

PERBEDAAN HC PADA KENDARAAN MENGGUNAKAN KNALPOT KATALIS PIPA KUNINGAN DENGAN KNALPOT STANDAR

IWIL¹, Wakhinuddin, S², Wagino³

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan manusia terhadap transportasi sepeda motor di Indonesia, menyebabkan terjadinya peningkatan emisi gas buang yang berasal dari knalpot sepeda motor. Salah satu usaha untuk mengurangi emisi gas buang HC adalah dengan menggunakan katalis pada saluran buang sepeda motor. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Pengujian dilakukan menggunakan sepeda motor Honda Karisma-X 125D pada putaran mesin 1400 rpm, 2000 rpm dan 2600 Rpm dengan 3 kali pengambilan data pada masing-masing putaran. Hasil penelitian didapatkan perbedaan HC pada kendaraan menggunakan knalpot standar terendah pada putaran mesin 2600 rpm = 195 ppm dan tertinggi pada putaran 1400 rpm = 521,667 ppm. Sedangkan pada knalpot katalis pipa kuningan terendah pada putaran mesin 2600 rpm = 136,333 ppm dan tertinggi pada putaran 1400 rpm = 331,667 ppm. Secara keseluruhan terdapat perbedaan yang signifikan.

Kata Kunci

Emisi Gas Buang HC, Katalis Pipa Kuningan.

ABSTRACT

Increased human needs for transport of motorcycles in Indonesia, displaced an increase in exhaust emissions originating from motorcycle exhaust. One attempt to reduce HC exhaust emissions is to use a catalyst in the exhaust system of motorcycles. This research used experimental research. Tests conducted using a Honda motorcycle Karisma-X 125 at rpm 1400 rpm, 2000 rpm and 2600 rpm with 3 times the retrieval of data in each round. The result showed the difference HC on vehicles using the standard exhaust lowest in the engine turns 2600 rpm = 195 ppm and the highest at 1400 rpm rotation = 521.667 ppm. While the brass pipe exhaust catalyst lowest at 2600 rpm engine rev = 136.333 ppm and highest at 1400 rpm rotation = 331.667 ppm. Overall there are significant differences.

Keywords

Exhaust emissions of HC, Brass Pipe Catalysts

PENDAHULUAN

Seiring dengan kebutuhan manusia terhadap transportasi di Indonesiatertutama pada kendaraan sepeda motor terjadi, peningkatan kendaraan sepeda motor.Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor terjadi hampir diseluruh kota dan provinsi di indonesia. Berdasarkan data dari Korp Lalu Lintas Republik Indonesia (Korlantas POLRI) menyebutkan pertumbuhan sepeda motor dari tahun 2012 sampai tahun 2013 mencapai 12 %. Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Populasi Kendaraan di Indonesia Tahun 2012-2013

Jenis	Tahun		Peningkatan
	2012	2013	
Mobil	4.257.381	4.723.315	11 %
Sepeda Motor	69.204.675	77.755.658	12 %

Sumber: Kompas Otomotif

Sumber polusi yang utama berasal dari sektor transportasi, di mana hampir 60% dari polutan yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon. Berdasarkan data dari Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL) Kota Padang tahun 2014 menyebutkan penyumbang terbesar dari sumber pencemar udara yaitu, emisi gas buang yang berasal dari transportasi. Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel2. DataPencemaranUdaradiKota PadangTahun2014

Sumber	Jumlah Komponen Pencemaran (juta ton/tahun)					
	Nox	SOx	HC	Partikulat	CO	Total
Transportasi	8.1	0.8	16.6	1.2	74.99	90.5
Industry	0.2	7.3	4.6	7.5	7.8	29.3
Pembuangan Sampah	0.6	0.1	1.6	1.1	1.3	11.2
Pembakaran Stationer	10.0	24.4	0.7	8.6	9.1	45.9
Lain-lain	1.7	0.6	8.5	9.6	9.9	37.3

Sumber : Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Kota Padang

Pencemaran udara banyak disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor baik yang berasal dari knalpot (*tail pipe*) maupun dari evaporasi bahan bakar, umumnya terdiri dari gas yang tidak beracun N₂ (*nitrogen*), CO₂ (*carbon dioksida*) dan H₂O (uap air) sebagian kecil merupakan gas beracun antara lain : *hidrocarbon* (HC), *carbon monoksida* (CO), *nitrogen oksida* (NO_x).

