

**STUDI EKSPERIMENTAL REDUKSI EMISI GAS BUANG
DENGAN CATALYTIC CONVERTER BERBAHAN KUNINGAN
PADA ENGINE STAND EFI TOYOTA AVANZA**

Arif Feriansah¹

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan
Jl. Raya Pahlawan No.10 Gejlig – Kajen Kab.Pekalongan Telp : (0285) 385313

Email : arifferiansah8@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penurunan kadar emisi gas buang kendaraan bermotor saat menggunakan *catalytic converter* dengan variasi jumlah lubang 65, 115, dan 165. Mesin EFI dengan 4 silinder dipergunakan sebagai media uji *catalytic converter*. Pengujian menggunakan dua model. Model pertama dilakukan tanpa menggunakan *catalytic converter*. Model kedua dilakukan dengan menggunakan *catalytic converter*. Pengujian dilakukan pada putaran mesin antara 1000 - 3000 rpm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *Catalytic Converter* pada putaran mesin 1000 rpm dengan jumlah lubang 165 menurunkan emisi CO sebesar 0,23%. Kadar HC juga mengalami penurunan pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 51 ppm. Hasil perbandingan prosentase menunjukkan penurunan kadar CO dan HC saat menggunakan *catalytic converter* dan tanpa *catalytic converter* sebesar 29% dan 22%.

Kata kunci : Catalytic converter, Desain, Emisi, Rpm, EFI

Abstract

This study aims to determine the effect of reducing motor vehicle exhaust emission levels when using a catalytic converter with variations in the number of holes 65, 115 and 165. EFI engine with 4 cylinders is used as a catalytic converter test medium. Testing using two models. The first model was done without using a catalytic converter. The second model is done using a catalytic converter. The test is carried out at engine speed between 1000 - 3000 rpm. The test results show that the Catalytic Converter at 1000 rpm engine speed with 165 holes reduces CO emissions by 0.23%. HC levels also experienced a decrease at 3000 rpm engine speed of 51 ppm. The percentage comparison results showed a decrease in CO and HC levels when using a catalytic converter and a counter catalytic converter by 29% and 22%.

Keywords: Catalytic converter, Design, Emission, Rpm, EFI

1. Pendahuluan

Penggunaan kendaraan bermotor di dalam kehidupan manusia tidak bisa dikurangi, seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia. Hal yang perlu diperhatikan adalah meningkat pula pencemaran udara yang tidak diimbangi dengan upaya pelestarian lingkungan. Beranjak dari pemikiran tersebut, maka penulis melakukan penelitian terhadap pengaruh *Catalytic Converter* kuningan Terhadap Emisi Gas Karbonmonoksida dan Hidrokarbon dari hasil kerja kendaraan bermotor, yang dipasang pada exhouse manifold.

Beberapa literatur menjelaskan bahwa kinerja *Catalytic Converter* tergantung pada beberapa parameter desain Poliana et al. (2014). *Catalytic converter* sebagai pengurangan kadar emisi gas buang pada otomotif, harus memiliki fungsi menjalankan secara independen dari bahan bakar yang digunakan secara fleksibel. kendaraan dengan berbahan bakar etanol mempengaruhi *catalytic converter* dalam kinerjanya, untuk melakukan penelitian ini three way *catalytic converter* (TWC) di dalam kendaraan yang beroperasi pada sasis dinamometer dengan 30.000 km. Metode analisis yang berbeda diterapkan untuk menganalisa Penuaan *catalytic converter*, menggunakan kendaraan yang dioperasikan selama 30.000 km di atas sasis dinamometer, Tipe bahan bakar tidak mempengaruhi hasil yang diperoleh pada akhir *catalytic converter* periode penuaan. Meski demikian, hingga 20.000 km operasi kendaraan, ada indikasi bahwa perbedaan bahan bakar dan Komposisi produk pembakaran dapat mempengaruhi konversi CO dan NOx.

