

Effect of Honeycomb-Shaped Stainless Steel Plate Catalyst on Motorcycle Exhaust Emissions

[Pengaruh Katalis Berbahan Plat Stainless Steel Berbentuk Sarang Lebah Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Sepeda Motor]

Iqbal Fajri¹⁾, Prantasi Harmitjahjanti²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: prantasiharmitjahjanti@umsida.ac.id

Abstract. Air pollution in Indonesia is mainly caused by motor vehicle exhaust emissions, which have reached more than 133 million units. These emissions contain carbon monoxide (CO) and hydrocarbons (HC) from incomplete combustion, both harmful to human health. One way to control emissions is by using a catalytic converter in the exhaust system. Conventional converters use precious metals such as platinum, palladium, and rhodium, but their high cost limits application. Therefore, this study analyzes the effectiveness of a honeycomb-shaped stainless steel catalytic converter in reducing CO and HC emissions from a Supra X125 motorcycle. Tests were conducted at engine speeds of 1500, 2500, and 3500 rpm, with and without the converter. The results showed lower CO and HC levels after installation, with the highest effectiveness at 3500 rpm, where CO dropped from 6.21% to 2.30% and HC decreased by 136 ppm, from 430 ppm to 361 ppm.

Keywords - Exhaust emissions, Catalytic converter, Stainless steel

Abstrak. Pencemaran udara di Indonesia sebagian besar disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor yang mencapai lebih dari 133 juta unit. Emisi tersebut mengandung karbon monoksida (co) dan hidrokarbon (hc) akibat pembakaran tidak sempurna yang berbahaya bagi kesehatan. Salah satu upaya pengendalian emisi adalah penggunaan catalytic converter pada sistem pembuangan. Umumnya catalytic converter berbahan logam mulia seperti platinum, palladium, dan rhodium, namun harganya mahal dan sulit diperoleh. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas catalytic converter berbahan stainless steel berbentuk sarang lebah dalam menurunkan emisi co dan hc pada motor Supra x125. Metode penelitian dilakukan dengan pengujian pada variasi putaran mesin 1500 rpm, 2500 rpm, dan 3500 rpm dengan dan tanpa catalytic converter. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan kadar co dan hc setelah pemasangan catalytic converter berbahan stainless steel, dengan efektivitas paling tinggi pada putaran mesin 3500 rpm, yaitu nilai CO turun dari 6,21% sebesar 3,91% menjadi 2,30% dan nilai HC turun sebesar 136ppm dari 430 ppm menjadi 361 ppm

Kata Kunci - Emisi gas buang, Catalytic converter, Stainless steel

I. PENDAHULUAN

Pencemaran udara di Indonesia akibat emisi gas buang kendaraan bermotor semakin hari semakin meningkat. Menurut Badan Pusat Statistik, penyumbang pencemaran terbesar berasal dari sektor transportasi yaitu pada kendaraan bermotor dengan jumlah 133.617.012 unit [1]. Maka dari itu kendaraan bermotor memiliki pengaruh yang tinggi terhadap pencemaran udara yang dihasilkan dari emisi gas buang daripada sector lain. Emisi Gas buang dari kendaraan bermotor mengandung komponen berbahaya seperti CO (Karbon Monoksida), yaitu gas beracun tidak berwarna dan tidak berbau yang terbentuk dari pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna [2]. Gas HC (Hidrokarbon) yaitu senyawa dari bahan bakar yang tidak terbakar habis selama proses pembakaran mesin [3]. Gas-gas tersebut dihasilkan dari proses pembakaran tidak sempurna pada kendaraan bermotor yang dapat menimbulkan pencemaran udara. Udara yang tercemar oleh zat tersebut dapat membahayakan kesehatan tubuh yang berbeda tingkatan dan jenisnya tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimianya [4]

Oleh sebab itu diperlukan pengendalian emisi gas buang yang berbahaya pada kendaraan bermotor yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna, mengingat dampak yang ditimbulkan dapat membahayakan bagi kesehatan. Beberapa metode yang bisa dilakukan untuk mengurangi emisi kendaraan adalah menyempurnakan proses campuran bahan bakar dan memberikan perlakuan khusus emisi gas buang, salah satunya yakni dengan memasang *catalytic converter* pada saluran buang kendaraan sebagai alat pengendali emisi [5].