Salah satu emisi gas buang yang dihasilkan oleh sepeda motor adalah hidrokarbon (HC) yang bersifat beracun dan sangat berbahaya bagi kesehatan. Hidrokarbon adalah emisi yang timbul karena bahan bakar yang belum terbakar tetapi sudah keluar bersama-sama gas buang menuju atmosfer. Pabrik Honda saat ini, sudah menerapkan SASS (*Secondary Air Suplay System*) dan sistem EFI dengan katalisator. Kedua teknologi tersebut tidak lain agar kadar polutan sisa hasil pembakaran yang keluar dari knalpot aman terhadap lingkungan, akan tetapi teknologi tersebut terdapat hanya pada kendaraan baru sedangkan kendaraan lama sebelumnya tidak diterapkan

Berbagai jenis bahan material yang digunakan sebagai katalis untuk mengurangi emisi gas buang HC antara lain : palladium, kobalt, mangan, besi, nikel, tembaga dan kuningan, maka masing-masing bahan material akan didapatkan HC yang berbeda. Mengingat dari bahaya emisi gas buang hidrokarbon (HC) yang dapat menyebabkan gangguan iritasi mata, hidung, paru-paru dan saluran pernapasan, maka perlu usaha-usaha penanggulangan agar dampak negatif dari emisi gas buang HC dapat dikurangi karena pecemar udara terbesar disebabkan oleh tranportasi. Salah satu usaha untuk mengurangi emisi gas buang HC pada kendaraan lama adalah dengan menggunakan katalis pada saluran buang sepeda motor.

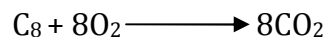
DASAR TEORI Pembakaran

Menurut ToyotaEngine Grup Step 2 (1972: 2-2) megemukakan bahwa "Pembakaran adalah reaksi kimia atau reaksi persenyawaan bahan bakar dengan

diikuti sinar dan panas. Mekanisme pembakaran sangat dipengaruhi oleh keadaan dari keseluruhan proses pembakaran dimana atom-atom dari komponen yang dapat bereaksi dengan oksigen dan membuat produk yang berupa gas”(19). Menurut pendapat Jalius dan Wagino (2008: 60) menyatakan bahwa “Pembakaran merupakan proses oksidasi cepat bahan bakar disertai dengan produksi panas dan cahaya. Ada tiga faktor pembakaran yaitu, temperatur, oksigen (udara), dan bahan bakar. Tanpa tiga faktor ini maka pembakaran tidak akan sempurna”(6).

Sedangkan pendapat Pulkrabek (2004 : 140) mengemukakan bahwa “Pembakaran stoikiometri adalah sebagai berikut :

$C_8H_{18} + 12,5O_2 + 47N_2 \longrightarrow 8CO_2 + 9H_2O + 47N_2$. Reaksi tersebut dapat dilihat bahwa proses pembakaran yang baik atau Carbon (C_8) dibakar seluruhnya menjadi $8CO_2$, sedangkan Hidrogen (H_{18}) dibakar seluruhnya menjadi $9H_2O$. Tahap terjadinya pembakaran bahan bakar dan udara dalam ruang bakar berlangsung sangat singkat dan cepat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada reaksi berikut:



Sedangkan untuk hidrogennya adalah $H_{18} + 4,5O_2 \longrightarrow 9H_2O$ “(11).

Emisi Gas Buang HC

Menurut pendapat Wardan (1989 : 345) mengemukakan bahwa “Emisi gas buang adalah merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan dari gas buang kendaraan, adapun emisi tersebut adalah *hidrocarbon* (HC), *carbon monoksida* (CO), *nitrogen oksida* (NOx) dan partikel-partikel yang keluar dari gas buang”(20). Menurut Srikandi (1992 : 113) mengemukakan bahwa “Hidrokarbon merupakan polutan udara primer karena dilepaskan ke udara secara langsung”(15). Menurut Wisnu (2004 : 54) mengemukakan bahwa “Hidrokarbon terbentuk dari campuran bahan bakar yang tidak tercampur rata pada saat pembakaran, sehingga tidak bereaksi dengan oksigen, maka hidrokarbon ini akan ikut keluar

dengan gas buangan hasil pembakaran dan menjadi bahan pencemar udara”(21).

