

## APLIKASI *THREE WAY CATALYTIC CONVERTER* PADUAN CuZn (KUNINGAN) PADA KNALPOT TERHADAP NILAI EMISI CO dan NO<sub>x</sub> SEPEDA MOTOR SHOGUN 125cc

Ilyas Sofana, Sumarli, Fuad Indra Kusuma  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang  
E-mail Penulis: ofanopang@gmail.com

**Abstrak.** Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji signifikansi aplikasi penggunaan three-way catalytic converter paduan CuZn (kuningan) terhadap emisi gas buang CO dan NO<sub>x</sub>. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen jenis posttest only control group design yang di dalamnya terdapat kelompok eksperimen (yang diberi perlakuan TWC) dan kelompok kontrol (tanpa perlakuan). Pengambilan data digunakan dengan gas analyzer untuk mengetahui emisi gas buang CO dan NO<sub>x</sub>. Media yang digunakan adalah Shogun 125cc tahun 2007, serta variasi RPM yang digunakan adalah 1000 sampai 7000 dengan kelipatan 1000 RPM untuk memastikan keabsahan data yang didapat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi TWC paduan CuZn (kuningan) dapat mereduksi gas NO<sub>x</sub> yang sebelumnya 0,6843 ppm menjadi 0,6557 ppm atau mengalami penurunan sebesar 4,2%, namun pada gas CO justru mengalami kenaikan yang sebelumnya 5,3786 %vol menjadi 9,0414 %vol atau mengalami kenaikan sebesar 68,5 %.

**Kata Kunci:** *Three Way Catalytic Converter*, Paduan CuZn (Kuningan), Nilai Emisi CO dan No<sub>x</sub>

**Abstract.** The purpose of this study was to examine the significance of the application of the use of three-way catalytic converter CuZn alloy (brass) on CO and NO<sub>x</sub> exhaust emissions. The method used in this study is an experimental method of posttest only control group design in which there is an experimental group (treated with TWC) and a control group (without treatment). Data retrieval is used with a gas analyzer to determine CO and NO<sub>x</sub> exhaust emissions. The media used is a 125cc Shogun in 2007, and the RPM variation used is 1000 to 7000 with multiples of 1000 RPM to ensure the validity of the data obtained. The test results show that the application of TWC CuZn (brass) alloy can reduce NO<sub>x</sub> gas which was previously 0.6843 ppm to 0.6557 ppm or decreased by 4.2%, but in CO gas it increased from 5.3786% vol to 5.378 vol%. 9.0414% vol or an increase of 68.5%.

**Keywords:** *Three Way Catalytic Converter, CuZn Alloy (Brass), CO and No<sub>x</sub> Emission Values*

Dewasa ini sepeda motor telah menjadi sarana transportasi yang banyak digunakan, seiring berkembangnya industri otomotif khususnya industri sepeda motor. Berdasarkan input data yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (2016), jumlah sepeda motor yang digunakan di Indonesia pada tahun 2016 mencapai 105.150.082 unit yang sebagian besar masih menggunakan motor bakar bensin. Penggunaan sepeda motor dengan jumlah sekitar 105 juta tersebut menyebabkan Indonesia menjadi salah satu negara dengan tingkat polusi udara tertinggi ke-7 di dunia menurut *The Eco Experts* (dalam Liputan 6, 2017). Kontribusi emisi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara terbesar mencapai 60-70%, dibanding dengan industri yang hanya berkisar antara 10-15%, sedangkan sisanya berasal dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan/ladang dan lain-lain. Kendaraan bermotor dapat menghasilkan emisi gas buang yang buruk karena perawatan yang kurang memadai dan penggunaan bahan bakar dengan kualitas yang kurang baik. (Badan Pengendalian Dampak lingkungan, 2002)

