

ANALISA PEMAKAIAN VACUUM TUBE PADA INTAKE MANIFOLD TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG

Ade Heru Munazar¹⁾, Zulfah²⁾, A.Farid³⁾

¹⁾ Mahasiswa Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal

²⁾ Prodi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal

³⁾ Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal

Email : *Ulfah_sz@yahoo.com, farield_st@yahoo.com*

Abstrak

Semakin hari semakin banyak jumlah kendaraan bermotor yang secara tidak langsung konsumsi bahan bakar minyak yang di gunakan. Hal tersebut juga menimbulkan pengaruh negatif diantaranya pengaruh pada faktor ekonomi berupa bahan bakar minyak yang jumlahnya semakin lama semakin menipis serta faktor lingkungan hidup yaitu polusi udara yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar minyak yang berupa gas berbahaya seperti CO₂, HC, dan CO, Untuk itu dilakukan penelitian dengan memberikan perlakuan berupa variasi pemakaian vacuum tube. *Vacuum Tube* adalah suatu system yang berbentuk tabung yang diletakan pada *intake manifold* diantara karburator dan silinder, yang berfungsi sebagai penampung campuran bahan bakar dan udara sisa hasil pembakaran yang terjebak di saluran *intake manifold* saat katup masuk tertutup, sehingga dapat dialirkan kembali menuju silinder. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar pengaruh pemakaian *vacuum tube* terhadap konsumsi bahan bakar dan kandungan CO, HC, CO₂ dan O₂ dalam emisi gas buang yang dihasilkan pada sepeda motor. Dalam hal ini menggunakan variasi selang berdiameter 4mm, 5mm dan 6mm dalam putaran mesin 3000, 3500, 4000, 4500 dan 5000 RPM. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa konsumsi bahan bakar saat menggunakan *vacuum tube* lebih irit, dan variasi penggunaan *vacuum tube* dengan selang 4mm yang paling irit, pada 5000 RPM menunjukkan konsumsi bahan bakar dengan selang 4mm adalah 14,434 cc/menit lebih rendah dari keadaan standar yaitu 20,999 cc/menit juga pada selang 5mm dan 6mm yang konsumsi bahan bakarnya 17,568 cc/menit dan 19,952 cc/menit dan juga indikator penggunaan vacuum tube lebih baik adalah mempunyai kandungan emisi gas buang lebih rendah khususnya gas CO, CO₂ dan HC dibandingkan dengan pada keadaan standar.

Kata kunci : *Vacuum Tube*, Konsumsi Bahan bakar, Emisi gas buang

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang Masalah

Zaman sekarang ini krisis bahan bakar minyak (BBM) sedang mengancam Negara kita, yang salah satu penyebabnya adalah karena jumlah kendaraan bermotor yang semakin lama semakin banyak sehingga pertumbuhan konsumsi BBM pun menjadi semakin cepat. Apalagi ditengah harga minyak mentah dunia yang semakin lama semakin mahal yang mendekati level US\$ 60 per barel sehingga menambah berat beban pemerintah karena secara otomatis dana subsidi BBM akan semakin besar juga, hal ini disebabkan karena Indonesia tercatat sebagai importir minyak mentah dengan jumlah yang cukup besar, sehingga ketika kondisi harga minyak mentah sedang tinggi seperti saat ini pasar dalam negeri pun terguncang (Mulyono, 2008).

Selain itu, jumlah konsumsi BBM yang semakin besar juga menimbulkan efek negatif yaitu pencemaran udara. Polusi atau pencemaran udara hasil pembakaran BBM ini sangat mengganggu kesehatan manusia dan lingkungan karena hasil pembakaran BBM ini mengandung gas-gas yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan juga unsur metalik lain yang jika di hirup oleh manusia bisa mengganggu pernafasan bahkan bisa menimbulkan penyakit berbahaya pada tubuh kita. Jenis zat-zat yang dihasilkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor adalah CO (Karbonmonoksida) yang tidak berwarna, tidak berbau, merupakan hasil reaksi yang tidak sempurna antara bahan bakar dan O₂ (oksidasi). Penyumbang besar gas ini adalah kendaraan bermotor yang berbahan bakar bensin (Soeadgihardo dan Harjono, 2006)

Untuk menanggulangi ancaman serius tersebut, telah mengintensifkan berbagai pihak untuk membuat riset yang dilakukan

dengan berbagai cara dan upaya baik dengan cara modifikasi dengan menambahkan peralatan-peralatan pendukung maupun dengan variasi komponen-komponen mesin yang bertujuan untuk terciptanya udara yang sehat dan juga dapat mengurangi konsumsi bahan bakar.