Knalpot

Menurut Agus dan Syam (2012 : 11) menyatakan bahwa “Secara umum fungsi dari knalpot adalah untuk saluran pembuangan pembakaranbbm dari silinder ke udara bebas”(1). Sedangkan Eka Sunitra (2009: 3) mengemukakan bahwa “Secara spesifik knalpot pada kendaraan berfungsi, (1) meredam suara *engine* agar tidak keras, (2) mengurangi keluarnya zat-zat berbahaya dari asap kendaraan, (3) memperlambat kecepatan gas buang keluar kendaraan, (4) mengalirkan panas pembakaran *engine*”(5). Menurut Pendapat Rajasekhar dan Madhava (2012 : 395) mengemukakan bahwa “*The main components in engine exhaust system are as follows (1) exhaust manifolds or EKE, (2) catalytic converters, (3) muffler, (4) resonator, (5) pipes and tubing*”(12). Maksudnya, komponen utama pada sistem saluran buang terdiri dari (1)*exhaust manifold*, (2) *catalytic converter*, (3) *muffler*, (4) *resonator*, (5) pipa dan tabung.

Katalis

Menurut Pendapat Bayu (2010 : 12) mengemukakan bahwa “Katalis adalah zat yang ditambahkan ke dalam suatu reaksi untuk mempercepat laju reaksi. Katalis ikut terlibat dalam reaksi tetapi tidak mengalami perubahan kimiawi yang permanen, dengan kata lain pada akhir reaksi katalis akan dijumpai kembali dalam bentuk dan jumlah yang sama seperti sebelum reaksi”(4). Menurut pendapat Robert dan Sureh dalam Amin (2010 : 8) menyatakan bahwa “Katalis *homogen* memiliki fase yang sama dengan zat pereaksi. Contoh, gas NO yang digunakan untuk mengatalisis reaksi antara SO_2 dan O_2 . Adapun katalis *heterogen* memiliki fase yang berbeda dengan zat pereaksi. Contoh, logam CuZn (padatan) dipakai sebagai katalis untuk mereduksi gas HC”(2).

Menurut pendapat Pranjoto dan Endang (2007 : 112) mengemukakan bahwa “*Adsorpsi* terjadi karena adanya interaksi gayapermukaan padat dengan molekul-molekul *adsorbat*. Energi *adsorpsi*

yang dihasilkan bergantung pada tipe *adsorpsi* yang terjadi. Tipe *adsorpsi* ini merupakan fungsi logam dan fungsi pereaksi” (9). Katalis kuningan mempercepat reaksi-reaksi gas dengan cara membentuk ikatan lemah antara gas dan atom-atom logam pada permukaan, yang disebut dengan proses *adsorpsi*. Gas-gas yang terikat pada permukaan logam kuningan lebih mudah bereaksi dibandingkan jika gas-gas tersebut berada di udara. Setelah terjadi reaksi, produk hasil reaksi melepas ikatannya dengan permukaan logam kuningan. Proses ini disebut dengan *desorpsi*. Jumlah katalis setelah reaksi berlangsung akan sama dengan jumlah katalis sebelum terjadinya reaksi”.

Kuningan

Menurut pendapat Supriyanto (2010 : 50) mendefinisikan bahwa “Kuningan pada dasarnya adalah paduan tembaga dengan seng sebagai unsur paduan utama” (17). Menurut Surdia dalam Sutowo (2013 : 12) mengemukakan bahwa “Kuningan dengan bahan 85% Cu - 15% Zn mempunyai titik cair 1185°C - 1200°C, 70% Cu - 30% Zn titik cairnya 1080°C - 1130°C, dan 60% Cu - 40% Zn titik cairnya 1030°C - 1080 °C” (7). Menurut pendapat Suhardi dalam Amin (2010 : 9) mengemukakan bahwa “Tembaga memiliki sifat-sifat antara lain : berat jenisnya 8,9 , titik lelehnya sampai 1083°C, mempunyai daya hantar listrik dan panas yang baik, dan tahan pengaruh udara lembab karena melindungi diri dengan karbonat tembaga” (2). Semakin tinggi *konduktivitas termal* dan *melting point* pada kuningan (CuZn), maka semakin bagus pula bahan tersebut digunakan sebagai katalis.



