah suatu cara mencari hubungan sebab akibat (hubungan kausal) antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan menyisihkan faktor-faktor yang lain yang bisa mengganggu penelitian [1].

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemanasan bahan bakar dengan media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator pada kendaraan bermotor roda empat terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO) dilakukan di Bengkel Jurusan Teknik Mesin PSDKU Politeknik Negeri Jakarta Kampus Kabupaten Demak dengan menggunakan *gas analyser* sebagai alat untuk mengetahui emisi gas buang karbon monoksida (CO) yang dikeluarkan saluran buang dengan tanpa pemanasan bahan bakar di dalam *upper tank* radiator dan saluran buang dengan pemanasan bahan bakar di dalam *upper tank* radiator.

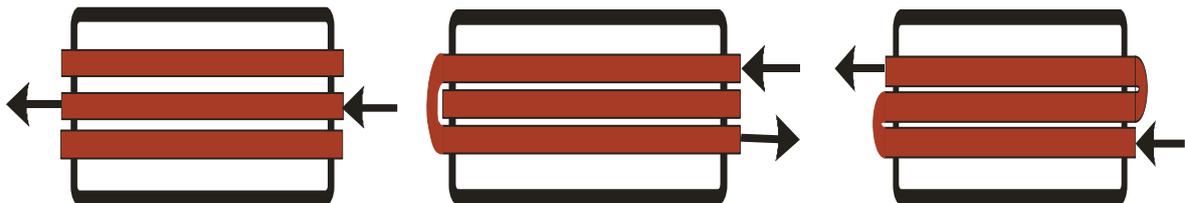
Populasi dalam penelitian ini adalah mesin Daihatsu Taruna tahun 2000. Populasi dipilih karena didasarkan pada karakteristik mesin Daihatsu Taruna tahun 2000 yang belum di lengkapi alat penurun emisi gas buang. Sampel dalam penelitian ini di ambil dengan menggunakan *Purposive Sampling*. Sampel dalam penelitian ini adalah mesin Daihatsu Taruna tahun 2000 dengan pemanasan bahan bakar dengan media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator dengan panjang pipa tembaga 480 mm, 960 mm, 1440 mm dengan diameter dalam pipa 6,5 mm pada *upper tank* radiator. Sampel ditentukan karena di dasarkan pada pertimbangan semua produk Daihatsu Taruna yang diperjual-belikan di pasaran di produksi dengan kondisi yang sama. Atas dasar pertimbangan di atas maka peneliti mengambil sampel mesin Daihatsu Taruna Tahun 2000 dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh pemanasan bahan bakar dengan media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO).

Guna menghindari adanya ancaman terhadap validitas rancangan penelitian maka perlu dilakukan beberapa pengontrolan terhadap jalannya eksperimen selama penelitian. Pengontrolan tersebut meliputi: eksperimen menggunakan mobil yang sama, eksperimen dilakukan setelah mobil dilakukan pemanasan awal dengan asumsi mobil telah beroperasi pada suhu kerja, eksperimen dilakukan pada kondisi putaran mesin yang sama pada setiap kondisi penelitian dan eksperimen menggunakan peralatan yang sudah dikalibrasi sebelumnya sehingga hasil pengukurannya diharapkan akurat.

Jenis variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi panjang pipa tembaga pada *upper tank* radiator, yaitu 480 mm, 960 mm, dan 1440 mm dengan diameter dalam pipa 6,5 mm. Variabel terikat pada penelitian ini adalah emisi gas buang karbon monoksida (CO). Sedangkan, variabel kontrol dalam penelitian ini adalah putaran mesin 800 Rpm (putaran idle) pada suhu oli mesin 70°C. Penentuan putaran mesin 800 Rpm dan suhu oli 70°C di dasarkan pada ISO 3930/OIML R99, *instrument for measuring vehicle exhaust emissions*, edisi 2000 dan SNI 19-7118.1-2005. Gambar desain aliran bahan bakar dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar Panjang pipa tembaga dapat dilihat pada gambar 2.