Peningkatan polusi udara dari sektor transportasi sangat signifikan dan memberi dampak pada kehidupan dan lingkungan saat ini. Sebuah kendaraan dari proses

bekerjanya dapat menghasilkan polutan berupa gas Karbon monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), Nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), Sulfur Oksida (SO<sub>2</sub>) dan Timbal (Pb) yang sering disebut sebagai polutan primer salah satu polutan udara yang berbahaya dan sangat dominan jumlahnya adalah gas Karbon Monoksida yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dan udara motor bensin yang tidak sempurna. (Wardhana, 1995)

Mengingat bahaya emisi gas buang khususnya Karbon Monoksida tersebut yang bisa menyebabkan kematian bagi manusia yang menghirupnya, maka diperlukan berbagai usaha untuk mengendalikan dan mengurangi pencemaran udara agar dampak negatif bagi manusia dapat dikurangi dan diminimalkan. Langkah-langkah dan usaha yang dilakukan untuk mengurangi gas buang yang berbahaya pada kendaraan bermotor sudah banyak dilakukan terutama di negara-negara maju (USA dan Eropa). Metode dan teknik yang dilakukan ada beberapa macam, antara lain dengan memodifikasi beberapa bagian dari kendaraan bermotor. Pendekatan yang biasanya dilakukan dan dipakai dalam mengurangi gas buang kendaraan bermotor antara lain: modifikasi mesin, modifikasi penggunaan bahan bakar atau system

bahan bakarnya, modifikasi pada saluran gas buang (penambahan *Catalytic Converter*).

*Catalytic converter* adalah komponen tambahan pada knalpot yang memiliki fungsi untuk mereduksi gas CO, HC, NOx, SOx (Purnomo, 2014). *Catalytic converter* menggunakan media yang bersifat katalis, dimana media tersebut dapat membantu terjadinya proses perubahan suatu zat (reaksi kimia). Media katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Media yang biasa digunakan sebagai katalis adalah logam Palladium, Platinum dan Stainless Steel. Logam-logam mulia tersebut memiliki aktifitas spesifik yang tinggi, namun memiliki tingkat volatilitas besar, mudah teroksidasi dan mudah rusak pada suhu 500 – 900°C, sehingga mengurangi aktifitas katalis. Berdasarkan uraian di atas, peneliti membuat suatu *catalytic converter* dengan bahan kuningan sebagai komponen tambahan knalpot untuk mereduksi/menurunkan kandungan gas buang kendaraan dengan beberapa kelebihan diantaranya; mudah didapat, harga ekonomis, dan mudah dalam pembuatannya.

#### METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian merupakan sebuah strategi untuk memperoleh data penelitian yang dibutuhkan untuk pengujian hipotesis. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimetal.

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *true experiment* jenis *posttest-only control group design* Menurut Sugiyono (2017), dalam desain ini terdapat dua kelompok yang masing-masing dipilih secara random (R). Kelompok pertama diberi perlakuan (X) dan kelompok kedua tidak diberi perlakuan. Kelompok yang diberi perlakuan disebut sebagai kelompok eksperimen dan kelompok yang tidak diberi perlakuan disebut sebagai kelompok kontrol. Pengaruh adanya perlakuan adalah ( $O_1 : O_2$ ).

**Tabel 1 Desain Penelitian Eksperimen Jenis *Posttest-only Control Group Design***

R	X	$O_1$
R		$O_2$

Metode penelitian eksperimen melibatkan variabel bebas dan terikat. Pada penelitian ini, variabel bebasnya adalah *catalytic converter* paduan kuningan (CuZn) yang digunakan sebagai katalisator pada sistem pembuangan motor dengan bahan bakar *pertalite*. Variabel terikat pada penelitian ini adalah emisi gas buang motor, yaitu CO dan NOx. Variasi putaran mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah rpm 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000. Analisis data menggunakan teknik statistik inferensial uji T *paired sample T test* melalui aplikasi analisis statistik SPSS *for windows*