Gambar 1. Pipa Kuningan
Sumber : Mirnarizki.Com (2014)

Berdasarkan kajian teori dan kerangka berpikir yang telah dijabarkan di atas maka hipotesis untuk penelitian ini adalah terdapat perbedaan hidrokarbon (HC) pada kendaraan menggunakan knalpot katalis pipa kuningan dengan knalpot standar.

METODE PENELITIAN

Desain Penilitin

Desain penelitian ini digolongkan pada penelitian pendekatan eksperimen. Sugiyono (2009: 72) mendefinisikan “Penelitian dengan metode pendekatan eksperimen merupakan penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Penelitian ini menggunakan model eksperimen *posttest-only control design*”.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan emisi gas buang hidrokarbon (HC) pada kendaraan menggunakan knalpot katalis pipa kuningan dengan knalpot standar untuk sepeda motor Honda Karisma-X 125D tahun 2004. Dalam penelitian ini ada dua kelompok dengan kelompok pertama tidak diberi perlakuan dan kelompok kedua diberi perlakuan (X) yang disebut dengan kelompok eksperimen. Jadi, dalam model ini terdapat satu kelompok eksperimen dan satu kelompok kontrol, dengan tabel dibawah ini :

Tabl. 3 Pola Penelitian

Kelompok	Perlakuan	Hasil Pengujian	Keterangan
R		O1	Tanpa perlakuan
R	X	O2	Perlakuan dengan menggunakan katalis Pipa Kuningan

Keterangan :

- R : Kelompok eksperimen dan control
- X : Perlakuan menggunakan katalis pipa kuningan (CuZn)
- Q₁ : Kadar emisi gas buang HC tanpa perlakuan
- Q₂ : Kadar emisi gas buang HC dengan katalis pipa kuningan (CuZn)

Objek Penelitian

Menurut pendapat Arikunto (2006 : 101) mengemukakan bahwa “Objek penelitian merupakan sasaran atau objek yang dijadikan pokok pembicaraan dalam penelitian”. Adapun yang menjadi objek penelitian dalam penelitian ini adalah satu unit knalpot standar dan bahan katalis pipa kuningan yang dipasang pada saluran buang sepeda motor Honda Karisma-X 125D tahun 2004. Dalam hal ini data yang ingin diambil yaitu, emisi gas buang hidrokarbon (HC) antara yang menggunakan knalpot katalis pipa kuningan dengan knalpot standar pada sepeda motor Honda Karisma-X 125D Tahun 2004.



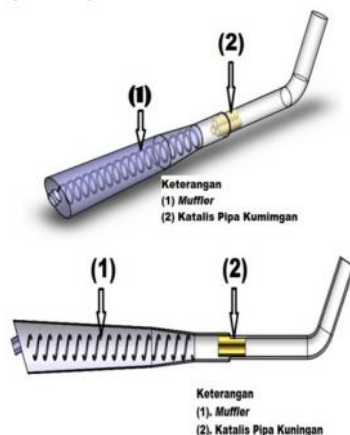
Gambar 2. Knalpot Standar Karisma-X 125D dan Bahan Pipa Kuningan
Sumber : Dokumentasi (2015)

Prosedur Penelitian

1. Persiapan Penelitian

a. Persiapan Bahan Penelitian

Tahap Pemasangan dan pengelasan pipa kuningan pada saluran buang knalpot standar. Pipa kuningan dimasukkan tepat pada saluran buang knalpot standar. Agar posisi pipa kuningan terpasang kuat didalam saluran buang maka, pipa kuningan dilas didalam saluran buang dengan elektroda kuningan.



Gambar 3. Pemasangan Katalis Pipa Kuningan pada Knalpot

Sumber : Dokumentasi (2015)

b. Persiapan Kendaraan Uji

Tahap persiapan kendaraan yang diuji yaitu, sepeda motor Honda Karisma-X 125D Tahun 2004. Kendaraan yang diuji terlebih dahulu diservis dengan cara membersihkan saringan udara, mengganti oli mesin, dan mengganti busi.

