

**JURNAL PENELITIAN**

**PENGARUH TEMPERATUR BAHAN BAKAR TERHADAP KONSUMSI  
BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG PADA ENGINE  
TOYOTA SERI 4K**



**Oleh**

**AULIA RAHMAN PANJAITAN  
06370 / 2008**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2013**

# PENGARUH TEMPERATUR BAHAN BAKAR TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG PADA ENGINE TOYOTA SERI 4K

Oleh

**Aulia Rahman Panjaitan**

Pembimbing I. Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng

Pembimbing II. Drs. Andrizal, M.Pd

Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif

Jurusan Teknik Otomotif FT-UNP

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan bagaimana pengaruh dari temperatur bahan bakar terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO dan HC. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental. Pengujian ini dilakukan pada putaran mesin 750 rpm, 1500 rpm dan 2500 rpm. Objek dari penelitian ini adalah bahan bakar bensin yang dipanaskan dengan berbagai perlakuan sehingga didapatkan temperatur bahan bakar yang berbeda-beda. Pemanasan bahan bakar menggunakan media radiator dengan panjang pipa pemanas yang bervariasi, yaitu 450 mm, 900 mm dan 1350, sedangkan diameternya adalah 6 mm. Untuk mengetahui pemakaian bahan bakar maka digunakan rumus  $m^{\circ}f = \frac{dV}{\Delta t} \times \rho_{bb} \times \frac{3600}{1000}$  (Kg/jam) dan untuk mengetahui kandungan emisi gas buang CO dan HC dapat diperoleh langsung dari techno tes five has analyzer, sedangkan untuk mengetahui perbedaan data penelitian yang dihasilkan dari panjang pipa pemanas bahan bakar yang bervariasi digunakan pengujian statistik dasar mean. Kemudian untuk melihat perubahan besarnya konsumsi bahan bakar bensin dan kadar emisi gas buang kendaraan dapat dilihat dengan menggunakan grafik. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa temperatur bahan bakar yang paling baik adalah 52,4°C, dengan dua pipa saluran pemanas (900 mm). Penurunan emisi gas buang dimulai pada temperatur bahan bakar 43,7°C, dilanjutkan dengan 52,4°C. Akan tetapi pada temperatur 60,7°C, emisi gas buang CO dan HC cenderung naik kembali dan yang paling besar kenaikannya adalah emisi gas buang HC.

Keyword: Temperatur bahan bakar, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang otomotif yang sangat pesat, membawa dampak yang sangat signifikan terhadap sektor transportasi darat, yang terus mengalami perkembangan baik secara kualitas maupun kuantitas. Informasi dari Departemen Perhubungan menyebutkan bahwa, jumlah populasi kendaraan bermotor di Indonesia mencapai lebih dari 20 juta unit. Data dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (Gaikindo) dan Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) menunjukkan jumlah populasi kendaraan bermotor di Indonesia hingga 2010 lalu mencapai 50.824.128 unit. Namun jumlah itu gabungan dari kendaraan roda empat atau lebih dan sepeda motor. Artinya, untuk kendaraan roda empat atau lebih hingga 2010 lalu mencapai sekitar 23-24 juta unit. Bahkan, jumlah kendaraan di Indonesia menempati urutan pertama di kawasan Asia Tenggara. Palsalnya, pada saat yang sama jumlah kendaraan di Thailand hanya 25,29 juta unit, Vietnam 14,51 juta unit, Malaysia 7,28

juta unit, serta Filipina 2,15 juta unit. Menurutnya jumlah kendaraan di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir terus bertumbuh 10 – 15 %. Bahkan pada 2014 penjualan mobil di tanah air diperkirakan mencapai satu juta unit (Arif, 2011).

Pesatnya perkembangan sektor transportasi membawa dampak meningkatnya tingkat polusi udara. Di daerah perkotaan, sektor transportasi memberikan andil yang cukup besar terhadap pencemaran udara. Secara keseluruhan, penyebab tertinggi pencemaran udara di Indonesia berasal dari sektor transportasi. Ada beberapa jenis emisi yang dihasilkan kendaraan, namun persentase terbesar adalah karbon monoksida dan hidrokarbon. Menurut Wisnu (2004: 114), bahwa persentase CO di Indonesia telah mencapai 70%, dan HC mencapai 18,34%.

Bahan bakar minyak yang dihasilkan dari fosil memiliki keterbatasan jumlah produksi. Pengurangan dan penghapusan subsidi bahan bakar minyak membuat terjadinya

kenaikan harga bahan bakar minyak, baik bensin, ataupun solar yang banyak dikonsumsi masyarakat dan industri. Maka, upaya yang bisa dilakukan adalah melakukan penghematan pemakaian bahan bakar. Langkah lain adalah meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar, jangan sampai ada bahan bakar yang terbuang atau lolos dari ruang silinder tanpa terbakar sempurna.

Semakin sempurna kinerja sistem bahan bakar maka pemakaian bahan bakar semakin optimal, sehingga tenaga yang dihasilkan juga semakin baik. Menurut Wardan (1989: 257), faktor-faktor yang mempengaruhi proses pembakaran di dalam silinder ialah: temperatur, kerapatan campuran, komposisi dan turbulensi yang ada pada campuran. Apabila temperatur campuran bahan bakar dengan udara naik, maka semakin mudah campuran bahan bakar dengan udara tersebut untuk terbakar. Menurut Nakoela (1985), kesempurnaan proses pembakaran bahan bakar di dalam mesin akan mempengaruhi konsumsi bahan bakar dan kandungan polutan pada gas buang.

