

UNJUK KERJA *CATALYTIC CONVERTER* KATALIS TEMBAGA KROM TERHADAP PENURUNAN TEMPERATUR EMISI BAS BUANG MOTOR BENSIN

RM. Bagus Irawan^{1,*}, Edi Pujiyanto¹, Muh Faishal Khairi¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Semarang,
Jln. Kedungmundu Raya No 18, Semarang, Jawa Tengah, 50272

*E-mail: bagusirawanmail@yahoo.com

Diterima: 26-10-2022

Direvisi: 23-11-2022

Disetujui: 01-12-2022

ABSTRAK

Catalytic Converter adalah teknologi yang digunakan untuk mengurangi polusi udara yang dipasang pada saluran gas buang (knalpot) kendaraan motor bensin. *Catalytic Converter* ini berfungsi untuk mempercepat oksidasi emisi gas Hidrokarbon (HC) dan Carbon Monoksida (CO), serta mereduksi Nitrogen Oksida (NOx). Perubahan emisi gas buang tersebut di atas sangat dipengaruhi oleh temperatur kerja pada *Catalytic Converter*. Material logam Tembaga Krom sebagai bahan katalis, akan diteliti ini diuji dalam skala laboratorium, yang pertama untuk melihat pengaruh perubahan putaran mesin terhadap temperatur, kedua perubahan temperatur saat menggunakan *Catalytic Converter* dengan katalis Tembaga dan ketiga perubahan temperatur saat menggunakan Katalis Tembaga Krom pada saluran gas buang. Hasil penelitian diperoleh pertama bahwa perubahan putaran mesin mempengaruhi kenaikan temperatur *Catalytic Converter*, semakin tinggi putaran mesin temperatur naik dan sebaliknya pada putaran mesin rendah temperature cenderung turun. Kedua pemasangan *Catalytic Converter* menyebabkan temperatur menjadi turun, pada putaran mesin 3000 rpm (tanpa *Catalytic Converter*) temperatur 317,5 °C dan turun menjadi 227,36 °C pada 5 sel katalis, 218 °C pada 10 sel dan 230 °C pada 15 sel. (dengan *Catalytic Converter* Cu). Sedangkan pada pemasangan *Catalytic Converter* katalis Tembaga Krom, pada putaran mesin 3000 rpm (tanpa *Catalytic Converter*) temperatur 317,5 °C turun menjadi 237,5 °C pada 5 sel katalis, 240,84 °C pada 10 sel dan 249 °C pada 15 sel, dimana penurunan temperatur yang terjadi, lebih tinggi dengan pemakaian katalis Tembaga.

Kata Kunci: temperatur; *catalytic converter*; katalis tembaga krom.

ABSTRACT

Catalytic Converter is a technology used to reduce air pollution which is installed in the exhaust gas (muffler) of gasoline motorized vehicles. This *Catalytic Converter* serves to accelerate the oxidation of Hydrocarbon (HC) and Carbon Monoxide (CO) gas emissions, as well as to reduce Nitrogen Oxide (NOx). Changes in exhaust emissions mentioned above are strongly influenced by the working temperature of the *Catalytic Converter*. Chrome Copper metal material as a catalyst material, will be investigated and tested on a laboratory scale, first to see the effect of changes in engine speed to temperature, secondly changes in temperature when using a *Catalytic Converter* with a Copper catalyst and thirdly changes in temperature when using a Chrome Copper Catalyst in the exhaust gas channel. The results of the study were first obtained that changes in engine speed affect the increase in temperature of the *Catalytic Converter*, the higher the engine speed the temperature rises and vice versa at low engine speed the temperature tends to decrease. The two installations of the *Catalytic Converter* caused the temperature to drop, at 3000 rpm engine speed (without the *Catalytic Converter*) the temperature was 317.5 °C and fell to 227.36 °C in 5 catalyst cells, 218 °C in 10 cells and 230 °C in 15 cells. (with

Cu Catalytic Converter). Whereas in the installation of a Chrome Copper Catalytic Converter, at 3000 rpm engine speed (without Catalytic Converter) the temperatur of 317.5 °C drops to 237.5 °C in 5 catalyst cells, 240.84 °C in 10 cells and 249 °C in 15 cells, where the decrease in temperatur that occurs is higher with the use of a copper catalyst.