Fan Zeng et al. (2016). Kemampuan *catalytic converter* tiga arah (TWC) untuk merawat knalpot dari mesin berbahan bakar gas alam dievaluasi dengan simulasi numerik. Permukaan yang komprehensif dan termodinamika yang konsisten. Mekanisme reaksi yang menggambarkan reaksi permukaan di TWC dibangun dengan mengkompilasi elementer step. langkah kinetika reaksi yang melibatkan CH₄, CO, formaldehid, NOx dari sumber literatur. Parameter reaksi diambil dari literatur dan perhitungan pas. Mekanismenya diimplementasikan dalam model PFR satu dimensi yang menggambarkan satu saluran katalis. Hasil simulasi tersebut dievaluasi dengan perbandingan antar data lapangan yang

dikumpulkan dari TWC yang dioperasikan secara isothermal pada keadaan mapan. model meramalkan tren utama dalam konversi / pembentukan semua spesies di TWC dengan rentang yang luas rasio udara terhadap bahan bakar. Analisis sensitivitas digunakan untuk mempelajari langkah-langkah reaksi kunci yang mempengaruhi knalpot fraksi mol emisi. Langkah-langkah reaksi sangat penting untuk proses pemodelan dan memprediksi hasil eksperimen dengan pakan kaya bahan bakar (= 0,953), Konversi CO sedikit under predicted karena konversi yang tinggi O₂ yang menyebabkan oksigen tidak mencukupi untuk oksidasi CO lebih lanjut. Konversi NOx tinggi pada kondisi kaya bahan bakar karena reducagen seperti CO dan HO yang mempercepat konversi NOx. Dalam kondisi bersandar bahan bakar, CO hampir seluruhnya di konversi, dan oksigen yang berlebihan selanjutnya menurunkan konsentrasi CO.

Mark A Hoffman et al. (2015). Melakukan penelitian Model semi empiris untuk memprediksi suhu *catalytic converter* dengan modeling twc yang banyak digunakan untuk mengurangi oksida nitrogen. Dengan orientasi model suhu twc divalidasi pada uji ekasperimental pada kendaraan bermotor. Jacek Hunicz et al. (2016). Data hasil yang diperoleh adalah penilaian efisiensi standar *three way catalytic converter* (TWC) untuk Percobaan dilakukan pada satu silinder mesin injeksi langsung dengan kemampuan dioperasikan dalam mode overlap katup negatif, untuk mencapai pembakaran. Mesin dijalankan di bawah kondisi operasi variabel dan strategi pembentukan campuran, yang memberikan komposisi gas buang yang keluar berbeda. Transformasi inframerah Fourier Sistem analitik digunakan untuk pengukuran komposisi gas buang. Diperoleh hasilnya menunjukkan bahwa selain pengurangan senyawa beracun, emisi hidrokarbon juga mengalami efisiensi konversi bervariasi antara 53% dan 61% untuk pembakaran HCCI, sedangkan itu sekitar 85% untuk pembakaran SI.

Pierre Michel et al. (2014). Karena standar emisi kendaraan yang lebih ketat, Hybrid Electric Vehicles (HEV) mulai dikembangkan. Dengan mesin bahan bakar Bensin-HEV dilengkapi dengan 3-Way *Catalytic Converter* (3WCC). Jadi sistem agensi kendaraan tersebut, yang harus mengurangi tidak hanya konsumsi bahan bakar, tapi juga Emisi kendaraan tersebut,

harus mempertimbangkan pemanasan 3WCC. Strategi pengelolaan energi yang terkandung polutan disajikan dalam Model multi-0D 3WCC dibangun dari persamaan fisik, dengan kompleksitas yang baik. Strategi optimal off-line memungkinkan minimisasi bersama terhadap polusi dan konsumsi bahan bakar dengan hanya satu parameter yang akan disesuaikan, sambil mempertimbangkan semua emisi polutan standar. Strategi ini mengurangi emisi kendaraan secara signifikan untuk konsumsi bahan bakar yang terarah untuk menentukan pemanasan 3WCC. Dengan demikian strategi pemanasan on-line diterapkan di bangku uji HyHIL (*Hybrid Hardware In the Loop*), mengurangi emisi polutan dari strategi penuntutan muatan klasik sebesar 30% untuk CO dan 10% untuk NOX.