Berdasarkan hasil penelitian dan pendapat para ahli di atas dapat disimpulkan bahwa pemanasan yang dilakukan pada bahan bakar dapat menyebabkan tekanan kompresi bahan bakar semakin meningkat. Selain itu, salah satu faktor yang mempengaruhi proses pembakaran di dalam silinder adalah temperatur campuran bahan bakar. Apabila temperaturnya naik, maka semakin mudah campuran bahan bakar dengan udara tersebut untuk terbakar. Semakin mudah campuran bahan bakar dan udara tersebut terbakar, maka semakin sempurna proses pembakaran bahan bakar tersebut. Kesempurnaan proses pembakaran bahan bakar di dalam mesin akan mempengaruhi konsumsi bahan bakar dan kandungan polutan pada gas buang.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh temperatur bahan bakar terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada engine Toyota seri 4K.

## **KAJIAN TEORITIS**

### **A. Sistem Bahan Bakar**

Bahan bakar mobil yang secara umum disebut bensin adalah senyawa hidrokarbon yang kandungan oktana atau isooktananya tinggi. Senyawa oktana adalah senyawa hidrokarbon yang digunakan sebagai patokan untuk menentukan kualitas bahan bakar (bensin) yang dikenal dengan istilah angka oktana (Wisnu, 2004: 35)

Proses pembakaran bahan bakar di sini adalah proses secara fisik yang terjadi di dalam silinder selama pembakaran terjadi. Hal ini berhubungan dengan peningkatan temperatur dan tekanan di dalam silinder (Wardan, 1989: 252). Mekanisme pembakaran sangat dipengaruhi oleh keadaan dari keseluruhan proses pembakaran dimana atom-atom akan bereaksi dengan oksigen dan membentuk produk berupa gas. Sebagaimana telah diketahui bahwa bahan bakar motor bensin mengandung unsur-unsur karbon dan hidrogen.

### **B. Konsumsi Bahan Bakar**

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar ketika kendaraan berjalan (Otosia.com), diantaranya yaitu:

1. Beban mesin (berat muatan kendaraan, kondisi jalan mendaki dan menurun, dan lain sebagainya).
2. Putaran mesin (putaran idle, putaran sedang, putaran tinggi, dan lain sebagainya)
3. Posisi pedal gas (posisi bukaan throttle)

Beberapa faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar ketika kendaraan berjalan di atas erat kaitannya dengan perbandingan campuran bahan bakar bensin dan udara. Perbandingan campuran bensin dan udara harus ditentukan sedemikian rupa agar bisa diperoleh efisiensi dan pembakaran yang sempurna. Secara tepat perbandingan campuran bensin dan udara yang ideal (perbandingan stoichiometric) untuk proses pembakaran yang sempurna pada engine adalah 1 : 14,7. Namun pada praktiknya, perbandingan campuran optimum tersebut tidak bisa diterapkan terus menerus pada setiap keadaan operasional.

Untuk mengetahui jumlah pemakaian bahan bakar, salah satunya dapat menggunakan rumus berikut:

$$m^{\Delta f} = \frac{\Delta V}{\Delta t} \times \rho_{bb} \times \frac{3600}{1000} \left( \frac{kg}{jam} \right) \quad (\text{Amin dalam Gunawan 2008})$$

Dimana  $m^{\Delta f}$  = Pemakaian bahan bakar

$\Delta V$  = Jumlah bahan bakar ( $cm^3$ )

$\Delta t$  = Waktu yang digunakan untuk menghabiskan bahan bakar (jam)

$\rho_{bb}$  = Massa jenis bahan bakar ( $0,7329 \text{ gr/cm}^3$ )

$\frac{3600}{1000}$  = Bilangan konversi

### C. Gas Buang Kendaraan

Ada beberapa zat pencemar (polutan) udara yang dihasilkan oleh kendaraan. Dari beberapa macam komponen pencemar udara, maka yang paling banyak berpengaruh dalam pencemaran udara adalah : Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NOx), Belerang Oksida (Sox), Hidro Karbon (HC), dan partikel-partikel (Wisnu, 2004: 31).

Tabel 1. Perkiraan Persentase Komponen Pencemar Udara Dari Sumber Pencemar Transportasi Di Indonesia

Komponen Pencemar	Persentase
CO	70%
NOx	8,89%
SOx	0,88%
HC	18,34%
Partikel	1,33%
Total	100%

(Wisnu, 2004: 33)

#### ➤ Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah suatu gas yang tak berwarna, tidak berbau dan juga tidak berasa. Gas CO dapat berbentuk cairan pada suhu di bawah  $-1290 \text{ C}$  (Wisnu, 2004: 41). Komponen ini mempunyai berat sebesar 96,5% dari berat air dan tidak larut di dalam air. Menurut Srikandi (1992: 94), karbon monoksida yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut :

1. Pembakaran tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
2. Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
3. Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan O

#### ➤ Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon atau sering disingkat dengan HC adalah pencemar udara yang dapat berupa gas, cairan maupun padatan. Dinamakan hidrokarbon karena penyusun utamanya adalah atom karbon dan atom hidrogen yang dapat terikat (tersusun) secara ikatan lurus (ikatan rantai) atau terikat secara ikatan cincin (ikatan tertutup) (Wisnu, 2004: 51).