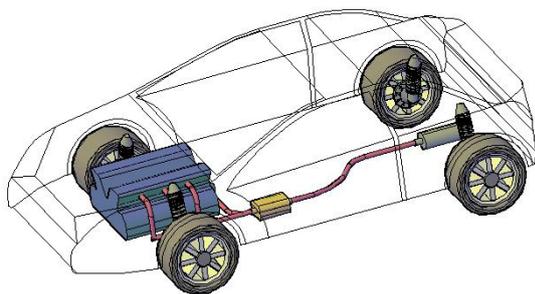
Keywords: temperature; catalytic converters; chrome copper catalyst.

1. PENDAHULUAN

Catalytic Converter digunakan untuk mengurangi toksisitas dari mesin (*internal combustion engine*) atau motor bensin. Alat ini mengkonversi senyawa-senyawa toksit dalam gas buang menjadi zat-zat yang kurang toksit atau tidak toksit (beracun) [1].

Catalytic Converter merupakan sebuah converter (pengubah) yang menggunakan media yang bersifat katalis, dimana media tersebut diharapkan dapat membantu atau mempercepat terjadinya proses perubahan suatu zat (reaksi kimia) sehingga gas seperti CO dapat teroksidasi menjadi CO₂ (Springer-Verlag. New York Inc, 1970) [1].

Catalytic Converter umumnya ditempatkan sebelum muffler untuk mendapatkan suhu kerja optimal sehingga dapat bekerja lebih efisien pada temperatur lebih dari 200 °C. Sedangkan pada suhu dibawah 200 °C, *Catalytic Converter* kurang efektif [2].



Gambar 1. Posisi Pemasangan *Catalytic Converter*

Penempatan *Catalytic Converter* juga tidak dapat terlalu dekat dengan exhaust port karena dapat melewati temperatur kerja aman bagi logam katalis, sehingga mempersingkat umur (cepat aus) pada *Catalytic Converter* [3].

Pemasangan *Catalytic Converter* pada saluran gas buang yang menggunakan bahan logam mulia, seperti katalis Pd, Pt dan Rh dengan penyangga alumina, silica dan keramik, saat ini memerlukan biaya yang cukup mahal dalam pembuatannya, sulit di dapat dan kurang cocok digunakan di Indonesia yang bahan bakarnya masih ada yang mengandung timbal (Pb). Jenis *Catalytic Converter* ini dapat mengkonversi emisi gas buang (CO, HC dan NO_x) cukup tinggi (80 - 90%) [4].

Oleh sebab itu penggunaan logam transisi yang mempunyai kelimpahan yang tinggi dan harga relatif murah dapat menjadi salah satu alternatif penggunaannya. Beberapa oksida logam transisi yang cukup aktif dalam mengoksidasi emisi gas CO antara lain : CuO, NiO dan Cr₂O₃ [5].

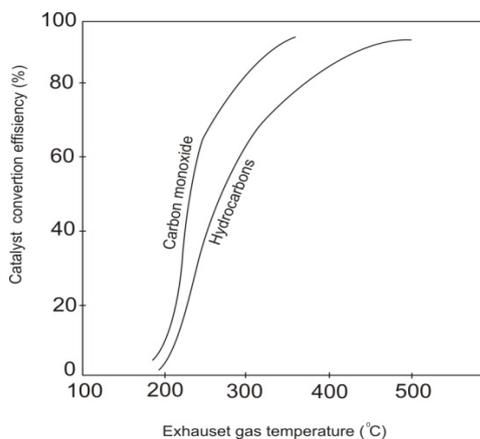
Bahan lain yang diketahui sebagai katalis oksidasi yaitu Platinium, Plutonium, nikel, Mangan, Chromium dan oksidanya dari logam-logam tersebut Sedangkan beberapa logam diketahui sebagai katalis reduksi, yaitu besi, tembaga, nikel paduan dan oksida dari bahan-bahan tersebut [6,7].

Disamping itu beberapa logam yang diketahui efektif sebagai bahan katalis oksida dan reduksi mulai dari yang besar sampai yang kecil adalah Pt, Pd, Ru > Mn, Cu >> Ni > Fe > Cr > Zn dan oksida dari logam-logam tersebut [2, 11].