A. Takigawa et al.(2005). Emisi hidrokarbon dari catalytic converter tiga arah dengan mesin bensin diselidiki secara eksperimental. Hasilnya menunjukkan bahwa converter memiliki aktivitas oksidasi katalitik yang lebih rendah untuk metana dari pada hidrokarbon lainnya, dan degradasi katalis dengan hasil penggunaan secara signifikan. Efek dari kondisi operasi mesin pada emisi CH₄, C₂H₆, C₂H₄, C₃H₈ dan C₃H₆ dari mesin bensin yang dilengkapi dengan catalytic converter tiga arah diselidiki sehubungan dengan kecepatan mesin, jarak tempuh, beban dan jenis bahan bakar. Telah diklarifikasi bahwa *catalytic converter* emisi CH₄ meningkat selama masa operasi *catalytic converter*. Emisi CH₄ maksimum meningkat dari 70 ppm dari converter baru menjadi 100 ppm setelah operasi 78.000 km. Suhu cahaya dari *catalytic converter* untuk oksidasi hidrokarbon juga ditemukan meningkat dari 548 menjadi 598 K dengan jarak tempuh. Rasio konsentrasi CH₄ terhadap total hidrokarbon meningkat dengan meningkatnya kecepatan kendaraan.

Senthil Ramalingam et al.(2017), meneliti tentang penggunaan catalytic converter, untuk mengurangi emisi gas buang mesin diesel berbahan bakar biodiesel. Dengan meletakkan *catalytic converter* diatas piston(chamber) melalui parameter operasi katalitik konverter.

Chaouki Bendjaouahdou,(2013). membahas masalah pengendalian emisi gas buang dengan simulasi besarnya temperatur atau Kontrol suhu katalis maksimal, untuk menghindari terjadinya

hot spot, karena panas yang akan mempengaruhi konversi, selektivitas dan umur katalis. pada pengendalian reaktor katalitik yang digunakan dalam penurunan emisi gas buang dalam praktek industri untuk produksi.

K. C. Taylor,(1987). Mengidentifikasi *catalytic converter* sebagai salah satu komponen untuk mereduksi emisi gas buangan berupa hidrokarbon, karbon monoksida, dan nitrogen oksida ke atmosfer. Karena zat ini berbahaya bagi kesehatan masyarakat. Salah satu teknologi rekayasa yang dapat digunakan untuk mengurangi polusi udara adalah dengan pemakaian *Catalytic Converter* yang dipasang pada saluran gas buang kendaraan bermotor, dari bahan logam mulia seperti : Palladium, Platinum, dan Rodium.

Chirag M. Amin,(2012). Menggunakan tembaga sebagai *catalytic converter* pada mesin empat langkah dgn volume 1,54 m³ dengan hasil mampu mengurangi hc sebesar 38% dan co sebesar 33% dengan efektif dan efisien serta dengan biaya yang rendah.

Fatemeh Mianzaravand et al.(2017). Melakukan Studi experimental efektifitas *catalytic converter* pada emisi kendaraan bermotor dengan simulasi cfd dan studi kinetik, yg dianggap sebagai salah satu cara paling efektif dalam mengurangi emisi gas buang. dengan menggunakan metode cfd untuk mengetahui efektifitas penurunan emisi hc dan co dengan variabel tiga suhu pemanasan yang berbeda (600,800,1000k) dengan durasi pemanasan (20,25,35detik), hasil menunjukkan bahwa menggunakan studi kinetik lebih efektif dan suhu pemanasan minimum yang diperlukan *Catalytic converter* 450 °k.

Ali Mokhtar, (2012). Dalam penelitiannya melakukan studi experimental *Catalytic converter* jenis katalis pipa tembaga berlubang, dan memperoleh hasil dengan *Catalytic Converter* mengalami penurunan kadar emisi CO sebesar 36,904 % dan penurunan kadar CO₂ sebesar 49,7338%, dibanding tanpa *Catalytic Converter*, hal ini terjadi karena gas asap yang keluar melalui *catalytic converter* terjadi proses reduksi dan oksidasi yang cukup baik. hal ini terjadi akibat dari aliran yang tidak banyak terhalang oleh sekat-sekat dan tidak terjadi turbulensi, maka dapat disimpulkan bahwa model dengan *Catalytic Converter* jenis katalis pipa tembaga berlubang mengalami penurunan emisi yang signifikan dan juga menunjukkan bahwa dengan menggunakan

Catalytic converter secara umum dapat mengurangi emisi gas buang.