Konverter Catalic (*catalytic converter*) sendiri merupakan salah satu teknologi yang sering diaplikasikan pada kendaraan. *Catalytic Converter* berfungsi untuk mempercepat oksidasi emisi hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO), sehingga emisi yang keluar lebih ramah lingkungan [6]. Salah Satu bahan dasar dari pembuatan *catalytic*

converter adalah *Paladium*, *Platatinum* dan *Rhodium*. Alasan pemilihan bahan tersebut dikarenakan *Platinum* mempunyai keaktifan yang tinggi selama proses oksidasi karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC), sedangkan *Rhodium* sangat aktif selama proses reduksi nitrogen oksida (NOx). Akan tetapi tidak semua kendaraan bermotor dilengkapi dengan *catalytic converter*, dikarenakan bahan tersebut memiliki ketersediaan yang langka dan harganya yang relatif mahal. [7] Selain logam mulia, logam lain yg bisa dipakai menjadi katalis adalah tembaga, nikel, aluminium, besi, *stainless steel & chromium*. Umumnya penelitian-penelitian di perguruan tinggi menggunakan bahan-bahan logam transisi antara lain tembaga, kuningan, dan *stainless steel* [8].

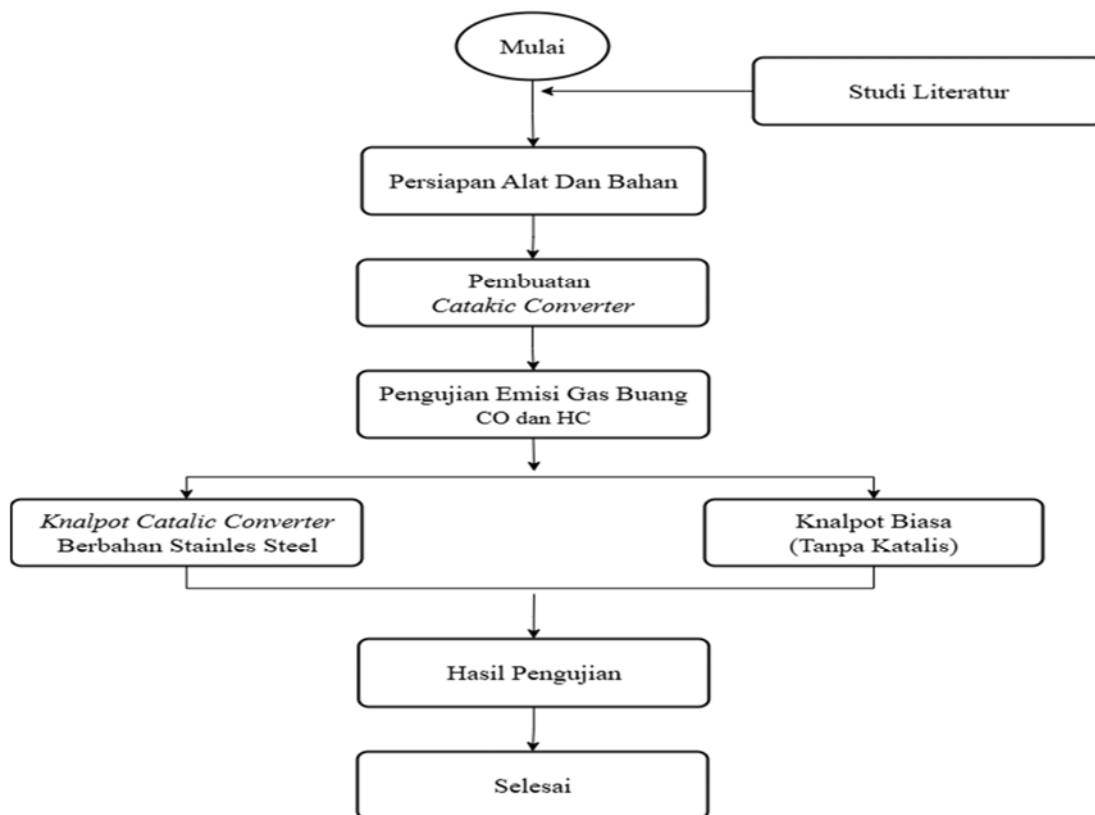
Maka dari itu dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan *catalytic converter* berbahan *stainless steel* berbentuk sarang lebah terhadap emisi gas buang kendaraan bermotor. Penambahan *catalytic converter* dari bahan *stainless steel* sebagai katalisnya bertujuan guna mengetahui seberapa besar pengaruh pemakaian katalis ini terhadap penurunan kadar emisi gas buang CO dan HC pada motor bensin dibandingkan dengan tidak memakai *Catalytic Converter* di tinjau dari berbagai variasi putaran mesin