Secara umum dengan merujuk pada program *Environment Sustainable Transportation* (EST), untuk mengontrol atau mengurangi polusi udara dari kendaraan bermotor (*internal combustion engine*) dapat dilakukan dengan cara modifikasi pada mesin, modifikasi penggunaan bahan bakar dan modifikasi pada saluran gas buang kendaraan bermotor [8, 12].

Salah satu teknologi rekayasa sebagai implementasi dari *Vehicle Emission Control* adalah modifikasi saluran gas buang dengan melakukan pemasangan *Catalytic Converter* pada system saluran pembuangan gas kendaraan bermotor [8].

Efektifitas kinerja pada *Catalytic Converter* ini dipengaruhi oleh temperatur. Pada fase tanpa katalis untuk oksidasi CO membutuhkan temperatur lebih besar dari 700 °C.



Gambar 2. Efisiensi Konversi CO Dan HC Berhubungan Dengan Temperatur Gas Buang [9].

Demikian pula pada proses oksidasi CO dan HC serta reduksi NO_x dengan menggunakan katalis pada saluran gas buang penurunan emisi gas buang dapat terjadi pada temperatur yang lebih rendah yaitu kurang dari 300 °C. Dengan demikian perubahan emisi gas buang pada motor bensin sangat dipengaruhi oleh temperatur kerja pada *Catalytic Converter* [9, 10].

Penelitian dilakukan dengan cara mengkaji dan melakukan rancang bangun *Catalytic Converter* dengan bahan *chasing* luar dari *Stainless Steel* dan bahan katalis jenis logam transisi, yaitu katalis Tembaga (Cu).

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui kinerja dari *Catalytic Converter* yang dipengaruhi oleh temperatur. Adapun secara khusus adalah mengkaji pengaruh perubahan temperatur *Catalytic Converter* terhadap penurunan keluar emisi gas buang Motor Bensin.

2. METODE PENELITIAN

Catalytic Converter yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan *chasing* bahan dari *Stainless Steel*. Sedangkan katalis yang digunakan adalah jenis logam Transisi yaitu katalis Tembaga seperti tampak pada gambar 3 dan 4 sebagai berikut:



Gambar 3. Casing Luar *Stainless Steel*

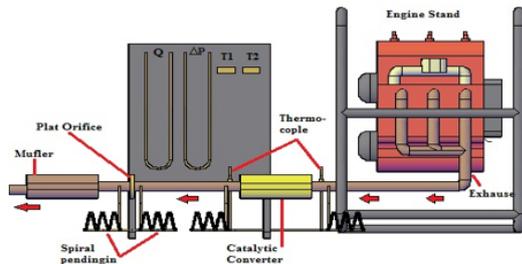


Gambar 4. Plat Katalis berbahan Tembaga



Gambar 5. Plat Katalis Berbahan Tembaga Krom (CuCr)

Mesin Uji yang digunakan adalah *Engine Stand* Toyota Kijang seri 5K, 4 silinder 1456 CC, dimana *Catalytic Converter* dipasang pada saluran gas buang yang diletakkan setelah *Exhaust Manifold* seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Skema Mesin Uji

Proses pengukuran temperatur emisi gas buang menggunakan alat *Thermocouple* seperti ilustrasi pada gambar 6. Alat ini digunakan untuk mengetahui temperatur gas buang dari *Exhaust Manifold* masuk ke *Catalytic Converter* dan temperatur gas keluar *Catalytic Converter*. *Thermocouple* yang digunakan adalah tipe K dengan range pengukuran 0 °C sampai dengan 1200 °C. Sedangkan thermo display menggunakan merk Autonics model T4YI dengan sensor *Thermocouple* tipe K menghasilkan range 0 °C - 1200 °C. Temperatur emisi gas buang di ukur sebelum masuk pada *Catalytic Converter* (T1) dan setelah melewati *Catalytic Converter* (T2).