Di bawah ini adalah sebab-sebab utama timbulnya HC (Toyota Step 2) :

1. Sekitar dinding-dinding ruang bakar yang bertemperatur rendah di mana pada temperatur itu tidak dapat melakukan pembakaran.
2. Missing (misfire)
3. Adanya overlap intake valve (kedua valve sama-sama terbuka)

### D. Prinsip Kerja Sistem Pemanas Bahan Bakar

Meningkatnya temperatur bahan bakar dapat menyebabkan semakin mudahnya campuran bahan bakar dan udara tersebut terbakar, dan menghasilkan campuran bahan bakar yang lebih homogen (Wardan, 1989: 257). Selain itu, salah satu karakteristik yang harus dimiliki bahan bakar adalah penguapan karena bahan bakar yang masuk ke dalam silinder harus berbentuk gas yang bercampur dengan udara Wardan (1989: 129). Apabila bahan bakar dipanaskan terlebih dahulu sebelum masuk ke karburator, maka bahan bakar akan lebih mudah untuk menguap sesuai dengan kebutuhan mesin kendaraan.

Proses kerja dari pemanasan bahan bakar ini mirip dengan fuel regulator yang meningkatkan tekanan bensin di nosel injector pada mesin yang menggunakan sistem bahan bakar injeksi atau Elektronik Fuel Injection (EFI). Bedanya regulator memakai konsep pemampatan untuk mencari tekanan yang diinginkan, sedangkan dalam penelitian ini menggunakan konsep pemanasan.

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. penelitian eksperimental mencoba meneliti ada tidaknya

hubungan sebab akibat, caranya adalah dengan membandingkan satu atau lebih kelompok eksperimen yang diberi perlakuan dengan satu atau lebih kelompok pembanding yang tidak menerima perlakuan. Sumber data dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder, data primer adalah data yang diperoleh saat melakukan pengujian konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang, sedangkan data sekunder adalah data yang berasal dari berbagai referensi berupa jurnal penelitian, karya tulis dan media cetak.

Objek pada penelitian ini adalah bahan bakar bensin yang dipanaskan dengan berbagai perlakuan sehingga didapatkan temperatur bahan bakar bensin berbeda-beda. Pemanasan bahan bakar bensin menggunakan media radiator, dimana terdapat tiga saluran pipa pemanas yang terbuat dari bahan kuningan pada bagian upper tank radiator. Panjang ketiga saluran pipa pemanas tersebut sama yaitu 450 mm sedangkan diameternya adalah 6 mm. jadi total ketiga pipa pemanas tersebut adalah 1350 mm. Semakin panjang pipa pemanas, maka temperatur bahan bakar akan semakin tinggi.

Tempat pengujian dalam penelitian ini akan dilaksanakan di Workshop Jurusan Teknik Otomotif BLPT Sumbar, Jl. M. Yunus Lubuk Lintah Padang.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. *Tachometer*, untuk mengukur putaran mesin pada berbagai kecepatan.
- b. *Five Gas Analyzer*, untuk mengukur kadar emisi CO dan HC.
- c. Gelas ukur, untuk mengetahui jumlah bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin untuk menghasilkan kerja.
- d. *Stopwatch*, untuk mengukur waktu yang dibutuhkan mesin dalam menghasilkan bahan bakar guna mengetahui konsumsi bahan bakarnya.
- e. *Thermometer* dipakai untuk mengukur temperatur bahan bakar. Alat ini dipasang pada main nozzle karburator dan pada engine.

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. Bahan bakar

Dalam penelitian ini bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar jenis premium.

b. Engine Toyota seri 4K

Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian terhadap engine yang menggunakan sistem bahan bakar modifikasi, yaitu dengan memanaskan bahan bakar dengan media radiator, kemudian temperatur bahan bakar yang bervariasi tersebut dibandingkan untuk mengetahui perbedaan jumlah pemakaian bahan bakar dan tingkat kandungan emisi gas buang CO dan HC yang dihasilkan. Untuk memperoleh data konsumsi bahan bakar dapat diperoleh dari pengukuran menggunakan gelas ukur dan data kadar emisi CO dan HC dapat diperoleh dari pengukuran menggunakan Techno Five Gas Analyzer.

Penelitian ini dilakukan pada tiga putaran mesin berbeda dengan dua kali pengujian untuk setiap putaran mesin. Putaran mesin kemudian disamakan untuk setiap perlakuan terhadap temperatur bahan bakar yang bervariasi, yaitu antara lain 750 rpm, 1500 rpm dan 2500 rpm.

Untuk menganalisa data hasil penelitian, dilakukan dengan cara berikut:

- 1. Untuk menentukan jumlah konsumsi bahan bakar maka dapat digunakan persamaan 1 berikut:

$$m^2f = \frac{\Delta V}{\Delta t} \times \rho_{bb} \times \frac{3600}{1000} \left( \frac{Kg}{jam} \right) \text{ (Amin dalam Budi 2008)}$$

Keterangan :

= Pemakaian bahan bakar

$\Delta V$  = Jumlah bahan bakar (cm<sup>3</sup>)

$\Delta t$  = Waktu yang digunakan untuk menghabiskan bahan bakar (jam)

$\rho_{bb}$  = Massa jenis bahan bakar (0,7329 gr/cm<sup>3</sup>)

= Bilangan konversi

- 2. Besarnya kadar emisi gas buang CO dan HC yang dihasilkan diperoleh langsung dari *techno tes five gas*

analyzer. Kadar emisi gas buang CO dinyatakan dalam satuan persen (%) dan HC dinyatakan dalam satuan ppm.