Pemilihan bahan *stainless steel* sendiri dikarenakan lebih terjangkau, mudah didapatkan, dan mempunyai sifat ketahanan terhadap suhu tinggi [9]. Selain itu bahan *stainless steel* sendiri memiliki nilai konduktivitas pada $16.2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ dan titik lebur pada $1400\text{-}1450 \text{ (}^\circ\text{C)}$ yang baik digunakan sebagai bahan katalis. Karena semakin tinggi konduktivitas termal dan titik lebur suatu bahan, maka semakin bagus pula bahan tersebut untuk digunakan sebagai katalis [10]. Dan semakin merata gas buang mengenai permukaan *catalytic converter* maka semakin besar terjadinya proses reduksi emisi. [5]

II. METODE

Diagram Alir Penelitian

Pada diagram alir ini dibuat supaya penelitian terlaksana sesuai dengan tahapan dan prosedur pembuatan pada saat melakukan penelitian. Flowchart penelitian dari “Pengaruh Katalis Berbahan Plat *Stainless Steel* Berbentuk Sarang Lebah Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Sepeda Motor” seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



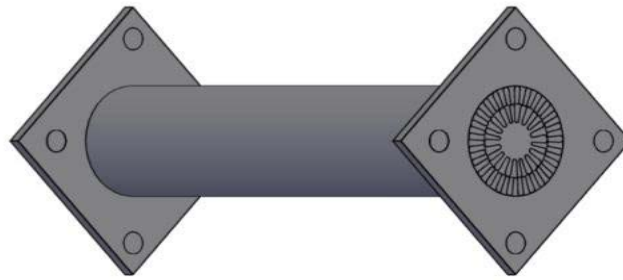
Gambar 1. Flowchart Penelitian.

Alat Dan Bahan Yang Digunakan

Alat dan bahan yang akan digunakan oleh penulis dalam penelitian ini untuk membantu melakukan pengujian ini, diantaranya adalah sepeda motor supra x 125cc, *exhaust gas analyzer (ega)*, *digital tachometer* tool box.satu unit knalpot motor supra x 125 cc, bahan bakar pertalite, dan *catalytic converter* dengan katalis berbahan stainless steel berbentuk sarang lebah

Desain Catalytic Converter

Desain *catalytic converter* yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan desain penelitian Parsetyo dan Fahrurrozi [10] seperti ditunjukkan pada gambar 2.

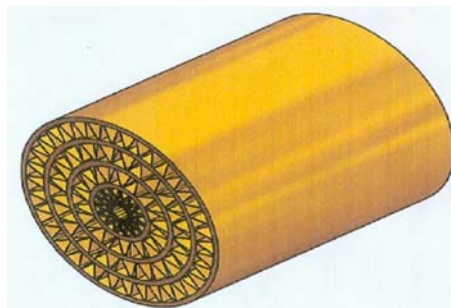


Gambar 2. Desain *catalytic converter*

Katalis *catalytic converter* terdiri dari dua bagian yaitu konstruksi bagian luar yang berupa rumah katalis (*chasing*) dan penopang berbentuk silinder dengan dimensi panjang 250 mm dan diameter lubang silinder 100 mm. Lalu bagian dalam berupa katalis yang terbuat dari bahan plat stainless steel dengan diameter 90 mm dan tebal 0,2 mm dengan disusun berbentuk sarang lebah agar pada saat gas buang melewati katalis akan terjadi tumbukan yang dapat meningkatkan laju reaksi dalam proses oksidasi gas buang dari kendaraan.

Catalytic Converter Stainless Steel Berbentuk Sarang Lebah

Catalytic Converter stainless steel yang berbentuk sarang lebah merupakan katalis yang menggunakan struktur sarang lebah dengan bahan dasar *stainless steel*. *Catalytic Converter stainless steel* berbentuk sarang lebah merupakan katalis yang terbuat dari bahan plat *stainless steel* yang dipotong kemudian dibentuk sirip-sirip menyerupai sarang lebah. Katalis *stainless steel* berbentuk sarang lebah memberikan permukaan yang lebih luas memastikan efisiensi katalis yang tinggi, dengan kontak yang baik antara katalis dan reaktan, pemotongan plat *stainless steel* dibentuk sirip-sirip memungkinkan gas buang mengenai katalis terlebih dahulu sebelum keluar dari knalpot. Sehingga akan terjadi proses reduksi emisi gas buang yang lebih optimal. Dikarenakan menurut Mochtar [11] semakin besar ruang gas buang yang mengenai permukaan katalis maka semakin besar pula proses reduksi gas emisi yang dihasilkan.