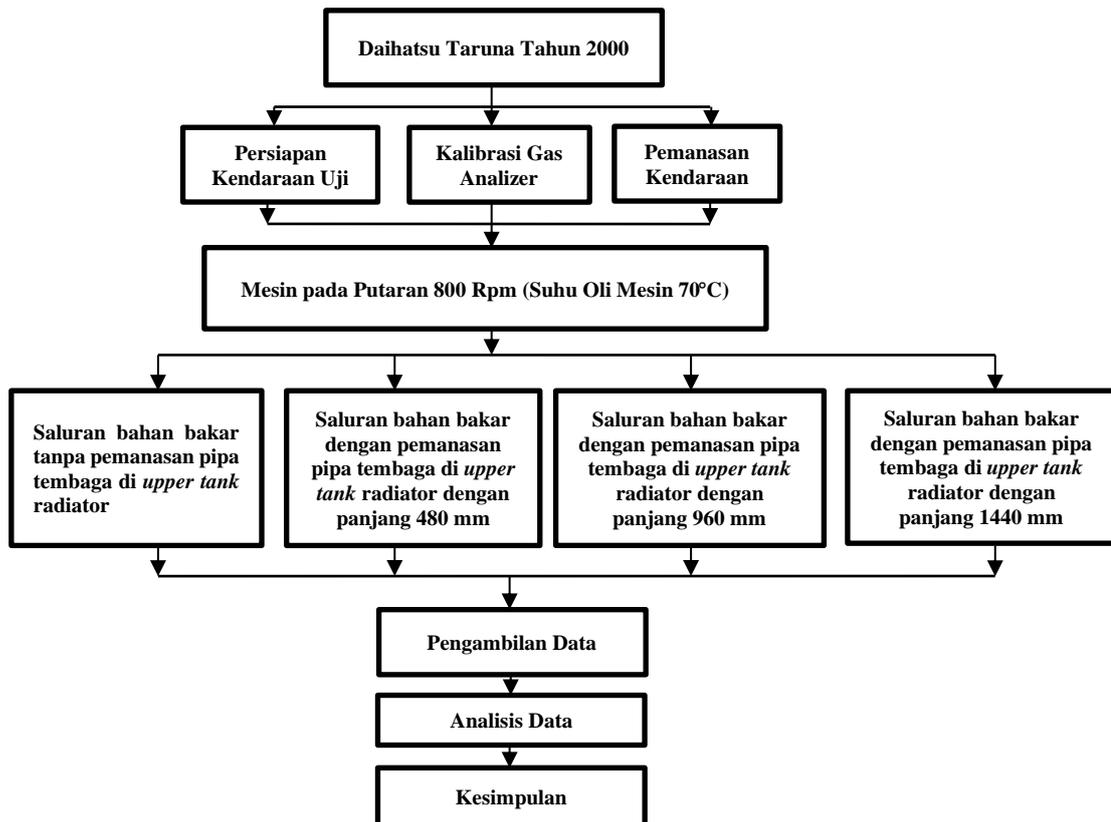


Gambar 1. Desain Aliran Bahan Bakar



Gambar 2. Panjang Pipa Tembaga dengan Panjang 480mm, 960mm, 1440mm

Tahap eksperimen dalam penelitian ini dapat digambarkan dengan bagan aliran proses eksperimen pada gambar 3.



Gambar 3. Bagan Aliran Proses Eksperimen

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang melibatkan satu faktor bebas. Faktor tersebut adalah perlakuan variasi panjang pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator berupa pipa tembaga dengan panjang (480 mm, 960 mm, 1440 mm dan tanpa pemanasan bahan bakar bensin di *upper tank* radiator).

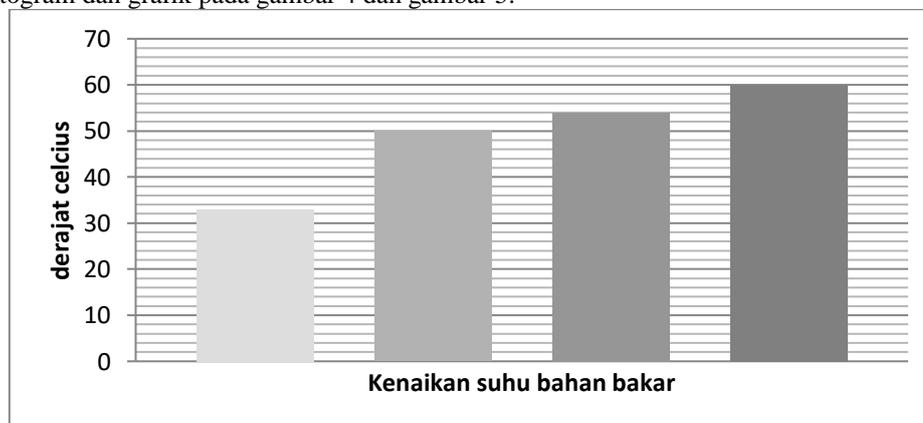
Variabel terikatnya dalam penelitian ini adalah emisi gas buang karbon monoksida (CO) mesin 4 langkah. Jumlah keseluruhan sampel dalam penelitian sebanyak 4 buah yang dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali perlakuan sehingga total data sebanyak 20 data pengamatan.