Pada sebuah mesin sepeda motor, terdapat intake manifold merupakan alat tempat mengalirnya campuran udara dan bahan bakar dari karburator menuju ruang bakar. Modifikasi intake manifold merupakan salah satu cara yang mungkin bisa menghemat penggunaan bahan bakar pada sepeda motor, dengan menambahkan *Vacuum Tube* pada intake manifold yang bertujuan untuk menampung campuran bahan bakar dengan udara yang mengalir dari karburator menuju ruang bakar agar campuran bahan bakar udara yang tidak terbakar tidak dibuang melainkan disimpan pada *Vacuum Tube* ini sehingga bisa disirkulasikan kembali untuk dibakar di ruang bakar. Dengan demikian konsumsi bahan bakarnya pun akan lebih irit karena tidak ada campuran bahan bakar dan udara yang terbuang.

Adapun dalam penelitian ini peneliti membatasi masalah yaitu variasi pemakaian selang vacuum tube yang bervariasi terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang.

Berdasarkan latar belakang diatas perumusan masalahnya yaitu :

1. Apakah variasi putaran mesin dan pemasangan *vacuum tube* dengan variasi selang 4mm, 5mm dan 6mm berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar?
2. Apakah variasi putaran dan pemasangan *vacuum tube* dengan variasi selang 4mm, 5mm dan 6mm berpengaruh terhadap emisi gas buang?

2. Tujuan Penelitian :

Tujuan dan manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh *vacuum tube pada intake manifold* dan variasi putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada kendaraan empat langkah.
- b. Untuk mengetahui pengaruh pemasangan *vacuum tube* dengan variasi diameter selang *vacuum tube* pada *intake manifold* terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang.

3. Manfaat Penelitian :

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan sumbangan pemikiran atau ide baru tentang rekayasa dari pada mesin kendaraan empat langkah pada intake manifold memakai *vacuum tube* untuk memperbaiki efisiensi kendaraan terutama dalam penggunaan bahan bakar dan emisi gas buang dan memberikan informasi sejauh mana pengaruh pemasangan *vacuum tube* dengan variasi selang berdiameter 4mm, 5mm dan 6mm terhadap unjuk kerja motor bensin khususnya motor empat langkah

B. LANDASAN TEORI

1. Konsumsi Bahan Bakar

Fuel Consumption (FC) merupakan parameter yang biasa digunakan pada sistem motor pembakaran dalam untuk menggambarkan pemakaian bahan bakar. *Fuel Consumption* didefinisikan sebagai jumlah yang dihasilkan konsumsi bahan bakar per satuan waktu (cc/menit). Nilai *FC* yang rendah mengindikasikan pemakaian bahan bakar yang irit, oleh sebab itu, nilai *FC* yang rendah sangat diinginkan untuk mencapai efisiensi bahan bakar. *Fuel Consumption (FC)* dapat di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$FC = \frac{V}{t} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

- FC* = Konsumsi bahan bakar (cc/menit)
V = Volume (cc)
t = waktu (menit)

2. Emisi Gas Buang

Emisi gas buang merupakan zat pencemar yang dihasilkan dari proses pembakaran motor bensin. Zat pencemar dari hasil pembakaran atau uap bahan bakar bensin ini dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu CO (*carbon monoxide*), HC (*hydrocarbon*), dan NOx (*nitrogen oxide*). Tetapi ada pula zat pencemar yang berupa timah hitam (Pb), hal ini disebabkan karena bensin mengandung TEL. Bila bensin terbakar, maka akan terjadi reaksi dengan oksigen membentuk CO₂ (*carbon dioxide*) dan H₂O. Emisi gas buang atau polutan yang paling sering diperhatikan adalah CO, HC, CO₂ dan O₂. Dua gas yang disebutkan terakhir bukan merupakan polutan tetapi terus diperhatikan karena menjadi indikator efisiensi pembakaran (Erjavec, 2000:726).

