PENGARUH *CATALYTIC CONVERTER* TEMBAGA (Cu) TERHADAP KONSENTRASI GAS KARBON MONOKSIDA (CO) DAN HIDRO KARBON (HC) PADA GAS BUANG SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH 125 cc

Sulton Hari Satrio Utomo[1], Nely Ana Mufarida[2], Ahmad Efan N[3]
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember
E-mail: sulton.hari.su@gmail.com[1], nelyana_munfarida@yahoo.com[2], efanemesi@gmail.com[3]

Abstrak

Semakin meningkatnya pertumbuhan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi berdampak pada semakin meningkatnya pencemaran udara. Pencemaran udara dari kendaraan bermotor yang melebihi ambang batas akan mengakibatkan gangguan kesehatan hingga kematian dalam kasus tertentu. Hai ini dikarenakan emisi gas buang kendaraan bermotor mengandung polutan berbahaya diantaranya gas karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC).

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengurangi emisi gas buang kendaraan bermotor adalah *catalytic converter* yang dipasang pada saluran gas buang (knalpot) kendaraan bermotor. *Catalytic converter* adalah alat yang berfungsi untuk menurunkan emisi HC dan CO dengan menggunakan katalis oksidasi, dan NO_X dengan katalis reduksi. Pada umumnya *catalytic converter* terbuat dari logam katalis platinum, rhodium, dan palladium yang merupakan jenis logam mulia dengan harga yang mahal serta ketersediannya cukup terbatas. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai katalis adalah tembaga (Cu). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *catalytic converter* dengan katalis berbahan tembaga (Cu) terhadap konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC) pada gas buang sepeda motor 4 langkah 125 cc.

Jenis penelitian skripsi ini adalah penelitian eksperimen *(experimental research)*. Objek penelitian adalah sepeda motor 4 langkah 125 cc tahun 2004. Penelitian dilakukan di Bengkel Teknik Kendaraan Ringan SMK Teknologi Balung. Instrumen penelitian adalah *gas analizer*, tacho meter dan termometer. *Catalytic converter* dalam penelitian ini menggunakan tiga variasi tinggi tekukan plat tembaga yaitu 1,5 mm; 2,5 mm dan 3,5 mm. Variasi putaran mesin dalam penelitian ini adalah 1500 rpm, 3500 rpm, 5500 rpm, 7500 rpm dan 9500 rpm.

Dari data hasil penelitian menunjukan bahwa penurunan konsentrasi gas CO terbesar terjadi pada knalpot dengan *catalytic converter* 1,5 mm pada putaran 5500 rpm yaitu sebesar 74,40% dari konsentrasi gas CO 3,36% menjadi 0,86% dibandingkan dengan knalpot tanpa *catalytic converter*. Sedangkan penurunan konsentrasi gas HC terbesar terjadi pada *catalytic converter* 1,5 mm pada putaran 5500 rpm yaitu sebesar 49,56%, dari konsentrasi gas HC 68,60 ppm menjadi 34,60 ppm.
Kata kunci: Emisi gas buang, *catalytic converter*, katalis dan tembaga.

Abstract

The increasing number of motor vehicles as a tool of transportation, causes the increasing number of an air pollution. The air pollution that is caused by the motor vehicles has been more than the limit. This problem will give a bad effect for the human life, especially to health problems. In some cases, the worst effect of this problem is death. This is because the exhaust gas emission of the motor vehicles contains a danger pollutant, like carbon monoxide (CO) and hydro carbon (HC).

One of technologies that can be used for reducing the exhaust gas emission of the motor vehicles is by installing catalytic converter in the motor vehicles exhaust gas duct (muffler). The

catalytic converter is a tool which function is to reduce the HC and CO emission by using oxidation catalyst and NO_x with reduction catalyst. Commonly, the catalytic converter is made of platinum catalyst metal, rhodium and palladium ehich belong to a precious metal with e very expensive price and it is very difficult to find. One of the alternative materials that can be used as the catalyst is a copper (Cu). The aim of the researcher is to know the effect of using catalytic converter with a copper (Cu) toward the concentration of carbon monoxide (CO) gas and hydro carbon (HC) of the 4 stroke 125cc motorcycle exhaust gas emission.