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dilihat dari Gambar 2, dapat diketahui bahwa kadar gas buang CO yang dihasilkan tanpa TWC tercatat sebesar 4,16 %vol pada 1000 RPM, dan mengalami kenaikan secara signifikan pada 2000 RPM mencapai 6,05 %vol, hal ini disebabkan oleh *AFR* (*Air Fuel Ratio*) atau rasio bahan bakar yang digunakan dalam proses

pembakaran tidak proporsional, sehingga pembakaran menjadi tidak sempurna dan menghasilkan emisi gas buang CO yang semakin tinggi. Emisi CO dari kendaraan disebabkan oleh rasio pencampuran udara dengan bahan bakar (*AFR*) yang masuk ke ruang bakar. Oleh karena itu, rasio pencampuran bahan bakar dengan udara harus dibuat kurus, namun akan memberi efek samping berupa daya mesin semakin menurun dan juga terbentuknya gas HC serta NOx (Purnomo, 2014). Setelah itu grafiknya naik turun secara fluktuatif dan pada akhirnya naik lagi pada RPM 7000 dengan kadar CO mencapai 5,55 %vol.



(a)

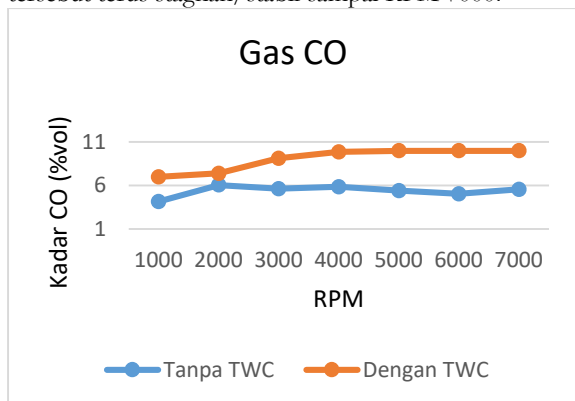


(b)

**Gambar 1. (a) Plat Katalis (b) TWC Casing**

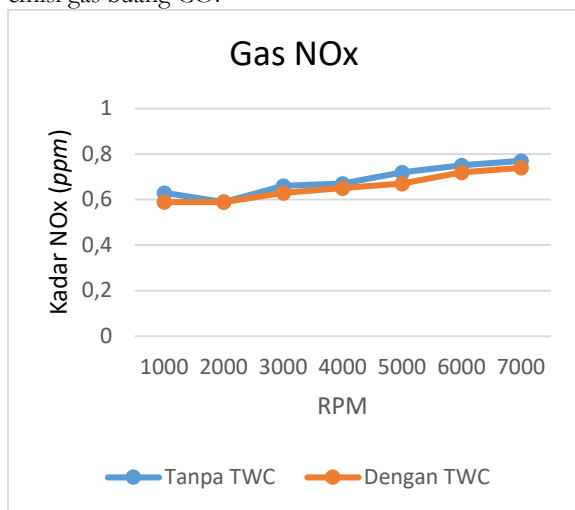
Pada gas buang CO dengan aplikasi TWC, kadar CO sebesar 6,98 %vol pada RPM 1000, setelah itu mengalami kenaikan secara bertahap hingga mengalami puncaknya pada RPM 5000 dengan kadar 9,99 %vol, hal ini disebabkan oleh *AFR* (*Air Fuel Ratio*) atau rasio bahan bakar yang digunakan dalam proses pembakaran tidak proporsional, sehingga pembakaran menjadi tidak sempurna dan menghasilkan emisi gas buang CO yang semakin tinggi. Faktor yang menyebabkan tingginya kenaikan gas CO tersebut juga disebabkan oleh ketidakmampuan TWC berbahan kuningan dalam menyerap gas buang CO secara maksimal, sehingga nilai emisinya lebih tinggi dari knalpot standar tanpa TWC. Menurut Kusumo., Rami Nader, dkk., Aris Munandar, dkk (dalam Kurniawan, 2017) proses adsorpsi maksimum hanya berlangsung pada bahan katalis yang berukuran nanopartikel, sehingga atom memiliki

kemampuan untuk melakukan kontak langsung dengan zat-zat lain dan memiliki daya serap tinggi dibandingkan dengan partikel berukuran besar. Nilai emisi 9,99% tersebut terus stagnan/stabil sampai RPM 7000.