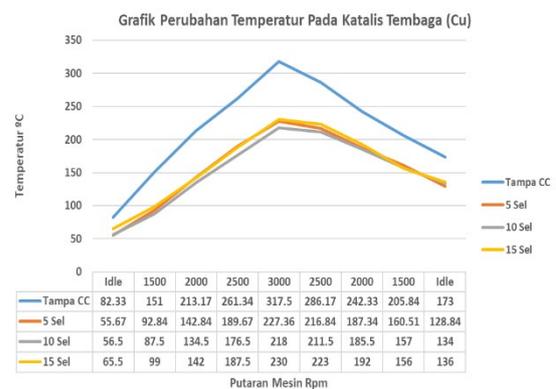
Adapun tahapan pengujian dimulai dengan pengukuran tanpa *Catalytic Converter*. dilanjutkan dengan pengukuran menggunakan *Catalytic Converter*, untuk variasi putaran mesin yang berbeda, mulai dari putaran idle, putaran 1500, 2000, 2500, 3000. Kemudian kembali turun pada putaran mesin 2500, 2000, 1500 dan sampai putaran idle. Pada tahap pengujian menggunakan *Catalytic Converter* ini, dilakukan dengan variasi jumlah sel katalis, mulai dari 5 sel, kemudian 10 sel dan 15 sel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pembahasan Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Temperatur Pada Katalis Tembaga.

Hasil pengujian yang dilakukan pada katalis Tembaga menunjukkan bahwa perubahan putaran mesin memiliki pengaruh signifikan terhadap perubahan temperatur *Catalytic Converter*.

Hasil pengaruh putaran mesin terhadap perubahan temperatur pada katalis tembaga (Cu) pada berbagai variasi jumlah sel katalis, mulai dari 5 sel, 10 sel dan 15 sel, ditunjukkan pada gambar 7, sebagai berikut:



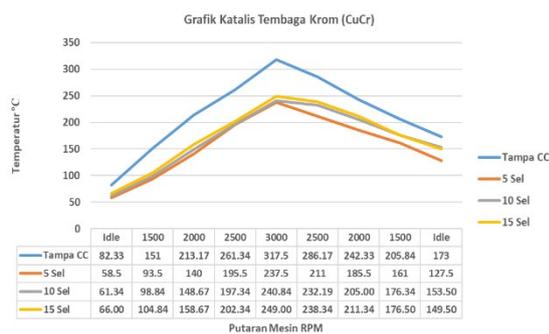
Gambar 7. Pengaruh putaran mesin terhadap temperatur Katalis Tembaga

Pada gambar 7 dapat dilihat pada pemakaian katalis Tembaga, bahwa perubahan putaran mesin yang meningkat akan menyebabkan temperatur menjadi semakin tinggi, dan begitu sebaliknya, pada penurunan putaran mesin temperatur kembali turun.

3.2 Hasil Pembahasan Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Temperatur Pada Katalis Tembaga Krom.

Hasil pengujian yang dilakukan pada katalis Tembaga Krom menunjukkan bahwa perubahan putaran mesin memiliki pengaruh signifikan terhadap perubahan temperatur *Catalytic Converter*.

Hasil pengaruh putaran mesin terhadap perubahan temperatur pada katalis tembaga (Cu) pada berbagai variasi jumlah sel katalis, mulai dari 5 sel, 10 sel dan 15 sel, ditunjukkan pada gambar 8, sebagai berikut:



Gambar 8. Pengaruh putaran mesin terhadap temperatur Katalis Tembaga Krom

Pada pemasangan katalis Tembaga Krom, pada gambar 8 di atas juga memiliki pola yang sama dengan katalis Tembaga, dapat dilihat bahwa perubahan putaran mesin yang meningkat akan menyebabkan temperatur menjadi semakin tinggi, dan begitu sebaliknya, pada penurunan putaran mesin temperatur kembali turun.

Jika melihat gambar 7 dan 8, terlihat bahwa penggunaan atau pemasangan *Catalytic Converter* pada kendaraan mesin uji menurunkan temperatur *Catalytic Converter*.

Pemasangan *Catalytic Converter* menyebabkan temperatur menjadi turun, pada putaran mesin 3000 rpm (tampa *Catalytic Converter*) temperatur 317,5 °C dan turun menjadi 227,36 °C pada 5 sel katalis, 218 °C pada 10 sel dan 230 °C pada 15 sel. (dengan *Catalytic Converter* (Cu)).