This research is an experimental research. The object of this research is 4 stroke 125cc motorcycle year 2004. This research was conducted in the Technical Light Vehicle Workshop Vocational High School Technologi Balung. The instruments of this research are analyzer gas, tachometer and termometer. The catalytic converter in this research used three variations of copper plate bending height, that are 1.5 mm; 2.5 mm, and 3.5 mm. the engine rotations in this research are 1500 rpm, 3500 rpm, 5500 rpm, 7500 rpm, and 9500 rpm.

The result data of this research showed that the reduction of the CO mostly happened in the muffler with 1.5mm catalytic converter in the rotation 5500 rpm, that was 74.40% with the gas concentration CO from 3.36% to 0.86% compared with the muffler without any catalytic converter. Besides, the reduction of the HC gas mostly happened in 1.5mm catalytic converter in the rotation 5500 rpm that was 49.56% with the gas concentration HC from 68.60 ppm to 34.60 ppm.
Key words: *exhaust gas emission, catalytic converter, catalyst and copper.*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan alat transportasi kian hari semakin meningkat. Semakin meningkatnya pertumbuhan alat transportasi berdampak pada semakin meningkatnya pencemaran udara. Menurut data Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit Dan Penyehatan Lingkungan Departemen Kesehatan RI tahun 2014, pencemaran udara di kota besar sekitar 70% - 80% berasal dari sektor transportasi. Pencemaran udara dari kendaraan bermotor yang melebihi ambang batas akan mengakibatkan gangguan kesehatan hingga kematian dalam kasus tertentu.

Untuk mengendalikan emisi gas buang pemerintah membuat peraturan tentang ambang batas gas buang kendaraan bermotor seperti pada tabel 1.1 dibawah ini.

Tabel 1. Ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor tipe lama

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO %	HC (ppm)	
Sepeda motor 2 langkah	< 2010	4,5	12000	*Idle*
Sepeda motor 4 langkah	< 2010	5,5	2400	*Idle*
Sepeda motor 2 langkah dan 4 langkah	≥ 2010	4,5	2000	*Idle*

(Sumber: Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006)

Hingga saat ini pengujian emisi gas buang hanya diwajibkan untuk angkutan umum dan angkutan barang saja, padahal populasi sepeda motor lebih banyak dari pada angkutan umum dan angkutan barang (Warju, 2014:105).

Pabrikan kendaraan bermotor saat ini telah menambahkan teknologi untuk membuat kendaraan menjadi lebih ramah lingkungan. Salah satu teknologi untuk mengurangi emisi gas buang adalah *catalytic converter* yang dipasang pada saluran pembuangan gas (knalpot) kendaraan bermotor (Warju, 2014:2).

Akan tetapi teknologi ini hanya terdapat pada kendaraan bermotor keluaran terbaru dan masih jarang diterapkan pada sepeda motor. Oleh sebab itu peneliti melakukan penelitian dengan memasang

catalytic converter pada saluran buang kendaraan bermotor yang belum menerapkan teknologi ini.

Menurut Warju (2014) *catalytic converter* adalah alat yang berfungsi untuk menurunkan emisi HC dan CO dengan menggunakan katalis oksidasi, dan NO_X dengan katalis reduksi. Pada umumnya *catalytic converter* terbuat dari logam katalis platinum, rhodium, dan palladium yang merupakan jenis logam mulia dengan harga yang mahal serta ketersediannya cukup terbatas. Sedangkan logam yang dapat menjadi bahan alternatif katalis antara lain mangan, tembaga, nikel, besi, krum dan seng. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai katalis adalah tembaga (Cu). Katalis tembaga bersifat oksidator berfungsi untuk mengubah CO menjadi CO_2 serta HC menjadi H_2O dan CO_2.

Karena mahalnya dan terbatasnya bahan dasar *catalytic converter* pabrikan, penulis ingin meneliti pengaruh penggunaan *catalytic converter* dengan tembaga sebagai bahan alternatif pada sepeda motor empat langkah 125 cc. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif disein *catalytic converter* dengan bahan yang terjangkau untuk mengurangi emisi gas buang pada kendaraan bermotor khususnya yang belum menerapkan teknologi *catalytic converter*.