**Gambar 2. Grafik hasil pengujian penambahan TWC berbahan Kuningan pada knalpot terhadap Emisi Gas CO pada Shogun 125cc.**

Penelitian lain yang dilakukan oleh Kurniawan (2017) yang berjudul “Aplikasi Manganase Oxide (MnO) Sebagai Katalis pada Bahan Bakar RON 88, RON 90, RON 92, DAN RON 98 untuk Mengurangi Emisi Gas Buang CO dan HC”, yang menyimpulkan bahwa katalis MnO tidak dapat mereduksi gas CO pada bahan bakar RON 88. Berdasarkan nilai rata-ratanya, kadar CO pada perlakuan dengan aplikasi TWC lebih tinggi daripada kadar CO yang tanpa diberi perlakuan aplikasi TWC, serta mempunyai perbedaan yang signifikan. Oleh karena itu, dampak penggunaan TWC sebagai katalis pada kendaraan tidak dapat mengurangi emisi gas buang CO.



**Gambar 3. Grafik hasil pengujian penambahan TWC berbahan Kuningan pada knalpot terhadap Emisi Gas NOx pada Shogun 125cc.**

Dari diagram garis diatas bisa diketahui bahwa tanpa aplikasi TWC, kadar NOx tercatat sebesar 0,63 ppm pada RPM 1000, dan mengalami penurunan pada RPM 2000 menjadi 0,59 ppm, setelah itu mengalami kenaikan secara bertahap dan puncaknya adalah pada putaran 7000 dengan kadar 0,77 ppm. Dengan aplikasi

TWC, kadar NOx tercatat sebesar 0,59 ppm di putaran 1000 RPM, nilai itu stabil hingga putaran 2000, setelah itu mengalami kenaikan secara bertahap hingga 0,74 ppm pada RPM 7000.

Penerapan TWC pada penelitian ini menghasilkan gas buang NOx yang lebih baik dibandingkan tanpa menggunakan TWC hal ini dikarenakan material kuningan pada TWC dapat menyerap gas buang NOx dengan baik di RPM rendah. Pada RPM tinggi penyerapan terhadap NOx mengalami penurunan, sehingga kadar NOx juga berangsur naik, hal serupa juga terjadi pada perlakuan tanpa menggunakan TWC. Menurut Suyatno (2011) kenaikan emisi gas buang NOx juga disebabkan oleh temperatur dan tekanan ruang bakar yang tinggi.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Wa Ode Vebey Verlina (2014) dengan judul “Potensi Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Adsorben Emisi Gas CO, NO, dan NOx Pada Sepeda Motor”, yang menyimpulkan bahwa tempurung kelapa yang diolah menjadi arang aktif dapat menjadi adsorben yang mengurangi emisi gas buang CO, NO, dan NOx, P Suresh Kumar (2013) dengan judul “Reduction of NOx Emissions with Three Way Catalytic Converter For IDI Engine Fuelled With Diesel, JSVO and Their Blends”, yang menyatakan bahwa Three Way Catalytic Converter (TWC) sangat efektif dalam mereduksi gas NOx.

Berdasarkan nilai rata-ratanya, kadar NOx pada perlakuan dengan aplikasi TWC lebih rendah daripada kadar NOx yang tidak diberi perlakuan aplikasi TWC, serta mempunyai perbedaan yang signifikan. Oleh karena itu, dampak penggunaan TWC sebagai katalis pada kendaraan dapat mengurangi emisi gas buang NOx secara signifikan.