Menurut Obert (1973:368), ada empat sumber pengeluaran polutan motor bakar antara lain:

- a. Pipa gas buang (knalpot) merupakan sumber emisi yang paling utama sekitar 65-85 persen yaitu mengeluarkan *hydrocarbon* (HC) yang terbakar maupun tidak terbakar, nitrogen oksida (NOx), karbon monoksida (CO) yang paling banyak dan campuran alkohol, aldehida, keton, penol, asam, ester, ether, epoksida, peroksida, dan oksigenat yang lain.
- b. Bak oli adalah sumber kedua emisi sekitar 20 persen yang mengeluarkan hidrokarbon yang terbakar maupun tidak yang dikarenakan *blow-by gas*.
- c. Tangki bahan bakar sekitar 5% berasal dari bensin yang menguap karena cuaca panas.
- d. Karburator adalah faktor lainnya, terutama ketika mengendarai pada kondisi *stop and go* (kondisi macet) dengan cuaca panas. Kerugian penguapan dan bahan bakar mentah sekitar 5-10 persen.

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen yaitu pengujian apakah suatu obyek penelitian sesuai (cocok) dengan kondisi tertentu yang telah terjadi atau sesuai dengan syarat-syarat tertentu (Subiyanto, 1993 : 7).

Dalam penelitian ini adalah dengan membandingkan hasil pengujian konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang antara sebelum dan sesudah pemasangan *vacuum tube*.

2. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah sebagai obyek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian (Arikunto, 1993: 91).

1) Variabel bebas

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebasnya adalah variasi pemasangan *vacuum tube* dengan diameter selang 4mm, 5mm dan 6mm. Di tambah dengan variasi putaran mesin yaitu 3000,3500, 4000, 4500,5000 RPM

2) Variabel terikat

Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar motor Scorpio Z.

3. Waktu dan Tempat Penelitian

Pada proses penelitian ini dilakukan di Dishubkominformo dan di bengkel Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal. Penelitian dilaksanakan dari bulan oktober 2011 sampai dengan selesai.

4. Alat dan Bahan

a. Peralatan

1. Motor Yamaha Scorpio Z

2. *Gas analyzer*

Digunakan untuk mengukur kadar emisi gas buang kijang 4K.

3. *Tachometer*

Digunakan untuk mengukur putaran mesin sesuai kebutuhan dalam mengambil data yang diperlukan.

4. *Tool set*

Seperangkat alat kerja yang digunakan untuk membongkar dan memasang bagian-bagian yang akan diteliti.

5. *Burret* (gelas ukur)

Digunakan untuk mengukur pemakaian bahan bakar (cc/menit).

6. Selang

Selang disini digunakan sebagai variator dari *vacuum tube*.

b. Bahan

Bahan yang dipakai pada penelitian ini adalah *vacuum tube* dan selang *vacuum tube*.

5. Metode Pengumpulan Data

Metode-metode pengumpulan data dilakukan dengan cara :

a) Observasi (Pengamatan)

Penulis mengumpulkan data dengan cara pengamatan langsung (Arikunto, 2006:157).

b) Studi Pustaka

Penulis mengumpulkan data dengan cara membaca buku-buku yang berkaitan dengan penelitian sebagai referensi.

c) Eksperimen

Merupakan bentuk khusus pengamatan yang dilakukan peneliti yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat (hubungan kausal) antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminasi atau mengurangi atau menyisihkan faktor-faktor lain yang mengganggu. Eksperimen selalu dilakukan dengan maksud untuk melihat akibat suatu perlakuan (Arikunto, 2006:3).

6. Teknik Analisis Data

Metode analisa data yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan data deskriptif yang dilakukan dengan cara melukiskan dan merangkum pengamatan dari penelitian yang dilakukan. Data yang dihasilkan digambarkan secara grafis atau tabel sehingga lebih mudah dibaca. Dengan kata lain metode analisis data deskriptif yaitu menggambarkan data hasil penelitian

data dalam bentuk tabel atau grafis (Arikunto, 2006).

selang 5mm yang hanya menghemat 15% dan 6mm yang menghemat hanya 5%.