Penggunaan tembaga sebagai pengganti bahan katalis pada penelitian ini didasarkan pertimbangan berikut, antara lain: material mudah didapatkan di pasaran, harga yang relatif terjangkau, memiliki sifat mampu bentuk (mudah dibentuk), tahan terhadap panas tinggi, dan memiliki ketahanan korositas.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui bagaimanakah pengaruh *catalytic converter* tembaga terhadap konsentrasi gas CO dan HC pada gas buang sepeda motor 4 langkah 125 cc dengan variasi tinggi tekukan plat dan putaran mesin.

Penelitian ini diharapkan memberi manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan alternatif alat bantu untuk mengurangi gas CO dan HC pada kendaraan bermotor yang efektif dan efisien.
2. Dapat memanfaatkan katalis logam yang relatif terjangkau, mudah dikerjakan, dan banyak tersedia di pasaran untuk mengurangi emisi gas buang kendaraan bermotor.
3. Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian skripsi ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen merupakan salah satu metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap suatu produk dengan cara membandingkan sesudah perlakuan dan sebelum perlakuan sebagai pengontrolnya.

Objek penelitian

Objek pada penelitian ini adalah sepeda motor 4 langkah 125 cc tahun 2004.

Instrumen Penelitian

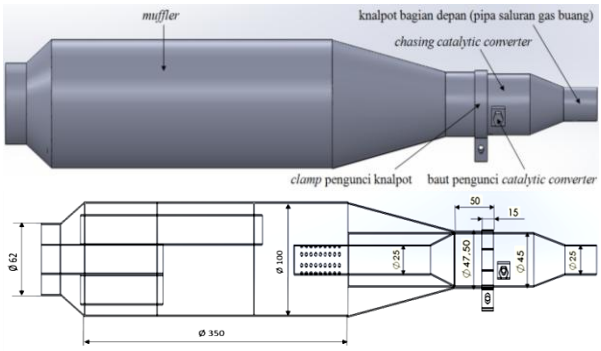
Instrumen penelitian adalah alat ukur dan alat uji yang digunakan untuk mendapatkan data penelitian. Alat ukur dan alat uji yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

1. *Gas Analyzer*
   Alat ini berfungsi untuk mengetahui kadar gas buang yang dikeluarkan motor melalui saluran buang seperti gas karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC).
2. *Tachometer*
   Alat ini berfungsi untuk mengetahui besarnya kecepatan putaran mesin dalam satuan rpm (*rotation per minutes*).
3. *Motorcycle lift*
   Alat ini digunakan sebagai tempat dudukan kendaraan uji agar tidak mudah roboh atau berpidah tempat serta untuk memudahkan mengatur posisi ketinggiannya.

4. *Blower*
   Alat ini digunakan untuk mendinginkan suhu mesin agar tidak terjadi panas berlebih.
5. *Stopwatch*
   Alat ini berfungsi untuk mengukur waktu lamanya pemenasan mesin.
6. *Digital Multitester*
   Digital Multitester ini dilengkapi pengukur temperatur -50°C s/d 400°C, digunakan untuk mengukur suhu mesin dengan satuan °C.

Pembuatan *Casing Catalytic Converter*

Pada knalpot standar terdiri dari dua bagian utama yaitu pipa saluran buang dan mufler. Di depan *muffler* terdapat pipa yang lebih besar dari pipa saluran buang yang berfungsi sebagai dudukan knalpot pada chasis sepeda motor. Bagian tersebut kemudian dipotong dan dibuang pipa bagian dalamnya kemudian dimodifikasi menjadi *chasing catalytic converter*. Bagian ini dibuat model sambungan dengan *clamp* agar bisa dibongkar pasang.

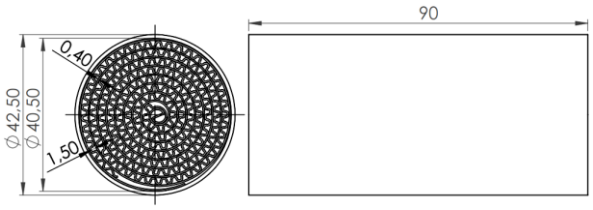


Gambar 1. Desain knalpot modifikasi dengan *chasing catalytic converter*.