2. Metode Pengujian

Pengujian desain yang diselidiki dalam penelitian ini adalah perbedaan pengaruh tanpa penggunaan dan penggunaan *Catalytic Converter* berbahan Kuningan (CuZn) Sebagai bahan Catalytic Converter, untuk mengurangi emisi gas buang kendaraan bermotor berupa HC dan CO, dengan jumlah variasi lubang *catalytic converter* 165,115 dan 65 dan untuk menganalisis pengaruh kondisi operasi penggunaan *catalytic converter* terhadap kinerja dan nilai emisi, dengan variasi putaran mesin 1000,1500,2000,2500 dan 3000 rpm. seperti ditunjukkan pada gambar 1 dan 2.



(a) Lubang 165 (b) Lubang 115 (c) Lubang 65

Gambar 1. Dudukan lubang pipa *Catalytic converter* dengan 165,115,65 lubang.

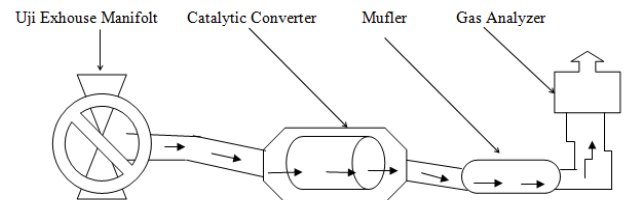


Gambar 2. Desain isi Catalys Tinggi 95 mm, Tebal dudukan 1,5 mm dan Tebal pipa 0,05 mm

2.1. Parameter utama impeler dirinci dalam tabel 1. Di bawah ini :

Dimension	Catalys A	Catalys B	Catalys C
Jumlah lubang	165	115	65
Diameter dudukan pipa kecil (mm)	2	2	2
Diameter pipa kecil (mm)	1,5	1,5	1,5
Diameter Catalys (mm)	90	90	90
Tinggi Catalys (mm)	95	95	95

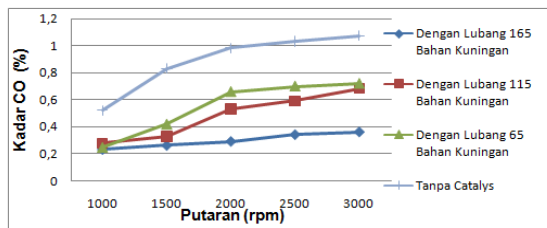
Penelitian ini dilakukan pada efektifitas penggunaan *Catalytic converter* dengan mesin pembakaran dalam berbahan bakar pertalite yang dipasang pada exhouse manifold. *Catalytic converter* yang dianalisa bervariasi dengan tiga buah spesimen lubang *Catalytic converter* 165, 115 dan 65 lubang dengan menggunakan variasi putaran mesin 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 rpm, hasil emisi gas buang yang diukur adalah HC dan CO dengan menggunakan Gas Analyzer sebagai alat pengukur emisi gas buang.



Gambar 3. Tes Catalytic converter

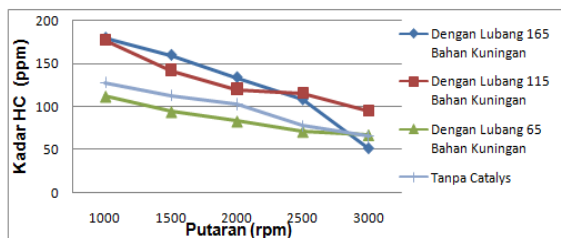
3. Hasil dan pembahasan

Gambar 4 menunjukkan perbandingan penurunan kadar CO tanpa Catalytic Converter dan Catalytic Converter Kuningan dengan jumlah lubang 165,115,dan 65 dengan putaran 1000,1500,2000,2500,3000 rpm. Berdasarkan dari gambar 4 dapat diamati bahwa rata-rata kadar gas karbonmonoksida (CO) dari hasil pengukuran nilai kadar gas CO pada pengujian catalytic converter kuningan ini diperoleh data penurunan gas CO terendah terdapat di catalytic converter kuningan lubang 165 pada putaran 1000 rpm sebesar 0,23%.