**PENUTUP  
Simpulan**

Aplikasi threeway catalytic converter berbahan kuningan (CuZn) pada knalpot menghasilkan kadar NOx rata-rata sebesar 0,6557 ppm, sedangkan nilai emisi gas buang NOx tanpa katalis adalah sebesar 0,6843 ppm. Berdasarkan nilai rata-ratanya, kadar NOx pada perlakuan dengan aplikasi TWC lebih rendah daripada kadar NOx yang tidak diberi perlakuan aplikasi TWC, serta mempunyai perbedaan yang signifikan. Oleh karena itu, dampak penggunaan TWC sebagai katalis pada kendaraan dapat mengurangi emisi gas buang NOx secara signifikan.

Aplikasi three way catalytic converter berbahan kuningan (CuZn) pada knalpot menghasilkan kadar NOx rata-rata sebesar 9,0414 %vol, sedangkan nilai emisi gas buang CO tanpa katalis adalah sebesar 5,3786 %vol. Hal ini disebabkan karena proses adsorpsi maksimum gas CO hanya berlangsung pada bahan katalis yang berukuran nanopartikel, dan juga senyawa CuZn/kuningan tidak dapat mengikat gas CO dengan baik. Berdasarkan nilai rata-ratanya, kadar CO pada perlakuan dengan aplikasi TWC lebih tinggi daripada kadar CO yang tidak diberi perlakuan aplikasi TWC, serta mempunyai perbedaan yang signifikan. Oleh karena itu, dampak penggunaan TWC sebagai katalis pada kendaraan tidak dapat mengurangi emisi gas buang CO.



**Saran**

Perlu diadakan penelitian lebih lanjut dalam aplikasi kuningin sebagai katalis untuk menurunkan emisi

**DAFTAR RUJUKAN**

- Badan Pusat Statistik. 2016. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis*. (Online). (<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>). Diakses pada 28 Agustus 2018
- Badan Pengendalian Dampak lingkungan (2002), *Sumber Dan Standart Emisi Gas Buang*.
- Liputan 6. *Peringkat Polusi Negara di Dunia Indonesia di Posisi Mana*. (Online). (<https://www.liputan6.com/lifestyle/read/2877465/peringkat-polusi-negara-di-dunia-indonesia-di-posisi-mana>). Diakses pada 28 Agustus 2018
- Mokhtar, ali. 2012. Catalytic Converter Jenis Katalis Pipa Tembaga Berlubang untuk Mengurangi Emisi Kendaraan Bermotor. Jurnal GAMMA. Vol. 8, Nomor 1: hal. 125-131.
- Mokhtar, Ali. 2015. Catalytic Converter Jenis Katalis Plat Tembaga Berbentuk Sarang Lebah Untuk Mengurangi Emisi Kendaraan Bermotor. Jurnal GAMMA. Vol. 10, Nomor 1: hal. 104-108.
- gas buang kendaraan, dengan penambahan sensor O<sub>2</sub> dan juga diaplikasikan pada kendaraan injeksi serta pengaruhnya terhadap daya serta torsi yang dihasilkan kendaraan
- Purnomo, Heri. 2014. Analisa Pengaruh Knalpot Catalytic Converter Dengan Katalis Tembaga (Cu) Berlapis Mangan (Mn) Terhadap Gas Buang Pada Honda Supra X 100 CC. (online), (<http://digilib.its.ac.id/public/IITS-paper-31556-21100-30023-Paper.pdf>), diakses pada 28 Agustus 2018
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Wa Ode Veby Verlina. 2014. Potensi Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Adsorben Emisi Gas CO, NO, dan NO<sub>x</sub> Pada Sepeda Motor. Laporan Penelitian: Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin Makassar.
- Wisnu Arya Wardhana : "Dampak Pencemaran Lingkungan", ISBN 979-533-251-1, Andi Offset, Yogyakarta, 1995.