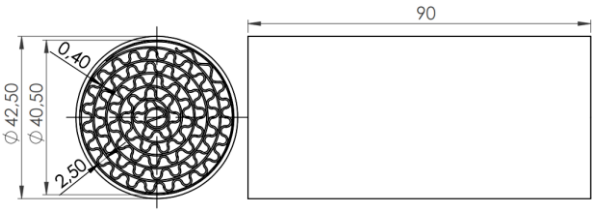
Pembuatan *Catalytic Converter* Tembaga

Langkah-langkah pembuatan *catalytic converter* tembaga adalah sebagai berikut:

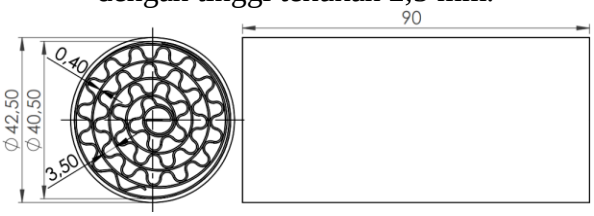
1. Potong pipa dengan diameter 42,5 mm dan panjang 90 mm sebagai *body catalytic converter*.
2. Potong plat tembaga dengan lebar 90 mm kemudian tekuk-tekuk hingga membentuk pola lengkungan beraturan. Variasi tinggi tekukan plat tembaga terdiri dari 1,5 mm, 2,5 mm dan 3,5 mm.
3. Gulung plat tembaga yang sudah dibentuk tadi kemudian masukkan kedalam *body catalytic converter* kemudian dikunci dengan las kuningan agar lebih kokoh dan tidak mudah berubah bentuk.



Gambar 2. Giometri *catalytic converter* dengan tinggi tekukan 1,5 mm.



Gambar 3. Giometri *catalytic converter* dengan tinggi tekukan 2,5 mm.



Gambar 4. Giometri *catalytic converter* dengan tinggi tekukan 3,5 mm.

Tahap Pengujian Kinerja *Catalytic Converter*

Proses pengujian kinerja *catalytic converter* dilakukan dalam tahap-tahap sebagai berikut:

Tahap Persiapan Pengujian

Tahapan persiapan pengujian dapat dirinci sebagai berikut:

1. Melakukan tune-up sebelum kendaraan diuji.
2. Mengganti knalpot standart dengan knalpot yang telah dimodifikasi namun *catalytic converter* belum terpasang.
3. Panaskan mesin selama 10 menit agar mesin mencapai suhu kerja.

4. Melakukan inspeksi pada semua saluran knalpot, dan pastikan tidak ada kebocoran.
5. Meletakkan sepeda motor di atas *motorcycle lift*.
6. Mengikat sepeda motor dengan tali pengikat pada *motorcycle lift*.
7. Pasang pipa tambahan pada ujung *muffler* dan pastikan tidak ada kebocoran.
8. Melakukan kalibrasi pada *gas analyzer*.
9. Memposisikan kendaraan pada kondisi transmisi netral.
10. Siapkan tachometer dan pasang japit sensornya pada kabel busi.
11. Siapkan termometer untuk mengukur suhu mesin.
12. Letakkan blower di depan kendaraan uji untuk pendingin mesin.

Tahap Pengujian

Tahapan proses pengujian dapat dirinci sebagai berikut:

1. Pengujian tanpa *catalytic converter*

Pengukuran ini memiliki tujuan untuk mengetahui jumlah emisi gas buang yang diterbaca oleh *gas analyzer*. Data yang didapatkan dalam proses pengukuran ini digunakan sebagai pembanding dengan data dari pengukuran mengunakan *catalytic converter*. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

a. Memulai pengujiaan dalam keadaan mesin pada suhu kerja, yaitu 60 ^{o}C.
b. Nyalakan mesin pada putaran idel 1500 rpm.
c. Nyalakan blower.
d. Masukan *porbe sensor* ke dalam pipa gas buang sedalam 30 cm dan tunggu sampai nilai yang terbaca pada *gas analizer* stabil.
e. Lakukan pengambilan data gas buang pada monitor *gas analyzer* dengan cara mencatat data pada kertas yang disediakan.
f. Setelah pengambilan data selesai lepaskan *probe sensor* dari pipa gas buang, kemudian kalibrasi ulang *gas analizer*.
g. Matikan mesin kendaraan uji dan tunggu temperaturnya kembali kesuhu 60 ^{o}C.
h. Saat temperatur mesin kembali kesuhu 60 ^{o}C lakukan pengulangan pengujian gas buang.
i. Pengulangan pengujian dilakukan sebanyak 5 kali.
j. Kemudian langkah 1-8 dilakukan kembali dengan variasi putaran mesin berikutnya, yaitu: 3500 rpm, 5500 rpm, 7500 rpm dan 9500 rpm. Setelah langkah tersebut selesai maka pengukuran emisi gas buang tanpa *catalytic converter* telah selesai.