2. Pengujian Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC)

- a. Hidupkan mesin sepeda motor dan pasang *thermometer* digital pada blok mesin mencapai temperatur kerja (80 °C).
- b. Pasang *tachometer* dan atur setelan gas putaran mesin sesuai dengan putaran pengujian (1400 Rpm, 2000 Rpm dan 2600 Rpm).
- c. Hidupkan *four gas analyzer* (*Power ON*).
- d. Biarkan *four gas analyzer* panas selama 140 detik hingga muncul tulisan *Ready Gas* (*STAND BY*).
- e. Masukkan *exhaust probe* ke knalpot, dan tekan tombol Enter selama 60 detik menggunakan *stop watch*.
- f. Tekan Print 2x
- g. Tekan isi angka (RPM) sesuai putaran pengujian.
- h. Tekan untuk menggeser dan mengisi angka dibarisan kedua dan selanjutnya.
- i. Setelah angka putaran pengujian lengkap (RPM), tekan print 1x lagi, maka hasil akan tercatat di kertas print.
- j. Bila hasil print sudah keluar tekan *Stand By*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

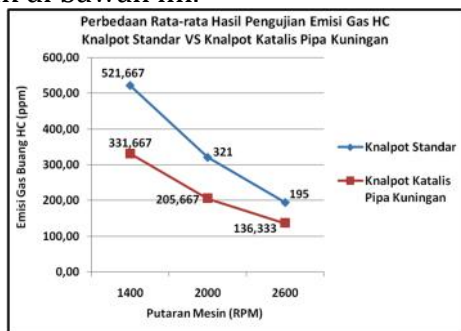
Tabel4. Data Hasil Pegujian Emisi Gas Buang HC Knalpot Standar

No.	Putaran (RPM)	Temperatur (°C) dipasang pada Blok Mesin	Kandungan HC (ppm)			
			Proses Pengujian			Rata-rata
			I	II	III	
1.	1400	80	515	522	528	521,667
2.	2000	80	324	326	313	321
3.	2600	80	193	198	194	195

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang HC Knalpot Katalis Pipa Kuningan

No.	Putaran (RPM)	Temperatur (°C) dipasang pada Blok Mesin	Kandungan HC (ppm)			
			Proses Pengujian			Rata-rata
			I	II	III	
1.	1400	80	320	328	347	331,667
2.	2000	80	203	210	204	205,667
3.	2600	80	137	133	139	136,333

Berdasarkan hasil pengujian emisi gas buang HC yang telah dilakukan maka, untuk melihat perbedaan rata-rata emisi gas buang HC pada kendaraan menggunakan knalpot standar dengan knalpot katalis pipa kuningan pada masing-masing putaran mesin dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Perbedaan Rata-rata Emisi Gas Buang HC Knalpot Standar dengan Knalpot Katalis Pipa Kuningan

Pembahasan

Setelah dilakukan uji statistik dengan menggunakan persamaan *t-test* terhadap data perbedaan emisi gas buang hidrokarbon (HC) pada kendaraan menggunakan knalpot standar dengan knalpot katalis pipa kuningan. Kemudian nilai t_{hitung} dibandingkan dengan nilai t_{tabel} pada taraf signifikan 5%, dimana nilai uji *t-tabel* didapatkan sebesar 2,920. Adapun perbandingan nilai t_{hitung} dengan nilai t_{tabel} dapat dilihat pada tabel hasil pengujian statistik emisi gas buang HC dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Pengujian Statistik Emisi Gas Buang HC pada Taraf Signifikan 5 %

Jenis Emisi Gas Buang	Putaran Mesin (RPM)	Hasil Penghitungan	Signifikan/Tidak Signifikan
HC (ppm)	1400	$t_{hitung} = 21,4834 > t_{tabel} = 2,920$	Signifikan
	2000	$t_{hitung} = 25,1027 > t_{tabel} = 2,920$	Signifikan
	2600	$t_{hitung} = 25,1462 > t_{tabel} = 2,920$	Signifikan
Rata-rata Secara Keseluruhan		$t_{hitung} = 17,228 > t_{tabel} = 2,920$	Signifikan

Berdasarkan tabel hasil pengujian statistik emisi gas buang HC di atas dapat

dianalisa dengan menggunakan uji *t-test* di dapat t_{hitung} dan dibandingkan dengan t_{tabel} , maka diperoleh masing-masing putaran mesin nilai t_{hitung} lebih besar dari nilai t_{tabel} , hipotesis (H_a) diterima dan hipotesis (H_o) ditolak dapat disimpulkan bahwa perbedaan emisi gas buang HC signifikan pada masing-masing putaran mesin.