Sedangkan pada pemasangan *Catalytic Converter* katalis Tembaga Krom, pada putaran mesin 3000 rpm (tampa *Catalytic Converter*) temperatur 317,5 °C dan turun menjadi 237,5 °C pada 5 sel katalis, 240,84 °C pada 10 sel dan 249 °C pada 15 sel, dimana penurunan temperatur yang terjadi, lebih tinggi dengan pemakaian katalis Tembaga. Hal ini menunjukkan bahwa *Catalytic Converter* berfungsi membantu mempercepat proses oksidasi dan reduksi pada temperatur yang lebih rendah. Hal ini membuktikan bahwa pemasangan *Catalytic Converter* meningkatkan kemampuan kinerja katalis dengan semakin meningkatnya temperatur.

Sebagaimana dikemukakan oleh Heywood dan Heisler, bahwa perubahan emisi gas buang CO dipengaruhi oleh temperatur kerja pada *Catalytic Converter*. Dengan adanya *Catalytic Converter*, emisi gas buang CO menjadi lebih cepat berubah. Artinya pada kondisi rentang suhu yang lebih rendah *Catalytic Converter* mampu dan berfungsi mempercepat perubahan CO menjadi C dan CO₂ sehingga konsentrasi CO menjadi lebih kecil. [9], [10], [12].

4. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa perubahan putaran mesin mempengaruhi kenaikan temperatur *Catalytic Converter*, semakin tinggi putaran mesin temperatur naik dan sebaliknya pada putaran mesin rendah temperatur cenderung turun. Pemasangan *Catalytic Converter* menyebabkan temperatur menjadi turun, pada putaran mesin 3000 rpm (tampa *Catalytic Converter*) temperatur 317,5 °C dan turun menjadi 227,36 °C pada 5 sel katalis, 218 °C pada 10 sel dan 230 °C pada 15 sel. (dengan *Catalytic Converter* Cu). Sedangkan pada pemasangan *Catalytic Converter* katalis Tembaga Krom, pada putaran mesin 3000 rpm (tampa *Catalytic Converter*) temperatur 317,5 °C turun menjadi 237,5 °C pada 5 sel katalis, 240,84 °C pada 10 sel dan 249 °C pada 15 sel, dimana penurunan temperatur yang terjadi, lebih tinggi dengan pemakaian katalis Tembaga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Springer - Verlag New York Inc, 1970, Catalyst Handbook. Walfe Scientific Book, London - England.
- [2] Dowden, at all, 1970, Catalytic Hand Book, Verlag New York, Inc.
- [3] Irawan, 2004, Rancang Bangun Catalytic Converter dengan Material Substrat Tembaga (Cu) untuk Mereduksi Emisi Gas CO, Jurnal Traksi.
- [4] Warju, 2006, Pengaruh Penggunaan catalytic Converter Tembaga berlapis Mangan Terhadap Kadar Polutan Motor Bensin Empat langkah. Institut Teknologi Surabaya.
- [5] Obert, 1973, Internal Combustion Engine and Air Pollution, Third Edition. Harper & Row, Publisher, Inc, New York.
- [6] LIyod, 2011, Handbook of Industrial Catalysts, Fundamental and Applied Catalysts.

- [7] Matthey, 2014, Dennis Dowden and the Development of Catalytic Science, Technology Review, www.technology.matthey.com.
- [8] Irawan, B., 2007, Pengaruh Letak Pemasangan Catalytic Converter Terhadap Keluaran Emisi Gas Carbon Monoksida dan Hidro Carbon Motor Bensin, Majalah Traksi.
- [9] Heisler, H., 1995, Advanced Engine Tecnology Hodder Headline Group, London.
- [10] Heywood, John B, 1988, Internal Combustion Engine Fundamentals. International Edition. Graw-Hill, Inc., New York.
- [11] Irawan B., 2021, Pengaruh Perubahan Putaran Mesin Terhadap Temperatur Catalytic Converter Berbahan Logam Transisi Tembaga Mangan.
- [12] Irawan B., 2021, Effect Of Number Of Transition Metal Catalyst Cell Manganese Catalytic Converter On Exhaust Basis Emission Output Carbon Monoxide Motor Gasoline, Sintek Jurnal.