2. Pengujian dengan *catalytic converter*.

Setelah pengukuran pertama selesai maka pengukuran kedua dilakukan sebagai berikut:

a. Setelah suhu mesin dingin, mulailah dengan melepas sambungan antara *muffler* dan *chasing catalytic converter* dengan mengendorkan baut klem pengunci, kemudian masukan *catalytic converter* ke dalam *chasing*, setelah itu pasang/sambung kembali *muffler* dan *chasing catalytic converter*, selanjutnya kencangkan baut klem pengunci. Pastikan sambungan dalam kondisi rapat dan tidak ada kebocoran.
b. Setelah unit *catalytic converter* sudah terpasang dengan benar, mesin dihidupkan kembali lalu pengukuran diulangi kembali sesuai pengujian pertama.
c. Ulangi pengujian pada setiap variasi *catalytic converter*.
d. Data diperoleh.

Tahap Akhir Pengujian

Setelah proses pengujian selesai dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah:

1. Kembalikan putaran mesin pada kecepatan idle, kemudian matikan mesin.
2. Matikan blower.
3. Matikan semua alat elektronik yang digunakan selama pengujian.
4. Melepas semua sensor serta perlengkapan lainnya dari kendaraan uji.
5. Lepas tali pengikat dari kendaraan uji.
6. Turunkan kendaraan uji dari *motorcycle lift*.

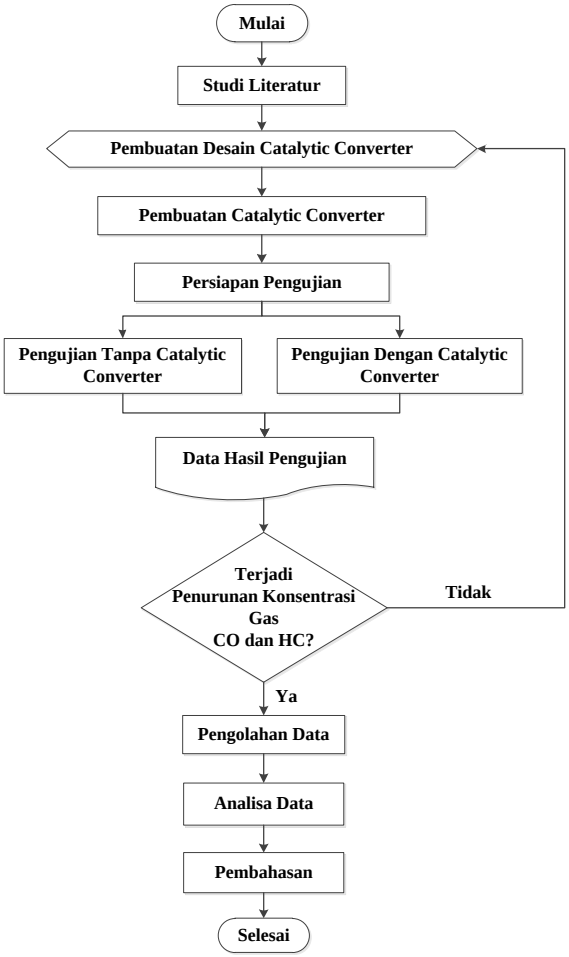
Teknik Pengambilan Data

Data di ambil dari nominal angka yang tertera pada *gas analyzer*, dengan cara mencatat secara langsung tiap variabel yang di ukur pada kertas yang telah disediakan. Hasil analisa gas buang yang tertera pada monitor adalah CO dan HC. Pengambilan data dilakukan pada setiap variasi *catalytic converter* serta variasi putaran mesin.