- Uji Statistik. Untuk mengetahui perbedaan data yang dihasilkan dari panjang pipa pemanas bahan bakar yang bervariasi digunakan pengujian statistik dasar mean. Mean adalah nilai rata-rata, rumusnya adalah sebagai berikut:

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

Dimana M = Mean (rata-rata)

x = Jumlah Data

N = Banyaknya Pengujian

Kemudian untuk melihat perubahan besarnya konsumsi bahan bakar bensin dan kadar emisi gas buang kendaraan dapat dilihat dengan menggunakan grafik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Konsumsi Bahan Bakar

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Putaran Mesin (Rpm)	T <sub>0</sub> (31,1 °C)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rata-rata
750	26,4	25,8	26,1
1500	43,8	43,3	43,55
2500	59,8	59,1	59,45
Putaran Mesin (Rpm)	T <sub>1</sub> (43,7 °C)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rata-rata
750	24,8	24,5	24,65
1500	39,6	39,5	39,55
2500	55,6	55,3	55,45
Putaran Mesin (Rpm)	T <sub>2</sub> (52,4 °C)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rata-rata
750	23,6	23,6	23,6
1500	39,2	39	39,1
2500	55	54,8	54,9
Putaran Mesin (Rpm)	T <sub>3</sub> (60,7 °C)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rata-rata
750	23,5	23,3	23,4
1500	38,9	38,7	38,8
2500	56,2	55,7	55,95

Dengan menggunakan persamaan 1, maka dapat dihitung konsumsi bahan bakar dalam Kg/Jam.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Dalam Kg/Jam

Putaran Mesin (RPM)	T <sub>0</sub> (31,1 °C)	T <sub>1</sub> (43,7 °C)	T <sub>2</sub> (52,4 °C)	T <sub>3</sub> (60,7 °C)
750	0,76	0,72	0,69	0,68
1500	1,27	1,15	1,14	1,13
2500	1,74	1,62	1,60	1,64
Jumlah	3,78	3,50	3,44	3,46

Berdasarkan statistik dasar mean, maka besarnya rata-rata konsumsi bahan bakar antara keempat variasi temperatur bahan bakar tersebut pada tabel 3 dapat dihitung.

- Temperatur bahan bakar 31,1<sup>o</sup>C (T<sub>0</sub>)

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

$$M = \frac{3,78}{3} = 1,26 \text{ kg/jam}$$

- Temperatur bahan bakar 43,7<sup>o</sup>C (T<sub>1</sub>)

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

$$M = \frac{3,50}{3} = 1,16 \text{ kg/jam}$$

- Temperatur bahan bakar 52,4<sup>o</sup>C (T<sub>2</sub>)

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

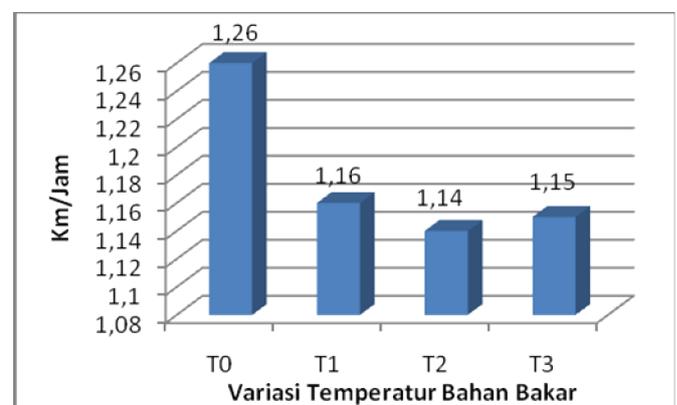
$$M = \frac{3,44}{3} = 1,14 \text{ kg/jam}$$

- Temperatur bahan bakar 60,7<sup>o</sup>C (T<sub>3</sub>)

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

$$M = \frac{3,46}{3} = 1,15 \text{ kg/jam}$$

Adapun perbedaan rata-rata hasil pengujian konsumsi bahan bakar tersebut dapat dilihat pada diagram berikut



Gambar 1. Diagram Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar (Kg/Jam)

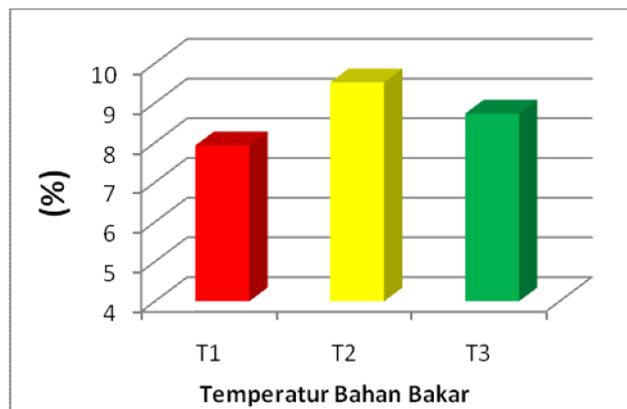
Berdasarkan diagram di atas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan rata-rata konsumsi bahan bakar jika dilihat dari variasi temperatur bahan bakar. Pada temperatur  $T_0$  rata-rata konsumsi bahan bakar adalah 1,26 kg/jam, berikutnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  yang rata-rata konsumsi bahan bakarnya berturut-turut adalah 1,16, 1,14, 1,15. Untuk melihat besarnya penurunan rata-rata konsumsi bahan bakar antara sistem bahan bakar biasa ( $T_0$ ) dengan sistem bahan bakar yang diberi tiga perlakuan ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$T_0 - T_1 \rightarrow 1,26 - 1,16 = 0,1 \text{ Kg/Jam} \rightarrow 7,93 \%$$

$$T_0 - T_2 \rightarrow 1,26 - 1,14 = 0,12 \text{ Kg/Jam} \rightarrow 9,52 \%$$

$$T_0 - T_3 \rightarrow 1,26 - 1,15 = 0,11 \text{ Kg/Jam} \rightarrow 8,73 \%$$

Besarnya penurunan rata-rata konsumsi bahan bakar yang ada pada perhitungan di atas dapat digambarkan pada diagram berikut ini:



Gambar 2. Diagram Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar

Berdasarkan diagram perbandingan konsumsi bahan bakar di atas dapat diurutkan bahwa besarnya penurunan konsumsi bahan bakar yang paling tinggi adalah pada saat temperatur bahan bakar mencapai  $52,4^{\circ}\text{C}$ , dimana besar penurunan konsumsi bahan bakarnya mencapai 9,52% bila dibandingkan dengan pada saat temperatur bahan bakar  $31,1^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya diikuti dengan temperatur bahan bakar  $60,7^{\circ}\text{C}$ , dimana besar penurunan konsumsi bahan bakarnya mencapai 8,73% bila dibandingkan dengan pada saat temperatur bahan bakar  $31,1^{\circ}\text{C}$ , dan yang terakhir adalah ketika temperatur bahan bakar mencapai  $43,7^{\circ}\text{C}$ , dimana besar penurunan konsumsi bahan bakarnya mencapai 7,93% bila

dibandingkan dengan pada saat temperatur bahan bakar  $31,1^{\circ}\text{C}$ .

Besarnya konsumsi bahan bakar erat kaitannya dengan proses pembakaran di dalam silinder. Semakin sempurna proses pembakaran maka semakin efisien konsumsi bahan bakarnya. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses pembakaran di dalam silinder ini, salah satunya adalah campuran bahan bakar dan udara. Apabila temperatur campuran bahan bakar dan udara naik, maka semakin mudah campuran bahan bakar dan udara tersebut terbakar. Dengan temperatur yang cukup, campuran bahan bakar dan udara akan lebih homogen (Wardan, 1989). Selain itu, salah satu karakteristik yang harus dimiliki bahan bakar adalah penguapan (Wardan, 1989). Jika terdapat sebagian bahan bakar yang tidak menguap maka akan mengakibatkan campuran yang lebih gemuk dari campuran stoichiometris (Nakoela, 1985).

Hasil penelitian di sini sejalan dengan pendapat para ahli di atas, yaitu semakin panjang pipa pemanas yang dilalui bahan bakar atau semakin tinggi temperatur bahan bakar yang masuk ke karburator maka konsumsi bahan bakarnya semakin kecil. Hal ini bisa dilihat dari besarnya konsumsi bahan bakar pada saat temperatur bahan bakar mencapai  $43,7^{\circ}\text{C}$  dan  $52,4^{\circ}\text{C}$ , dimana konsumsi bahan bakar yang paling kecil dihasilkan pada saat temperatur bahan bakar mencapai  $52,4^{\circ}\text{C}$ . Khusus untuk temperatur bahan bakar yang mencapai  $60,7^{\circ}\text{C}$ , menghasilkan data yang berbeda dengan kedua variasi temperatur bahan bakar sebelumnya. Ini terjadi karena temperatur bahan bakarnya sudah melebihi batas yang seharusnya, sehingga campuran bahan bakar sangat cepat menguap dan tidak sesuai lagi dengan kebutuhan engine tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Wardan (1989:130) yang mengatakan bahwa tingkat mudahnya penguapan yang dimiliki bahan bakar harus tepat sesuai dengan kebutuhan engine, yaitu mudah distater, tidak menimbulkan vapor lock, cepat memanaskan motor, percepatan yang halus, irit bahan bakar dan bebas dari pengotoran ruang engkol.

## B. Emisi Gas Buang

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang

Putaran Mesin (RPM)	T <sub>0</sub> (31,1 °C)					
	Pengujian 1		Pengujian 2		Rata-rata	
	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)
750	4,77	665	4,56	674	4,66	669,5
1500	4,25	708	4,30	715	4,27	711,5
2500	3,65	760	3,80	768	3,72	764
Jumlah					12,65	2145
Putaran Mesin (RPM)	T <sub>1</sub> (43,7 °C)					
	Pengujian 1		Pengujian 2		Rata-rata	
	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)
750	4,32	530	4,32	533	4,32	531,5
1500	3,93	576	3,88	570	3,90	573
2500	3,25	605	3,30	610	3,27	607,5
Jumlah					11,49	1712
Putaran Mesin (RPM)	T <sub>2</sub> (52,4 °C)					
	Pengujian 1		Pengujian 2		Rata-rata	
	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)
750	3,15	368	3,18	356	3,16	362
1500	2,96	420	2,88	418	2,92	419
2500	2,10	453	2,16	457	2,13	455
Jumlah					8,21	1236
Putaran Mesin (RPM)	T <sub>3</sub> (60,7 °C)					
	Pengujian 1		Pengujian 2		Rata-rata	
	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)
750	3,13	414	3,08	430	3,10	422
1500	3,03	447	3,00	483	3,01	465
2500	2,02	515	2,25	506	2,22	510,5
Jumlah					8,33	1397

Berdasarkan statistik dasar mean, maka besarnya rata-rata emisi gas buang yang dihasilkan antara keempat variasi temperatur bahan bakar tersebut pada tabel 4 dapat dihitung.