Data penelitian yang berjumlah 20 data tersebut terbagi dalam 4 kelompok, yakni saluran bahan bakar bensin standar, pemanasan bahan bakar bensin dengan panjang pipa tembaga 480 mm, pemanasan bahan bakar bensin dengan panjang pipa tembaga 960 mm, dan pemanasan bahan bakar bensin dengan panjang pipa tembaga 1440 mm. Hasil dari pengujian dari tiap-tiap kelompok pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator terhadap pengukuran emisi gas buang karbon monoksida (CO) dapat dilihat pada tabel 1.

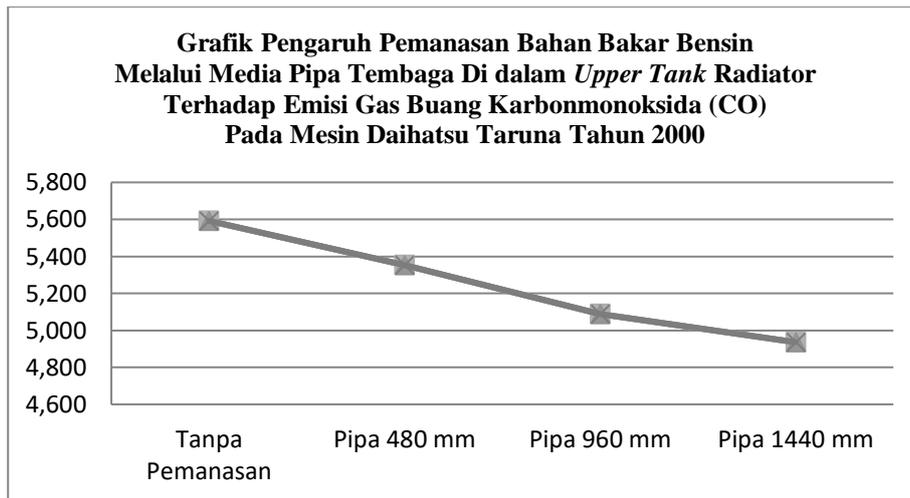
Tabel 1. Hasil Pengukuran Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO)

Sumber Varian	Perlakuan pemanasan bahan bakar bensin dengan pipa Tembaga di dalam <i>Upper tank</i> radiator			
	Tanpa pemanasan /saluran bahan bakar bensin standar	Dengan panjang pipa Tembaga 480 mm	Dengan panjang pipa Tembaga 960 mm	Dengan panjang pipa Tembaga 1440 mm
Nilai Emisi Gas Buang Karbon monoksida	5.44	5.24	5.06	4.87
	5.50	5.35	5.06	4.90
	5.53	5.37	5.07	4.93
	5.55	5.40	5.13	4.95
	5.94	5.41	5.17	5.03
Jumlah	27.96	26.77	25.437	24.68
Banyaknya Pengamatan	5	5	5	5
Rata-rata	5.592	5.354	5.087	4.936
Suhu Bahan Bakar	33°C-34°C	50°C-51°C	54°C-55°C	60°C-61°C

Dari hasil penelitian yang diperoleh dalam pengukuran emisi gas buang karbon monoksida (CO) mesin 4 langkah dengan perbedaan panjang pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator, maka dapat digambarkan dengan histogram dan grafik pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Histogram Pembacaan Kenaikan Suhu Bahan Bakar Oleh Termokopel



Gambar 5. Grafik Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Bensin Terhadap Emisi Gas Buang CO

Dari data yang sudah diperoleh, ada perbedaan nilai emisi gas buang karbon monoksida (CO) dari tiap perlakuan pemanasan bahan bakar bensin melalui pipa tembaga di dalam *Upper tank* radiator. Adapun data emisi gas buang karbon monoksida (CO) dari hasil pengujian rata-rata ke empat perlakuan pemanasan bahan bakar bensin dengan pipa tembaga di dalam *Upper tank* radiator adalah sebagai berikut:

1. Saluran bahan bakar bensin dengan tanpa pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator (saluran bahan bakar bensin standar) mempunyai emisi gas buang karbon monoksida (CO) rata-rata 5.592 % volume.
2. Saluran bahan bakar bensin dengan pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator dengan variasi panjang pipa tembaga 480 mm mempunyai emisi gas buang karbon monoksida (CO) rata-rata 5.354 % volume.
3. Saluran bahan bakar bensin dengan pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator dengan variasi panjang pipa tembaga 960 mm mempunyai emisi gas buang karbon monoksida (CO) rata-rata 5.087 % volume.
4. Saluran bahan bakar bensin dengan pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator dengan variasi panjang pipa tembaga 1440 mm mempunyai emisi gas buang karbon monoksida (CO) rata-rata 4.936 % volume.