Tabel 4.3.b Data kadar Rata – rata CO dalam Emisi Gas buang

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

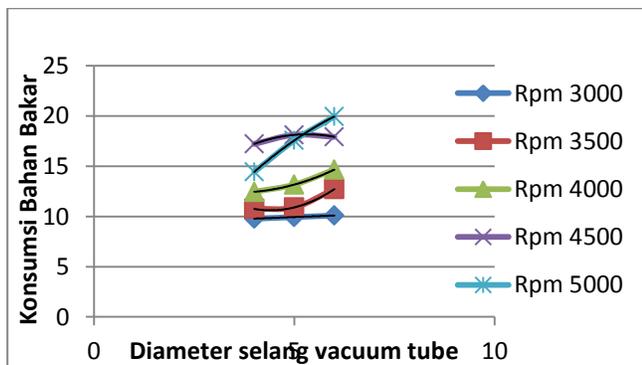
1. Hasil Penelitian

a. Data Hasil Penelitian Konsumsi Bahan Bakar

Berdasarkan Hasil data pengujian konsumsi bahan bakar dan emisi gas buangnya yaitu :

Tabel 1. Data hasil perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

No.	Diameter selang vacuum tube	Konsumsi bahan bakar FC = V/t (cc/menit) dalam putaran mesin (RPM)				
		3000	3500	4000	4500	5000
1	Tanpa Vacuum tube	16,244	16,512	14,767	17,705	20,999
2	4 mm	9,777	10,752	12,453	17,217	14,434
3	5 mm	9,938	10,902	13,171	18,122	17,568
4	6 mm	10,092	12,719	14,662	17,921	19,952



Gambar .1 Grafik Variasi RPM Terhadap Konsumsi Bahan bakar

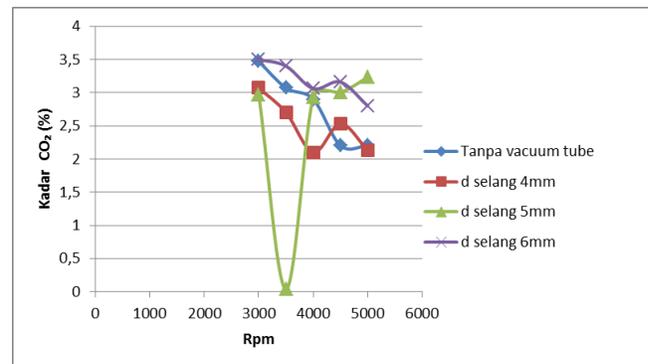
Dari tabel dan grafik di atas dapat disimpulkan penggunaan vacuum tube pada sepeda motor dapat menghemat bahan bakar dibanding dengan tidak menggunakan vacuum tube, dan penggunaan vacuum tube dengan selang 4 mm paling baik digunakan karena dapat menghemat sampai 30% dibandingkan dengan

b. Data Hasil Penelitian Emisi Gas Buang

1). Kadar Gas Buang CO₂ (%)

Tabel 2. Data kadar Rata – rata CO₂ dalam Emisi Gas buang.

No	Diameter selang vacuum tube	Kadar Rata – rata CO ₂ (%) dalam emisi gas buang pada putaran mesin (RPM)				
		3000	3500	4000	4500	5000
1	Tanpa vacuum tube	3,47	3,07	2,9	2,2	2,2
2	4 mm	3,07	2,7	2,1	2,53	2,13
3	5 mm	2,97	0,033	2,93	3,0	3,23
4	6 mm	3,5	3,4	3,06	3,16	2,8

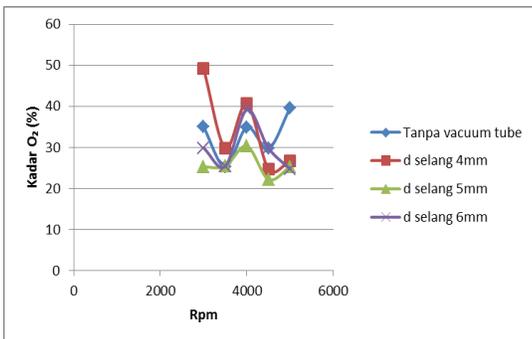


Gambar 2. Grafik Variasi Selang Terhadap Kadar CO₂ pada emisi gas buang

2). Kadar Gas Buang O₂ (%)

Tabel 3 Data kadar rata-rata O₂ dalam Emisi Gas Buang

No.	Diameter selang vacuum tube	Kadar Rata - rata O ₂ (%) dalam emisi gas buang pada putaran mesin (RPM)				
		3000	3500	4000	4500	5000
1	Tanpa vacuum tube	34,98	25,28	34,89	29,75	39,62
2	4 mm	49,18	29,87	40,69	24,71	26,76
3	5 mm	25,26	25,45	30,31	22,23	25,25
4	6 mm	29,88	25,41	39,19	29,82	24,77