Gambar 3. Katalis *stainless steel* yang berbentuk sarang lebah[11]

Analisa Dan Perhitungan Data Hasil Pengujian

Penelitian ini menggunakan metode analisis data deskriptif, dimana data yang diperoleh dari hasil pengujian eksperimen dimasukkan ke dalam tabel, dan ditampilkan dalam bentuk grafik kemudian dibandingkan dan dianalisis kadar emisi gas buang kendaraan bermotor berupa gas CO dan HC dari hasil knalpot tanpa *Catalytic Converter* dan dengan knalpot menggunakan *Catalytic Converter*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan *Catalytic Converter* Berbahan *Stainless Steel*

Hasil pembuatan casing luar dan katalis berbahan *stainless steel*

Pembuatan *catalytic converter* terdiri dari konstruksi bagian dalam dan konstruksi bagian luar katalis (rumah katalis). Untuk bagian dalam katalis terbuat dari plat *stainless steel* dengan ketebalan 0.2 mm dan kemudian dibentuk menyerupai sarang lebah. Pada bagian ini berfungsi sebagai penyaring untuk mereduksi kandungan emisi gas buang yang dihasilkan. Sedangkan pembuatan rumah dibuat dengan pipa *stainless steel* dengan ukuran Panjang 100 mm dan diameter 50mm kemudian dilas pas dudukannya yang terbuat dari besi. Adapun hasilnya ditunjukkan seperti pada pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil pembuatan casing luar katalis berbahan *stainless steel*



Gambar 5. Hasil pembuatan bagian katalis berbentuk sarang lebah

Pemasangan *Catalytic Converter*

Pemasangan *catalytic converter* pada sepeda motor Supra x125 dilakukan pada sela knalpot antara leher pipa depan knalpot dan *silencer*. Penyambungan dilakukan menggunakan baut pada kedua sisi antara pipa depan knalpot dengan *silencer* knalpot. Pemasangan *Catalic Converter* pada knalpot dapat ditunjukkan seperti pada pada gambar 6.

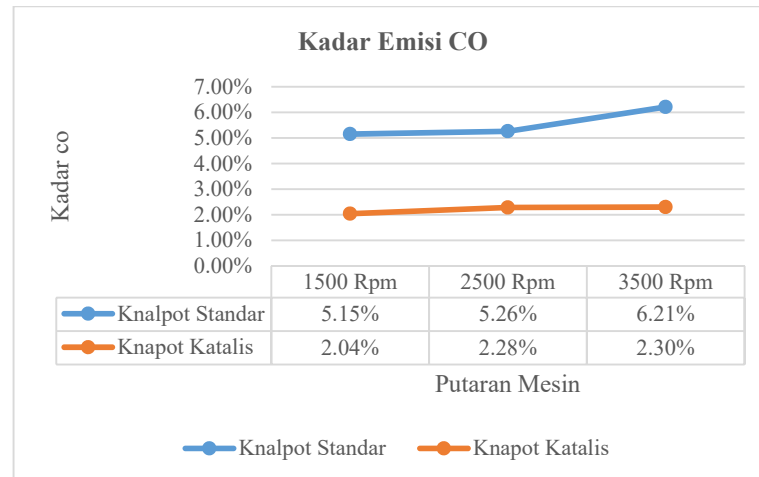


Gambar 6. Pemasangan *Catalic Converter* pada knalpot

B. Hasil Pengujian Kandungan Emisi Gas Baung

Hasil Pengujian Kandungan Kadar CO

Berikut hasil pengujian kandungan kadar CO pada knalpot menggunakan katalis dan tidak (knalpot standar)