Dari grafik dapat dilihat besarnya pengaruh dari setiap perlakuan Saluran bahan bakar bensin dengan pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator bila dibandingkan dengan saluran bahan bakar bensin dengan tanpa pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator (saluran bahan bakar bensin standar) sebagai berikut :

1. Saluran bahan bakar bensin dengan tanpa pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator (saluran bahan bakar bensin standar) mempunyai emisi gas buang karbon monoksida (CO) rata-rata 5,592 % volume, sedangkan saluran bahan bakar bensin dengan pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator dengan variasi panjang pipa tembaga 480 mm mempunyai emisi gas buang karbon monoksida (CO) rata-rata 5,354 % volume. Dengan membandingkan kedua perlakuan tersebut terdapat penurunan sebesar 2,3 %.
2. Saluran bahan bakar bensin dengan tanpa pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator (saluran bahan bakar bensin standar) mempunyai emisi gas buang karbon monoksida (CO) rata-rata 5,592 % volume, sedangkan Saluran bahan bakar bensin dengan pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator dengan variasi panjang pipa tembaga 960 mm mempunyai emisi gas buang karbon monoksida (CO) rata-rata 5,087 % volume. Dengan membandingkan kedua perlakuan tersebut terdapat penurunan sebesar 5,0 %.
3. Saluran bahan bakar bensin dengan tanpa pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator (saluran bahan bakar bensin standar) mempunyai emisi gas buang karbon monoksida (CO) rata-rata 5,592 % volume, sedangkan saluran bahan bakar bensin dengan pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator dengan variasi panjang pipa tembaga 1440 mm mempunyai emisi gas buang karbon monoksida (CO) rata-rata 4,936 % volume. Dengan membandingkan kedua perlakuan tersebut terdapat penurunan sebesar 6,5 %.

Berdasarkan analisa hasil eksperimen yang sudah disampaikan diatas, dapat dikemukakan fakta-fakta sebagai berikut :

1. Dapat ditarik kesimpulan bahwa ada pengaruh yang signifikan dengan pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada mesin 4 langkah. Hal ini dikarenakan dengan pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator, bahan bakar akan mendapatkan tambahan nilai kalori bakar sehingga molekul bensin yang bermutu kurang baik (rantai karbon lurus) menjadi bensin yang bermutu lebih baik (rantai karbon bercabang). Penambahan kalori bakar dapat dilihat dengan naiknya suhu bahan bakar pada tiap saluran. Dengan penambahan kalori bakar akan menyebabkan temperatur bahan bakar dan udara naik, sehingga 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. Campuran bahan bakar dengan udara yang homogen akan menyebabkan bahan bakar dapat terbakar dengan sempurna.
2. Dapat ditarik kesimpulan bahwa penurunan emisi gas buang karbon monoksida (CO) tertinggi terjadi pada pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator dengan panjang pipa tembaga 1440 mm, hal ini disebabkan bahan bakar pada pipa tembaga dengan panjang 1440 mm mendapatkan penambahan kalori bakar paling tinggi. Hal itu dapat dilihat dengan naiknya suhu bahan bakar sekitar 60°C-61°C. Dengan penambahan kalori bakar akan menyebabkan temperatur bahan bakar dan udara naik, sehingga 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. Campuran bahan bakar dengan udara yang homogen akan menyebabkan bahan bakar dapat terbakar dengan sempurna dibanding dengan pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator dengan panjang pipa tembaga 480 mm dan 980 mm.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan diatas, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Ada pengaruh yang signifikan yaitu pada pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada mesin 4 langkah.
2. Penurunan emisi gas buang karbon monoksida (CO) tiap pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator berbeda-beda, penurunan emisi gas buang karbon monoksida (CO) tertinggi terjadi pada pemanasan bahan bakar bensin melalui media pipa tembaga di dalam *upper tank* radiator dengan panjang pipa tembaga 1440 mm.

#### REFERENSI

1. Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik Edisi Revisi VI*. Jakarta: Rineka Cipta.
2. Soenarta, Nakula. 1985. *Motor Serba Guna*. Jakarta : Paradnya Paramita.
3. Srikandi, Fardiaz. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama,
4. Stoker, H. S. and Seager S. L. 1972. London: Environmental Chemistry, Foresman and Co.
5. Suyanto, Wardan. 1989. *Teori Motor Bensin*. Jakarta: DEPDIKBUD.
6. Urip Sudirman. 2009. *Hemat BBM dengan Air*. Jakarta: Kawan Pustaka.