Teknik Pengolahan dan Analisa Data

Data mentah yang telah diperoleh dari setiap pengujian dikelompok-kelompokkan kemudian dimasukkan dalam sebuah tabel dan grafik sedemikian rupa sehingga mudah dimengerti dan dapat berguna untuk menguji hipotesis peneliti.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Diagram alir penelitian

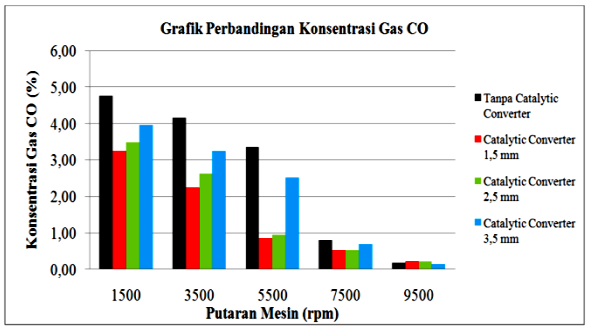
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Data Hasil Pengujian Gas CO

Berikut ini adalah analisa data hasil pengujian gas CO dalam bentuk tabel dan grafik beserta penjelasannya.

Tabel 2. Tabel rata-rata hasil pengujian gas CO

Keterangan		Putaran Mesin (rpm)				
		1500	3500	5500	7500	9500
		$\overline{X}$	$\overline{X}$	$\overline{X}$	$\overline{X}$	$\overline{X}$
Gas CO (%)	Tanpa *Catalytic Converter*	4,76	4,15	3,36	0,81	0,18
	Catalytic Converter 1,5 mm	3,25	2,24	0,86	0,53	0,21
	Catalytic Converter 2,5 mm	3,48	2,62	0,96	0,52	0,22
	Catalytic Converter 3,5 mm	3,97	3,24	2,52	0,70	0,14



Gambar 6. Grafik perbandingan konsentrasi gas CO

Dari data diatas dapat kita lihat ketiga variasi *catalytic converter* dapat menurunkan konsentrasi gas CO pada hampir semua variasi putaran mesin, kecuali pada putaran mesin 9500 rpm. Secara umum *catalytic converter* 1,5 mm lebih unggul dalam menurunkan konsentrasi gas CO dibanding dengan *catalytic converter* yang lain dan kenalpot tanpa *catalytic converter*. Hal ini dikarenakan luas plat tembaga sebagai media katalis lebih luas dan rapat sehinnga lebih maksimal dibanding *catalytic converter* yang lain.

Penurunan konsentrasi gas CO terbesar terjadi pada knalpot dengan *catalytic converter* 1,5 mm pada putaran 5500 rpm yaitu sebesar 74,40% dari konsentrasi gas CO 3,36% menjadi 0,86% dibandingkan dengan knalpot tanpa *catalytic converter*. Hal ini dikarenakan pada putaran 5500 rpm terjadi

perbandingan campuran bahan bakar dan udara (*air fuel ratio*) ekonomis sehingga kandungan O_2 pada gas buang meningkat. Meningkatnya kandungan O_2 ini sangat menguntungkan karena gas O_2 dibutuhkan untuk mengoksidasi gas CO menjadi CO_2. Peranan *catalytic converter* di sini adalah untuk mempercepat reaksi oksidasi tersebut. Reaksi oksidasi O_2 pada gas CO dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$$

Pada putaran 9500 rpm, *catalytic converter* 1,5 mm dan *catalytic converter* 2,5 mm mengalami kenaikan konsentrasi gas CO. *Catalytic converter* 1,5 mm mengalami peningkatan sebesar 16,67%, dari konsentrasi gas CO 0,18% menjadi 0,21%. Sedangkan *catalytic converter* 2,5 mm mengalami peningkatan sebesar 22,22%, dari konsentrasi gas CO 0,18% menjadi 0,22% dibandingkan dengan knalpot tanpa *catalytic converter*. Hal ini dikarenakan pada putaran 9500 rpm terjadi beban penuh pada mesin sehingga menuntut terjadinya campuran bahan bakar dan udara yang kaya. Pada saat mesin mengalami perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang kaya, kandungan gas O_2 menurun. Menurunnya kandungan O_2 berdampak negatif yaitu tidak maksimalnya kinerja *catalytic converter*.