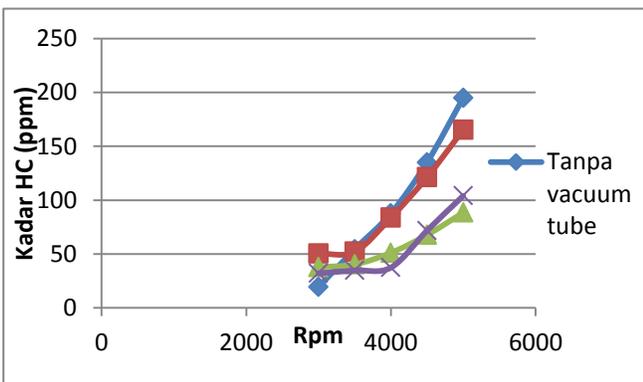


Gambar 3. Grafik Variasi Selang Terhadap Kadar O₂ pada emisi gas buang

3). Kadar Gas Buang HC (ppm)

Tabel 4. Hasil Rata-rata Gas HC

No.	Diameter Selang Vacuum tube	Kadar Rata - rata HC (ppm) dalam emisi gas buang pada putaran mesin (RPM)				
		3000	3500	4000	4500	5000
1	Tanpa vacuum tube	19,33	54,33	87,67	135	195
2	4 mm	50,33	52	83,67	121,33	165,33
3	5 mm	37,7	40,3	51	67,67	88,33
4	6 mm	32	34,7	37,3	71,67	104

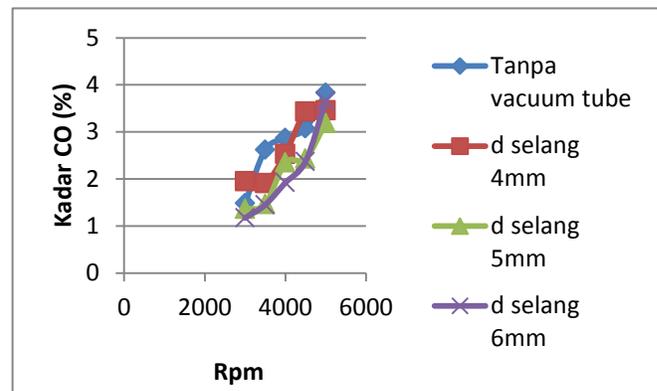


Gambar 4. Grafik Variasi Selang Terhadap Kadar HC pada emisi gas buang.

5). Kadar Gas Buang CO (%)

Tabel 5. Data kadar Rata – rata CO dalam Emisi Gas buang

No.	Diameter selang vacuum tube	Kadar Rata - rata CO (%) dalam emisi gas buang pada putaran mesin (RPM)				
		3000	3500	4000	4500	5000
1	Tanpa vacuum tube	1,48	2,62	2,87	3,07	3,83
2	4mm	1,95	1,91	2,53	3,43	3,46
3	5mm	1,36	1,46	2,35	2,43	3,19
4	6mm	1,17	1,45	1,92	2,37	3,66



Gambar 5. Grafik Variasi Selang Terhadap Kadar CO pada emisi gas buang.

2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh yang cukup besar terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang diakibatkan dari campuran bahan bakar dan udara yang masuk pada *vacuum tube* disirkulasikan kembali pada ruang bakar sehingga konsumsi bahan bakar lebih hemat di banding dengan sepeda motor standar tanpa menggunakan *vacuum tube*. Hal ini dapat dilihat dari RPM yang sama pada tabel dan grafik pada konsumsi bahan bakar pada setiap variasi pemasangan *vacuum tube* baik dengan diameter selang 4mm, 5mm, dan 6mm di banding tanpa menggunakan *vacuum tube* pada putaran mesin yang sama. Sedangkan untuk emisi gas buangnya, penggunaan *vacuum tube* tersebut sedikit lebih baik dibandingkan dengan tanpa menggunakan *vacuum tube*.

a. Konsumsi Bahan Bakar

Dari tabel 4.1 , tabel 4.2 dan gambar grafik 4.1 hasil pengujian menunjukkan ada penurunan konsumsi bahan bakar dari perbandingan keadaan motor standar (tanpa *vacuum tube*) dengan penggunaan *vacuum tube* pada variasi selang berdiameter 4mm, 5mm dan 6mm dan putaran mesin 3000, 3500, 4000, 4500, 5000 RPM.