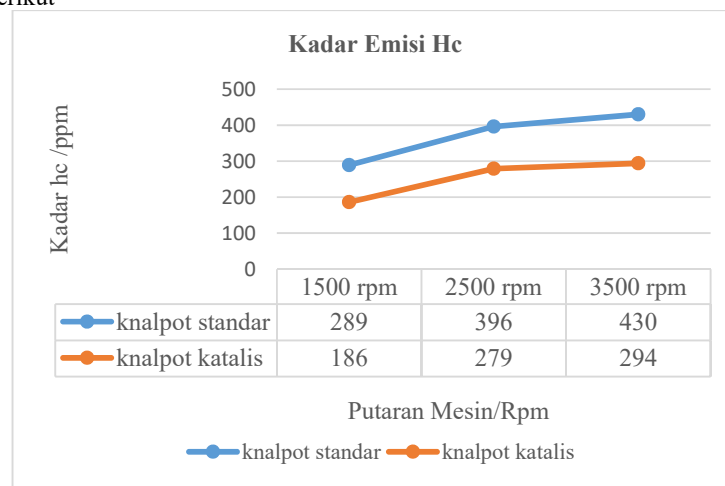
Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas Co

Melihat data pada grafik diatas nilai emisi gas CO pada putaran mesin 1500 rpm sampai 3500 rpm nilai konsentrasi emisi gas CO dengan knalpot bercatalytic converter lebih rendah dibandingkan nilai emisi gas CO dengan knalpot standar atau bisa dikatakan bahwa nilai emisi gas CO tersebut bisa diturunkan dengan menggunakan knalpot bercatalytic converter tersebut.

Dilihat bahwa kandungan kadar emisi gas CO pada putaran mesin 1500 rpm, terjadi penurunan konsentrasi emisi gas CO secara signifikan yaitu nilai konsentrasi turun dari 5,15% sebesar 3,11% menjadi 2,04 %. Pada putaran mesin 2500 rpm terjadi penurunan nilai emisi gas CO dari 5,26% sebesar 2,98% menjadi 2,28%, dan pada putaran mesin 3500 rpm nilai konsentrasi turun dari 6,21% sebesar 3,91% menjadi 2,30%

Hasil Pengujian Kandungan Kadar HC

Hasil pengujian kandungan kadar HC pada knalpot menggunakan katalis dan tidak menggunakan katalis (knalpot standar) adalah sebagai berikut



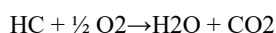
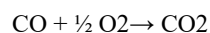
Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas HC

Dari grafik diatas, penggunaan bahan katalis sebagai *Catalytic converter* dapat mengurangi HC yang dikeluarkan dari knalpot. Ini terjadi karena gas asap yang keluar melalui *catalityc converter* terjadi proses oksidasi dan reduksi dengan baik sehingga emisi HC bisa turun. Melihat data pada grafik, penurunan nilai emisi gas HC pada putaran mesin

1500 rpm, terdapat penurunan konsentrasi emisi gas HC secara signifikan yaitu nilai konsentrasi turun sebesar 103ppm dari 289ppm menjadi 186ppm. Pada putaran mesin 2500 rpm terjadi penurunan nilai emisi gas HC menggunakan katalis converter sebesar 117ppm dari 396 ppm menjadi 279 ppm. Dan pada putaran mesin 3500 rpm nilai konsentrasi turun sebesar 136 dari 430 ppm menjadi 361 ppm.

C. Pembahasan

Melihat dari dhua grafik diatas, penggunaan bahan katalis berbahan dasar stainless steel dan berbentuk sarang lebah sebagai *catalytic converter* dapat mengurangi emisi gas buang dilihat dari pengurangan kadar emisi CO dan HC menggunakan knalpot katalis dan tidak (knalpot origin). Pengurangan kadar CO dan HC terbesar terjadi pada putaran mesin 3500 rpm. Ini terjadi karena konduktivitas termal yang tinggi pada logam *stainless steel* mempercepat tercapainya reaksi oksidasi CO dan HC sehingga dapat berlangsung lebih efektif dan emisi dapat ditekan secara signifikan [10]. Menurut Sulistiyono dan Warju [12] reaksi dalam pembakaran *katalitik Konvertor* adalah reaksi kimia seperti berikut:



Katalis *stainless steel* berbentuk sarang lebah juga memungkinkan gas buang mengenai katalis terlebih dahulu sebelum keluar dari knalpot. Sehingga akan terjadi proses oksidasi dan reduksi emisi gas buang yang lebih optimal. Menurut Mokhtar dan Wibowo [5] semakin besar emisi gas buang yang mengenai permukaan *katalis* maka semakin besar pula proses reduksi gas emisi yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dimana emisi gas buang HC dan CO mengalami penurunan sebelum dan sesudah menggunakan katalis berbahan stainless steel berbentuk sarang lebah