➤ Emisi gas buang CO

- a. Temperatur bahan bakar 31,1<sup>0</sup>C (T<sub>0</sub>)

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

$$M = \frac{12,65}{3} = 4,21 \%$$

- b. Temperatur bahan bakar 43,7<sup>0</sup>C (T<sub>1</sub>)

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

$$M = \frac{11,49}{3} = 3,83 \%$$

- c. Temperatur bahan bakar 52,4<sup>0</sup>C (T<sub>2</sub>)

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

$$M = \frac{8,21}{3} = 2,73 \%$$

- d. Temperatur bahan bakar 60,7<sup>0</sup>C (T<sub>3</sub>)

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

$$M = \frac{8,33}{3} = 2,77 \%$$

➤ Emisi Gas Buang HC

- a. Temperatur bahan bakar 31,1<sup>0</sup>C (T<sub>0</sub>)

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

$$M = \frac{2145}{3} = 715 \text{ ppm}$$

- b. Temperatur bahan bakar 43,7<sup>0</sup>C (T<sub>1</sub>)

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

$$M = \frac{1712}{3} = 570,66 \text{ ppm}$$

- c. Temperatur bahan bakar 52,4<sup>0</sup>C (T<sub>2</sub>)

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

$$M = \frac{1236}{3} = 412 \text{ ppm}$$

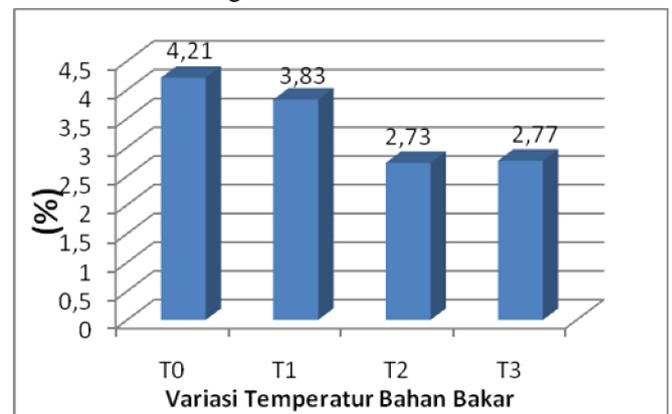
- d. Temperatur bahan bakar 60,7<sup>0</sup>C (T<sub>3</sub>)

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

$$M = \frac{1397,5}{3} = 465,83 \text{ ppm}$$

Adapun perbedaan rata-rata hasil pengujian emisi gas buang tersebut dapat dilihat pada diagram berikut

➤ Emisi Gas Buang CO



Gambar 3. Diagram Rata-rata Emisi Gas Buang CO

Berdasarkan diagram di atas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan rata-rata emisi gas buang CO yang

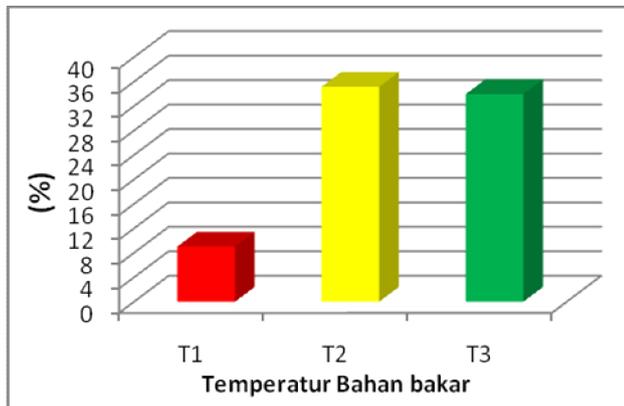
dihasilkan jika dilihat dari variasi temperatur bahan bakar. Pada temperatur  $T_0$  rata-rata emisi gas buang CO adalah 4,21%, berikutnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  yang rata-rata emisi gas buang CO yang dihasilkan berturut-turut adalah 3,83%, 2,73%, 2,77%. Untuk melihat besarnya penurunan emisi gas buang CO antara sistem bahan bakar biasa ( $T_0$ ) dengan sistem bahan bakar yang diberi tiga perlakuan ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$T_0 - T_1 \rightarrow 4,21 - 3,83 = 0,38 \% \rightarrow 9,02\%$$

$$T_0 - T_2 \rightarrow 4,21 - 2,73 = 1,48 \% \rightarrow 35,15\%$$

$$T_0 - T_3 \rightarrow 4,21 - 2,78 = 1,43 \% \rightarrow 33,96\%$$

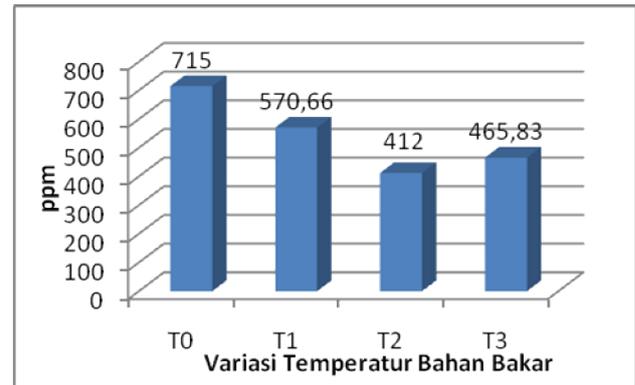
Besarnya penurunan emisi gas buang CO yang ada pada perhitungan di atas dapat digambarkan pada diagram berikut ini:



Gambar 4. Diagram Perbandingan Emisi Gas Buang CO

Berdasarkan diagram perbandingan emisi gas buang CO di atas, dapat diurutkan besarnya penurunan emisi gas buang CO yang paling tinggi adalah pada saat temperatur bahan bakar mencapai  $52,4^{\circ}\text{C}$ , dimana besar penurunannya mencapai 35,15% bila dibandingkan dengan pada saat temperatur bahan bakar  $31,1^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya diikuti dengan temperatur bahan bakar  $60,7^{\circ}\text{C}$ , dimana besar penurunannya mencapai 33,96% bila dibandingkan dengan pada saat temperatur bahan bakar  $31,1^{\circ}\text{C}$ , dan yang terakhir adalah ketika temperatur bahan bakar mencapai  $43,7^{\circ}\text{C}$ , dimana besar penurunannya mencapai 9,02% bila dibandingkan dengan pada saat temperatur bahan bakar  $31,1^{\circ}\text{C}$ .

#### ➤ Emisi Gas Buang HC



Gambar 5. Diagram Rata-rata Emisi Gas Buang HC

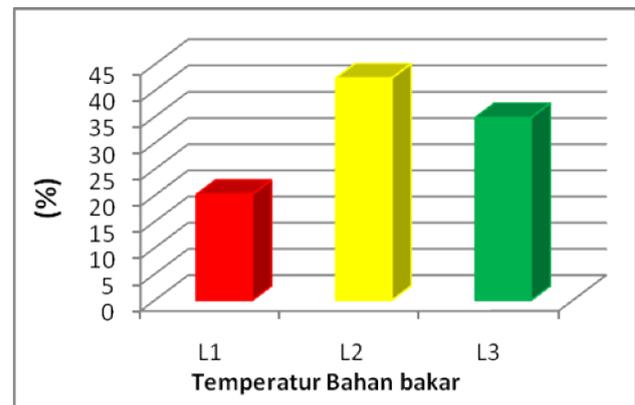
Berdasarkan diagram di atas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan rata-rata emisi gas buang HC yang dihasilkan jika dilihat dari variasi temperatur bahan bakar. Pada temperatur  $T_0$  rata-rata emisi gas buang HC adalah 715 ppm, berikutnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  yang rata-rata emisi gas buang HC yang dihasilkan berturut-turut adalah 570,66 ppm, 412 ppm, 465,83 ppm. Untuk melihat besarnya penurunan emisi gas buang HC antara sistem bahan bakar biasa ( $T_0$ ) dengan sistem bahan bakar yang diberi tiga perlakuan ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$T_0 - T_1 \rightarrow 715 - 570,66 = 144,34 \text{ ppm} \rightarrow 20,18\%$$

$$T_0 - T_2 \rightarrow 715 - 412 = 303 \text{ ppm} \rightarrow 42,37\%$$

$$T_0 - T_3 \rightarrow 715 - 465,83 = 249,17 \text{ ppm} \rightarrow 34,84\%$$

Besarnya penurunan emisi gas buang HC yang ada pada perhitungan di atas dapat digambarkan pada diagram berikut ini:



Gambar 6. Diagram Perbandingan Emisi Gas Buang HC

Berdasarkan diagram perbandingan emisi gas buang HC di atas, dapat diurutkan besarnya penurunan emisi gas buang HC yang paling tinggi adalah pada saat temperatur bahan bakar mencapai  $52,4^{\circ}\text{C}$ , dimana besar penurunan emisi gas buang HC mencapai 42,37% bila dibandingkan dengan pada saat temperatur bahan bakar  $31,1^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya diikuti dengan temperatur bahan bakar  $60,7^{\circ}\text{C}$ , dimana besar penurunannya mencapai 34,84% bila dibandingkan dengan pada saat temperatur bahan bakar  $31,1^{\circ}\text{C}$ , dan yang terakhir ketika temperatur bahan bakar mencapai  $43,7^{\circ}\text{C}$ , dimana besar penurunannya mencapai 20,18% bila dibandingkan dengan pada saat temperatur bahan bakar  $31,1^{\circ}\text{C}$ .

Besarnya emisi gas buang yang dihasilkan engine erat kaitannya dengan proses pembakaran di dalam silinder, semakin sempurna proses pembakaran maka besarnya emisi gas buang yang dihasilkan semakin kecil. Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna itu maka dibutuhkan campuran bahan bakar dan udara yang homogen. Menurut Nakoela (1985), campuran bahan bakar dan udara yang homogen akan mengakibatkan menurunnya kandungan polutan pada gas buang kendaraan yang terbentuk dari reaksi pembakaran yang kurang sempurna. Wardah (1989) menambahkan, salah satu karakteristik bahan bakar adalah mudah menguap sesuai dengan kebutuhan engine.