Gambar 4. Perbandingan pengujian kadar CO tanpa Catalys dan dengan Catalys bahan kuningan, dengan 3 jenis tipe lubang 165,115,65

Gambar 5. menunjukkan perbandingan penurunan kadar Hc tanpa *Catalytic Converter* dan *Catalytic Converter* Kuningan dengan jumlah lubang 165,115,dan 65 dengan putaran 1000,1500,2000,2500,3000 rpm pada gambar5 dapat diamati bahwa penurunan nilai kadar gas HC terendah terdapat di catalytic converter kuningan lubang 165 pada putaran 3000 rpm sebesar 51 ppm.



Gambar 5. Pengujian kadar HC tanpa Catalys dan dengan Catalys bahan kuningan, dengan 3 jenis tipe lubang 165,115,65

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penurunan kadar CO *catalytic converter* kuningan sebesar 55% dan penurunan kadar HC sebesar 22%, dibandingkan dengan tanpa menggunakan *catalytic converter*, penurunan terjadi pada *catalytic converter* kuningan dengan lubang 165 pada putaran 3000 rpm, sehingga *catalytic converter* ini dapat dijadikan salah satu acuan untuk memakai *catalytic converter* inibagi kendaraan yang belum adacatalytic converternya.

Ucapan Terimakasih

Kami ucapkan terima kasih banyak kepada Kepala laboran dan yang terlibat dalam penelitian skala kecil ini sehingga Alhamdhulillah artikel bisa terselesaikan dengan baik dan tak lupa kami ucapan terima kasih juga kepada Jurusan Teknik

Mesin Fakultas Teknik Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan atas fasilitas yang diberikan

Daftar Pustaka

- [1] Chaouki Bendjaouahdou.(2013).*Control Of The Hot Spot Temperature In An Industrial SO2 Converter*. vol.428 – 443.Elsevier
- [2] Fan Zeng, Keith L. Hohn.(2016). *Modeling of three-way catalytic converter performance with exhaust mixture from natural gas-fueled engines*. Applied Catalysis B: Environmetal 182 pages 570-579.Elsevier
- [3] K.c.Taylor .(1987) *Automobile Catalytic Converter*.Elsevier Science Publishers B.V.Amsterdam
- [4] Mark A Hoffman , Irfan Kil , Joseph Dekar , Travis Hamilton , Jeff Wuttke , Michael A Smith , stefano sabatini , Simona Onori. (2015).*A New Semi-Empirical Temperature Model for the Three Way Catalytic Converter* . IFAC (International Federation of Automatic Control) Hosting by Elsevier Ltd. All rights reserved.
- [5] Pierre Michel, Alain Charlet, Guillaume Colin, Yann Chamillard, Gérard BlochCédric Nouillant.(2015).*Optimizing fuel consumption and pollutant emissions of gasoline-HEV with catalytic converter*. Control Enginerering Practice.
- [6] Poliana Rodrigues de Almeida, Akira Luiz Nakamura, Jose Ricardo Sodre.(2014).*Evaluation of catalytic converter aging for vehicle operation with ethanol* .Energy Procedia. Elsevier. Thermal Engineering 71 (2014)
- [7] Senthil Ramalingam, Silambarasan Rajendran, Pranesh Ganesan.(2017). *Performance improvement and exhaust emissions reduction in biodiesel operated diesel engine through the use of operating parameters and catalytic converter*.www.elsevier.com/locate/csite.
- [8] Takigawa , A. Matsunami, N. Arai.(2005). *Methane emission from automobile equipped with three-way catalytic converter while driving* Thermal Engineering.Vol 30 pages 461-473