Hasil penelitian tersebut di masukan ke dalam rumus $FC = \frac{V}{t}$ untuk mendapatkan hasil dari perbandingan jumlah bahan bakar dan waktu habis bahan bakar tersebut , setelah itu di dapat hasil yang tertera pada tabel konsumsi bahan bakar.

Hasil pengujian pada RPM 3000 menunjukkan sepeda motor standar dengan angka 16,244 sedangkan pada penggunaan *vacuum tube* dengan selang 4mm sebesar 9,777 , selang 5mm sebesar 9,938 dan selang 6mm sebesar 10,092, hal ini menunjukkan penurunan yang cukup baik pada setiap variasinya. Hal serupa juga terjadi pada putaran mesin dan *vacuum tube* yang dipakai yaitu pada putaran mesin 3500 , selang 4mm sebesar 10,752 , selang 5mm sebesar 10,902, selang 6mm sebesar 12,719 dan pada keadaan motor standar yang mencapai 16,512.

Yang terjadi pada putaran mesin tinggi juga demikian yaitu pada RPM 4500, 5000 dan 5500. Angka hasil penelitian penggunaan *vacuum tube* lebih hemat dibanding dengan tanoa menggunakan *vacuum tube*. Dan hasil yang paling baik adalah pada penggunaan *vacuum tube* dengan selang 4mm dalam hal ini dalam satuan per menit.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemakaian *vacuum tube* dengan selang 4mm lebih irit dibandingkan dengan penggunaan *vacuum tube* dengan selang 5mm, 6mm dan pada keadaan standar pada putaran yang sama yaitu 3000 , 3500 ,4000, 4500 ,dan 5000 RPM.

b. Kadar Emisi Gas Buang

Pada hasil penelitian emisi gas buang tidak jauh berbeda dengan konsumsi bahan bakar. Hal ini dapat dilihat pada gambar grafik kadar CO , HC , CO₂ , dan O₂. Pada gambar grafik 4.2 menunjukkan bahwa kadar CO pada *vacuum tube* dengan selang 5mm lebih rendah dibandingkan dengan tanpa menggunakan *vacuum tube*, dapat di artikan pembakaran pada ruang bakar lebih sempurna pada penggunaan *vacuum tube* tersebut, tetapi kadar CO₂ pada motor standar lebih baik dibandingkan menggunakan *vacuum tube*.

Hal ini dapat dilihat pada gambar grafik 4.5 menunjukkan kadar CO₂ pada motor standar lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan *vacuum tube*. Sedangkan kadar HC dan O₂ paling rendah kadarnya pada penggunaan *vacuum tube* dengan selang 5mm. Kadar HC menunjukkan sisa pembakaran yang tidak terpakai dalam ruang bakar hal ini dapat di artikan bahwa *vacuum tube* dapat menampung sisa pembakaran yang tidak terpakai sehingga menghasilkan HC dan O₂ hal ini dapat di tunjukan pada gambar grafik 4.4 dan 4.6 yaitu pada kadar HC dan O₂ . Dalam gambar grafik tersebut dapat dilihat kadar HC pada motor standar lebih besar dibandingkan dengan menggunakan *vacuum tube*, ini dapat dilihat pada grafik 4.4. Sedangkan pada grafik 4.6 menjelaskan bahwa penggunaan *vacuum tube* dengan selang 5mm lebih rendah dibandingkan dengan pada keadaan motor standar pada setiap putaran mesin yang sama.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan *vacuum tube* lebih minim kadar CO, HC dan O₂ nya dibandingkan dengan keadaan motor standar, tetapi pada kadar CO₂, motor standar lebih baik dibandingkan dengan menggunakan *vacuum tube* pada putaran mesin yang sama.

E. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian konsumsi bahan bakar pada penggunaan *vacuum*

tube dengan diameter selang 4mm, 5mm dan 6mm dengan variasi RPM 3000, 3500, 4000, 4500 dan 5000 RPM didapat kesimpulan bahwa penggunaan *vacuum tube* konsumsi bahan bakarnya lebih irit dibandingkan dengan keadaan standar, dan dari variasinya *vacuum tube* dengan selang 4mm paling baik irit konsumsi bahan bakarnya, sebagai contoh pada 5000 RPM menunjukkan konsumsi bahan bakar dengan selang 4mm adalah 14,434 cc/menit lebih rendah dari keadaan standar yaitu 20,999 cc/menit juga pada selang 5mm dan 6mm yang konsumsi bahan bakarnya 17,568 cc/menit dan 19,952 cc/menit.