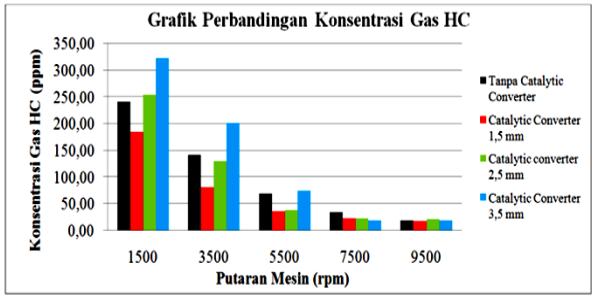
Selain itu, *catalytic converter* 1,5 mm dan *catalytic converter* 2,5 mm memiliki tinggi tekukan yang terlalu kecil sehingga pada putaran tinggi justru mengganggu aliran gas buang yang berdampak aliran gas CO tertahan, kemudian menjadi lebih pekat. Berbeda dengan *catalytic converter* 3,5 mm yang mengalami penurunan gas CO, karena kinerja *catalytic converter* dalam mempercepat reaksi oksidasi lebih kuat dibanding daya tahan *catalytic converter* 3,5 mm terhadap aliran gas CO. hal ini dikarenakan *catalytic converter* 3,5 mm memiliki tinggi tekukan yang lebih besar.

Analisa Data Hasil Pengujian Gas HC

Berikut ini adalah analisa data hasil pengujian gas HC dalam bentuk tabel dan grafik beserta penjelasannya.

Tabel 3. Tabel rata-rata hasil pengujian gas HC

Keterangan		Putaran Mesin (rpm)				
		1500	3500	5500	7500	9500
		$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$
Gas HC (ppm)	Tanpa *Catalytic Converter*	240,40	141,60	68,60	34,00	18,20
	Catalytic Converter 1,5 mm	184,20	80,40	34,60	22,20	17,00
	Catalytic Converter 2,5 mm	253,40	130,00	38,40	22,40	21,60
	Catalytic Converter 3,5 mm	322,60	200,60	74,40	19,00	18,60



Gambar 7. Grafik perbandingan konsentrasi gas HC

Dari data diatas dapat kita lihat secara umum *catalytic converter* 1,5 mm lebih unggul dalam menurunkan konsentrasi gas HC dibanding dengan *catalytic converter* yang lain dan kenalpot tanpa *catalytic converter*. Hal ini dikarenakan luas plat tembaga sebagai media katalis lebih luas dan rapat sehinnga lebih maksimal dibanding *catalytic converter* yang lain.

Penurunan konsentrasi gas HC terbesar terjadi pada *catalytic converter* 1,5 mm pada putaran 5500 rpm yaitu sebesar 49,56%, dari konsentrasi gas HC 68,60 ppm menjadi 34,60 ppm. Hal ini dikarenakan pada putaran 5500 rpm terjadi perbandingan campuran bahan bakar dan udara (*air fuel ratio*) ekonomis sehingga kandungan O_2 pada gas buang meningkat. Meningkatnya kandungan O_2 ini sangat menguntungkan karena gas O_2 dibutuhkan untuk mengoksidasi gas HC menjadi H_2O dan CO_2. Peranan *catalytic converter* di sini adalah untuk mempercepat reaksi oksidasi tersebut.

Sedangkan *catalytic converter* dengan ukuran yang lebih besar yaitu *catalytic converter* 2,5 mm dan *catalytic converter* 3,5 mm justru mengakibatkan meningkatnya konsentrasi gas HC pada saat putaran *idle* (1500 rpm) dan putaran tinggi (9500 rpm).

Pada saat putaran *idle* dan putaran tinggi *catalytic converter* 2,5 mm dan 3,5 mm tidak dapat bekerja dengan maksimal karena terjadi perbandingan campuran bahan bakar dan udara (*air fuel ratio*) yang kaya. Pada saat mesin mengalami perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang kaya, kandungan gas O_2 menurun. Menurunnya kandungan O_2 berdampak negatif yaitu tidak maksimalnya kinerja *catalytic converter* dalam mengoksidari gas HC menjadi H_2O dan CO_2. Reaksi oksidasi O_2 pada gas HC dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$4HC + 5O_2 \rightarrow 2H_2O + 4CO_2$$