Secara keseluruhan perbedaan rata-rata kadar emisi gas buang HC dianalisa dengan menggunakan uji *anova (one-sample T test)* di dapat t_{hitung} dan dibandingkan dengan t_{tabel} , maka diperoleh nilai t_{hitung} lebih besar dari nilai t_{tabel} , hipotesis (H_a) diterima dan hipotesis (H_o) ditolak dapat disimpulkan bahwa perbedaan emisi gas buang HC secara keseluruhan signifikan.

Tabel 7. Statistik perbedaan rata-rata kadar Emisi Gas Buang HC Secara Keseluruhan

One-Sample Statistic

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Thitung	3	23.9108	2.10227	1.21375

One-Sample Test

	Test Value = 3					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Thitung	17.228	2	.003	20.91077	15.8884	26.1331

Berdasarkan gambar 4, grafik .perbedaan rata-rata emisi gas buang HC diatas dapat dilihat bahwa knalpot standar tanpa katalis pipa kuningan terendah pada putaran 2600 rpm dengan rata-rata kadar emisi gas buang HC sebesar 195 ppm dan tertinggi pada putaran 1400 rpm sebesar 521,667 ppm. Sedangkan pada knalpot standar menggunakan katalis pipa kuningan terendah pada putaran 2600 rpm dengan rata-rata kadar emisi gas buang HC sebesar 136,333 ppm dan tertinggi pada putaran 1400 rpm sebesar 331,667 ppm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran mesin, maka emisi gas buang HC semakin menurun. Sebaliknya semakin rendah

putaran mesin, maka, emisi gas buang HC semakin tinggi.

Hal ini sejalan dengan teori yang dinyatakan oleh Dwyer dalam Bagus, dkk (2012 : 67) menyatakan bahwa "Logam katalis yang lebih murah, mudah dikerjakan dan mudah didapat untuk dijadikan catalytic converter antara lain : CuO/zeolite alam, Cu-Al₂O₃, Cu, Mn, Mg dan Zeolit Alam, *Catalytic Converter* jenis ini mampu mengurangi emisi gas buang (CO, HC, NO_x) cukup tinggi antara 16% sampai 80%".

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dibahas pada bagian sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbedaan rata-rata emisi gas buang HC pada knalpot standar tanpa katalis pipa kuningan terendah pada putaran 2600 rpm dengan rata-rata kadar emisi gas buang HC sebesar 195 ppm dan tertinggi pada putaran 1400 rpm sebesar 521,667 ppm. Sedangkan pada knalpot standar menggunakan katalis pipa kuningan terendah pada putaran 2600 rpm dengan rata-rata kadar emisi gas buang HC sebesar 136,333 ppm dan tertinggi pada putaran 1400 rpm sebesar 331,667 ppm
2. Setelah dilakukan analisa data dengan menggunakan uji t , maka diketahui bahwa hipotesis (H_a) yang penulis ajukan positif, yang mana memberikan dampak perbedaan emisi gas buang HC yang signifikan pada masing-masing putaran mesin, pada putaran 1400 rpm nilai t_{hitung} 21,4834 lebih besar dari nilai t_{tabel} 2,920, putaran 2000 rpm nilai t_{hitung} 25,1027 lebih besar dari nilai t_{tabel} 2,920 dan putaran 2600 rpm nilai t_{hitung} 25,1462 lebih besar dari nilai t_{tabel} 2,920. Secara keseluruhan perbedaan rata-rata emisi gas buang HC dianalisa dengan menggunakan uji anava (*one-sample T test*), maka diketahui bahwa hipotesis (H_a) yang penulis ajukan positif, yang mana secara keseluruhan perbedaan emisi gas buang HC

memberikan dampak yang signifikan, yaitu nilai t_{hitung} = 17,228 lebih besar dari nilai t_{tabel} = 2,920.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Penelitian selanjutnya diharapkan melakukan pengujian perbedaan konsumsi bahan bakar dan tingkat kebisingan pada knalpot standar dengan knalpot katalis pipa kuningan.
2. Kandungan Cu dan Zn yang digunakan sebagai bahan katalis sebaiknya divariasikan agar didapat perbedaan emisi gas buang HC yang berbeda-beda tiap-tiap kandungan bahan kuningan.
3. Penelitian pada kandungan emisi gas buang sebaiknya dilakukan juga pada kandungan emisi gas buang CO.