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan dapat diambil sesuai dengan topik artikel ini. Penggunaan bahan katalis berbahan *stainless steel* berbentuk sarang lebah sebagai *catalytic converter* dapat mengurangi kadar emisi gas buang HC dan CO yang dikeluarkan dari knalpot sepeda motor supra x 125. Pengurangan tertinggi kadar emisi HC dan CO yakni terjadi pada putaran mesin 3500rpm yaitu nilai CO turun dari 6,21% sebesar 3,91% menjadi 2,30% dan nilai HC turun sebesar 136ppm dari 430 ppm menjadi 361 ppm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat, serta kepada teman-teman saya yang telah membantu saya dalam menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] BPS, *STATISTICAL YEARBOOKS INDONESIA 2020*. 2020. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/publication/download.html?nrbvfeve=MGEyYWZlYTRmYWl3MmE1ZDA1MmNiMzE1&xzmn=aHR0cHM6Ly93d3cuYnBzLmdvLmlkL3B1YmxpY2F0aW9uLzlwMjIvMDIvMjUvMGEyYWZlYTRmYWl3MmE1ZDA1MmNiMzE1L3N0YXRpc3Rpay1pbmRvbmVzaWetMjAyMi5odG1s&twoadfnorfeauf=MjAyMy0xMCO>
- [2] Ellyanie, "Pengaruh penggunaan three-way catalytic converter terhadap emisi gas buang pada kendaraan toyota kijang innova," *Pros. Semin. Nas. Avoer*, pp. 437–445, 2011, [Online]. Available: <http://repository.unsri.ac.id/id/eprint/23302>
- [3] N. E. Jayanti, M. Hakam, and I. Santiasih, "Emisi Gas Carbon Monooksida (Co) Dan Hidrocarbon (Hc) Pada Rekayasa Jumlah Blade Turbo Ventilator Sepeda Motor 'Supra X 125 Tahun 2006,'" *Rotasi*, vol. 16, no. 2, p. 1, 2014, doi: 10.14710/rotasi.16.2.1-5.
- [4] Ismiyati, D. Marlita, and D. Saidah, "Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang," *J. Manajeen Transp. Logistik*, vol. 1, no. 3, pp. 241–248, 2014, [Online]. Available: <https://journal.itlrisakti.ac.id/index.php/jmtranslog/article/view/23/24>
- [5] A. Mokhtar and T. Wibowo, "Catalytic Converter Jenis Katalis Stainless Steel Berbentuk Sarang Laba-Laba Untuk Mengurangi Emisi Kendaraan Bermotor," *Semin. Teknol. dan Rekayasa*, no. SENTRA, p. 2015, 2015.
- [6] E. Pujianto and M. F. Khairi, "UNJUK KERJA CATALYTIC CONVERTER KATALIS TEMBAGA KROM TERHADAP PENURUNAN TEMPERATUR EMISI BAS BUANG," vol. 16, no. 2, pp. 131–136, 2022, doi: 10.24853/sintek.16.2.131-136.

- [7] D. A. Fajri and A. Ghofur, "Pengaruh Arang Kayu Ulin Sebagai Catalytic Converter Terhadap Emisi Gas Buang Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Mesin Toyota Kijang 5K," *Jtam Rotary*, vol. 3, no. 2, pp. 131–144, 2021, doi: 10.20527/jtam_rotary.v3i2.4164.
- [8] W. Warju, "PENGARUH CATALYTIC CONVERTER TITANIUM DIOKSIDA TERHADAP EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR HONDA SUPRA X 125," vol. 03, pp. 197–206, Jun. 2020.
- [9] I. M. Nasution, *Konversi Energi Analisis Catalytic Converter Dengan Bahan Tembaga Berbentuk Sarang Lebah Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 125Cc*. 2018.
- [10] I. Prasetyo and M. Fahrurrozi, "Penggunaan Catalytic Converter dari Bahan Kuningan dengan Ketebalan 0,2 mm Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Pada Motor 2 Tak," *Accurate J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2020, doi: 10.35970/accurate.v1i2.284.
- [11] A. Mokhtar, "Catalytic converter jenis katalis plat tembaga berbentuk sarang lebah untuk mengurangi emisi kendaraan bermotor," *J. Gamma*, no. Sudomo, pp. 104–108, 2015.
- [12] S. D. Sulistiyono and Warju, "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," *J. Tek. Mesin*, vol. 02, no. 03, pp. 1–10, 2014, [Online]. Available: <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/7343/3634>

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.