Jika kita bandingkan persamaan reaksi oksidasi O_2 pada gas HC diatas dengan persamaan reaksi oksidasi O_2 pada gas CO dapat kita lihat bahwa untuk mengoksidasi gas HC dibutuhkan O_2 yang lebih banyak dibanding untuk mengoksidasi gas CO. Maka untuk memaksimalkan O_2 dalam mengoksidasi gas HC dibutuhkan *catalytic converter* yang memiliki kinerja yang optimal dalam penelitian ini adalah *catalytic converter* 1,5 mm. Sedangkan *catalytic converter* dengan tinggi tekukan yang lebih besar yaitu *catalytic converter* 2,5 mm dan *catalytic converter* 3,5 mm justru mengakibatkan meningkatnya konsentrasi gas HC pada saat putaran *idle* dan putaran tinggi. Selain itu peningkatan konsentrasi gas HC juga terjadi pada *catalytic converter* 3,5 mm pada putaran 3500 rpm dan 5500 rpm. Hal ini dikarenakan pengaruh daya hambat *catalytic converter* terhadap aliran gas HC lebih besar dibanding kinerjanya dalam mengoksidasi gas HC, sehingga gas HC tertahan kemudian menjadi lebih pekat. Hal ini sesuai dengan tabel dan grafik persentase penurunan dan peningkatan gas HC di atas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan *catalytic converter* tembaga memiliki dampak yang signifikan dalam mempercepat reaksi oksidasi gas CO menjadi gas CO_2 dan gas HC menjadi gas H_2O dan CO_2 yang lebih ramah lingkungan.
2. *Catalytic converter* 1,5 mm memiliki kinerja yang lebih baik dari *catalytic converter* 2,5 mm dan *catalytic converter* 3,5 mm serta knalpot tanpa *catalytic converter*.

Saran

Dari hasil penelitian yang telah diperoleh, maka dapat disampaikan saran-saran sebagai berikut:

1. *Catalytic converter* tembaga dapat diaplikasikan pada sepeda motor yang belum dilengkapi dengan teknologi *catalytic converter* sehingga masalah polusi udara dari kendaraan bermotor dapat dikurangi.
2. Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis dapat menggunakan bahan katalis yang berbeda-beda sehingga dapat membandingkan kemampuan jenis bahan katalis satu dengan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2003. *Toyota New Step 1*. PT. Toyota Astra Motor. (Hal 7, 8, 10).

Anonim. 2006. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (Hal 1).

Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan Departemen Kesehatan RI. 2014. *Dampak Kesehatan Akibat Polusi Udara*. Online. http://www.infopenyakit.org.

(Diakses pada tanggal 01 Desember 2016). (Hal 1).

Irawan. 2015. *Optimum Design of Manganese-Coated Copper Catalytic Converter to Reduce Carbon Monoxide Emissions on Gasoline Motor*. Pdf. Procedia Environmental Sciences 23 (2015) 86 – 92. Universitas Muhammadiyah Semarang. (Hal 5, 11).

Iskandar. 2014. *Unjuk Kemampuan Metallic Catalytic Converter Tembaga Berlapis Mangan terhadap Reduksi Emisi CO dan HC Pada Sepeda Motor 4 Langkah*. Pdf. JTM. Volume 03 Nomor 02 Tahun 2014, 188-196. Universitas Negeri Surabaya. (Hal 5).

Sasongko. 2014. *Emisi Gas Buang dan Permasalahannya. Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika Malang*. Pdf. http://www.vedcmalang.com. (Diakses pada tanggal 27 desember 2016). (Hal 9, 10).

Seto, Berlian. 2013. *Perancangan Knalpot Berbasis Sponge Steel untuk Menurunkan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor*. *Skripsi*. (Pdf). Jurusan Teknik Mesin. Universitas Negeri Semarang. (Hal 6, 11, 12, 13).

Sugiarti. 2009. *Gas Pencemar Udara dan Pengaruhnya bagi Kesehatan Manusia*. Pdf. Jurnal Chemica Vol. 10 Nomor 1 Juni 2009, 50-58.Universitas Negeri Makassar. (Hal 10).

Warju. 2014. *Pengaruh Metallic Catalytic Converter Tembaga Berlapis Krom dan Air Induction System (Ais) terhadap Reduksi Emisi Gas Buang Yamaha New Jupiter MX*. Pdf. JTM.Volume 03 Nomor 02 Tahun 2014, 104-113. Universitas Negeri Surabaya. (Hal 2, 6).

Warju. 2014. *Unjuk Kemampuan Metallic Catalytic Converter Berbahan Dasar Kuningan Berlapis Nikel terhadap Performa Mesin, Reduksi Emisi Gas Buang, dan Tingkat Kebisingan Sepeda Motor Yamaha V-ixion Tahun 2011*. Pdf. JTM. Volume 02 Nomor 03 Tahun 2014, 1-10. Universitas Negeri Surabaya. (Hal 2, 6, 11).