Hasil penelitian disini sejalan dengan pendapat para ahli di atas, yaitu semakin panjang pipa pemanas yang dilalui bahan bakar atau semakin tinggi temperatur bahan bakar maka besarnya emisi gas buang yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini bisa dilihat dari besarnya emisi gas buang CO yang dihasilkan pada saat temperatur bahan bakar mencapai  $43,7^{\circ}\text{C}$  dan  $52,4^{\circ}\text{C}$ , dimana besarnya emisi gas buang CO yang paling kecil dihasilkan adalah pada saat temperatur bahan bakarnya mencapai  $52,4^{\circ}\text{C}$ . Begitu juga yang terjadi dengan emisi gas buang HC, besarnya emisi gas buang HC yang paling kecil dihasilkan adalah pada saat temperatur bahan bakar mencapai  $52,4^{\circ}\text{C}$ . Khusus untuk temperatur bahan bakar yang mencapai  $60,7^{\circ}\text{C}$ , menghasilkan data yang berbeda dari kedua variasi temperatur bahan bakar sebelumnya. Ini terjadi karena

temperatur bahan bakarnya sudah melebihi batas yang seharusnya, sehingga bahan bakar sangat cepat menguap dan tidak sesuai lagi dengan kebutuhan engine tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Srikandi (1992) mengenai salah satu penyebab terbentuknya CO yaitu pada saat temperatur tinggi, karbondioksida terurai menjadi karbonmonoksida dan oksida. Selain itu, penguapan bahan bakar yang terlalu cepat akan menyebabkan perbandingan campuran bahan bakar dan udara menjadi kurus. Bila campuran ini lebih kurus dari 14:1, maka kadar CO dan HC akan berkurang dan NOx akan bertambah, dan apabila campuran bahan bakar dan udara lebih kurus lagi, maka kadar emisi HC akan kembali naik (Toyota Step 2).

## **PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan temperatur bahan bakar berpengaruh terhadap besarnya konsumsi bahan bakar. Penurunan konsumsi bahan bakar paling besar adalah pada saat temperatur bahan bakar  $52,4^{\circ}\text{C}$  yaitu 9,52%, diikuti dengan temperatur  $60,7^{\circ}\text{C}$  yaitu 8,73% dan yang terakhir pada saat temperatur  $43,7^{\circ}\text{C}$  yaitu 7,93%.
2. Perubahan temperatur bahan bakar berpengaruh terhadap besarnya emisi gas buang CO dan HC. Penurunan emisi gas buang CO yang paling besar adalah pada saat temperatur bahan bakar  $52,4^{\circ}\text{C}$  yaitu 35,15% dan HC pada temperatur yang sama yaitu 42,37%. Kemudian diikuti dengan temperatur bahan bakar  $60,7^{\circ}\text{C}$  yaitu 33,96% dan HC pada temperatur yang sama yaitu 34,84%. Terakhir pada temperatur bahan bakar  $43,7^{\circ}\text{C}$  yaitu 9,02% dan HC pada temperatur yang sama yaitu 20,18%. Penurunan kadar emisi gas buang dimulai pada saat temperatur bahan bakar  $43,7^{\circ}\text{C}$ , dilanjutkan dengan temperatur bahan bakar  $52,4^{\circ}\text{C}$ . akan tetapi pada temperatur  $60,7^{\circ}\text{C}$ , kadar emisi gas buang CO dan HC cenderung naik kembali dan yang paling besar kenaikannya adalah emisi gas buang HC.

3. Temperatur bahan bakar yang paling baik adalah 52,4<sup>0</sup>C atau sistem bahan bakar yang menggunakan dua pipa saluran pemanas (900 mm).

## B. Saran

1. Masyarakat yang masih menggunakan kendaraan keluaran lama hendaknya mulai menggunakan teknologi tambahan untuk menghemat konsumsi bahan bakar dan mengurangi kadar emisi gas buang, salah satunya adalah alat pemanas bahan bakar yang telah banyak beredar di pasaran. Sehingga para produsen teknologi tambahan tersebut dapat mengembangkan lagi produknya agar memiliki kualitas yang semakin baik.
2. Untuk peneliti lainnya agar melakukan penelitian lebih lanjut lagi mengenai alat atau metode yang dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan kadar emisi gas buang kendaraan.

## KEPUSTAKAAN

- Arif Arianto. (2011). *Kendaraan Bermotor Di Indonesia Terbanyak Di ASEAN*. Pada: <http://www.tempo.co/read/news/2011/08/19/124352572/>. [Diakses 26 Maret 2012].
- Budi Gunawan. (2008). *Pengaruh Penggunaan DC Booster (stabilizer tegangan pengapian DC) Terhadap Pemakaian Bahan Bakar (m<sup>3</sup>/f) dan Kandungan Emisi Gas Buang CO Pada Sepeda Motor Honda Mega Pro Tahun 2008*. Skripsi tidak diterbitkan. PPs-UNP.
- Nakoela Soenarta dan Furuham, Shoichi. (2002). *Motor Serba Guna*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Otosia.Com. (2012). *Beberapa Faktor Yang Pengaruhi Konsumsi BBM*. Pada: <http://www.otosia.com/berita/beberapa-faktor-yang-pengaruhi-konsumsi-bbm-kendaraan-1-0ddae8.html>. [diakses 3 Mei 2013].
- Srikandi Fardiaz. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : Kanisius.
- Toyota K engine. [http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota\\_K\\_engine](http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_K_engine) [diakses 16 Juli 2012].
- Wardan Suyanto. (1989). *Teori Motor Bensin*. Jakarta : DEPDIKBUD.
- Wisnu Arya Wardhana. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta : Andi.
- Wisnu Arya Wardhana, Dkk. (1998). *Diversi Energi Sebagai Usaha Penyelamatan Lingkungan*. Pada: <http://www.elektroindonesia.com/elektro/energi11b.html>. [diakses 12 April 2012].
- . (1995). *Step 2, Materi Pembelajaran Engine Group*. Jakarta : PT. Toyota Astra Motor.