DAFTAR RUJUKAN

- (1) Agus dan Syam. (2012). *Perancangan Alat Uji Kebisingan Knalpot Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler PIC16F877A*. Jurnal Sistem Komputer Unikom (Volume. 1, No. 2). Halaman 11.
- (2) Amin Iskandar. (2010). *Pengaruh Penggunaan Kuningan Sebagai Katalis Pada Saluran Buang Yamaha Jupiter Z Tahun 2004 Terhadap Konsentrasi Gas HC*. Skripsi Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- (3) Arikunto, Suharsimi (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- (4) Bayu Ardiansyah. (2010). *Studi Kimia Antarmuka pada Reaksi Hidrogenasi Gasolin dengan Katalis Ni/ Al₂O₃*. Makalah FMIPA UI.
- (5) Eka Sunitra. (2009). *Analisis Karakteristik kebisingan Knalpot Komposit Pada Mobil Toyota Kijang Tipe 7K*. Jurnal Teknik Mesin-ISSN 1829-8958.

- (6) Jalius Jama dan Wagino. (2008). *Teknologi Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.
- (7) Latief, A. Sutowo. (2013). *Kajian Tentang Suhu Sinter Dan Suhu Lebur Pasir Merapi Sebagai Potensi Sumberdaya Alam Yang Mendukung Industri Pengecoran Logam Di Jawa Tengah*. Jurnal Teknis (Volume. 8, No.1). Halaman 12.
- (8) Lipson, Charles, Sheth, Narendra J. (1973). *Statistical Design And Analysis Of Engineering Experiments*. Tokyo: McGraw-Hill
- (9) Pranjoto dan Endang. (2007). *Tinjauan Umum Tentang Deaktivasi Katalis pada Reaksi Katalisis Heterogen*. Yogyakarta : Staf pengajar Jurdik Kimia FMIPA UNY
- (10) Prianto, Bayu. (2008). *Katalisis Heterogen dengan Mekanisme Langmuir-Hinshelwood sebagai Model Reaksi Elektrolisis Nacl*. Jurnal Berita Dirgantara (Vol. 9 No. 3). Halaman 51.
- (11) Pulkrabek, Willard W. (2004). *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*. New Jersey: Pearson Prentice-Hall.
- (12) Rajasekhar dan Madhava. (2012). *Design and Optimization of Exhaust Muffler in Automobiles*. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA).
- (13) Sudiby, Agus (2009). *Hubungan Perubahan Temperatur Air Pendingin Terhadap Debit Penyemprotan Bahan Bakar Injeksi Dan Emisi Gas Buang*. Malang : Fakultas Teknik Universitas Gajayana Malang.
- (14) Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&B*. Bandung : Alfabeta
- (15) Srikandi. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Bogor : Kanisius.
- (16) Sutiman. (2004). *Upaya Pengendalian Pencemaran Udara Melalui Pengembangan Teknologi Motor Bensin Dan Ems*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- (17) Supriyanto. (2010). *Analisis Coran Kuningan Dari Limbah Rosokan Dan Gram- Gram Sisa Permesinan Untuk Komponen Permesinan*. Jurnal : Kompetensi Teknik (Vol. 1, No. 2).
- (18) Tim penyusun. (2008). *Buku Panduan Penulisan/Skripsi Universitas Negeri Padang*. Padang: UNP.
- (19) Toyota. (1972). *Materi Pelajaran Engine Group Step 2*. Jakarta : PT. Toyota Astra Motor.
- (20) Wardan Suyanto. (1989). *Teori Motor Bensin*. Jakarta : Depdikbud, Dirjen Pendidikan Tinggi PPLPTK.
- (21) Wisnu Wardhana. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta : Andi offset.