2. Berdasarkan hasil penelitian emisi gas buang pada penggunaan *vacuum tube* jika dibandingkan dengan keadaan standar (tanpa *vacuum tube*) didapat bahwa kandungan CO dalam emisi gas buang saat

menggunakan *vacuum tube* lebih rendah yaitu 3,19 % pada RPM 5000 dengan selang 5mm. Pada kandungan HC pada penggunaan *vacuum tube* dalam emisi gas buang juga lebih rendah yaitu 67,67 % pada RPM 4500 dengan selang 5mm. Kemudian pada kandungan CO₂ juga masih lebih rendah yaitu mencapai 2,1 % pada RPM 4000 dengan selang 4mm. Sedangkan pada kandungan O₂ dalam emisi gas buang kandungan tertinggi pada keadaan standar yaitu 39,63 % pada RPM 5000, dan kandungan O₂ terendah pada selang 5mm yaitu 22,23 % pada putaran 4500. Hal ini dapat diartikan bahwa penggunaan *vacuum tube* lebih unggul karena kandungan gas CO, HC, dan CO₂ nya lebih rendah dan lebih ramah lingkungan dibanding pada keadaan standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, Berenschot.1980. Motor Bensin. Erlangga. Jakarta.*
- Arismunandar Wiranto.1988.Penggerak Mula Motor Bakar Torak. ITB.*
- Definisi Metode Analisa Data.(http://id.wikipedia.org/wiki/statistika_deskriptif) 22 Februari 2012, pukul 17.45 WIB
- Dampak emisi gas buang bagi kesehatan.*
<http://www.kpbb.org/.../Emisi%20Gas%20Buang%20Bermotor%20&%20Dampaknya%20Terhadap%20Kesehatan.pdf> 17 Februari 2012, pukul 14.30 WIB
- DefinisiEksperimen.(http://elearning.gunadarma.ac.id/docmodul/metodologi_penelitian/bab10-metode_penelitian_eksperimen_dan_simulasi.pdf). 21 Februari 2012, pukul 21.10 WIB
- Emisi gas buang pada kendaraan bermotor serta material pereduksinya.
<http://teknologi.kompasiana.com/terapan/2011/03/03/emisi-gasbuang-kendaraan-bermotor-dan-material-pereduksinya>. 17 Februari 2012, pukul 15.15 WIB
- Fardiaz Srikandi.1992.Polusi Air dan Udara. Kanisius. Bogor.*
- Hidayat Beni.2008.Teknik Perawatan,Pemeliharaan dan Reparasi Sepeda Motor. Absolut. Yogyakarta.*
- <http://www.google.co.id/search?q=gambar+piston&btnG> 4 Maret 2012, pukul 21.45 WIB.
- <http://www.google.co.id/search?q=gambar+kepala+silinder&btnG> 4 Maret 2012, pukul 21.45 WIB.
- <http://www.google.co.id/search?q=gambar+karburator&btnG> 4 Maret 2012, pukul 21.45 WIB.
- <http://www.google.co.id/search?q=gambar+busi&btnG> 4 Maret 2012, pukul 21.45 WIB.
- <http://www.google.co.id/search?q=gambar+siklus+motor+4+langkah&btnG> 4 -3- 2012, pukul 21.45 WIB.
- Jenis Bahan Bakar. http://id.wikipedia.org/wiki/Bahan_bakar 2 Maret 2012, pukul 20.30 WIB.
- Prinsip kerja motor 4 langkah.http://id.wikipedia.org/wiki/Mesin_empat_tak. 2 Maret 2012, pukul 20.15 WIB.
- Tri Tugaswati,2007. *Emisi gas buang kendaraan bermotor dan dampak nya terhadap kesehatan* (<http://www.kpbb.org/.../Emisi%20Gas%20Buang%20Bermotor%20&%20Dampaknya%20Terhadap%20Kesehatan.pdf>) 15 Februari 2012, pukul 21.30 WIB.
- Victor.L.Streeter.1985. Mekanika Fluida. Erlangga. Jakarta.*
- Widodo Edi.2011.Otomotif Sepeda Motor. Yrama Widya. Bandung.*