

Influence Of Model Variation of Brass Catalytic Converter on Exhaust Emissions and Engine Performance

Tungga Bhimadi¹, Syamsuri^{2*}

¹Universitas Gajayana Malang
Jl. Mertojoyo Blok L, Merjosari - Malang, Merjosari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang
Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gajayana Malang
²ITATS

Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, ITATS

*Corresponding author: syamsuri@itats.ac.id

Abstract

The increase in motorized vehicles has resulted in air pollution. The result of incomplete combustion causes disease and contributes to global warming. From the problem of incomplete combustion residues, the researcher studied reducing exhaust emissions using brass catalytic converters with Flat Perforated Plate Type, Folded Perforated Plate Type, and Rolled Brass Sheet models. This research method used a Revo Absolute motorcycle's idle engine speed of 2000 rpm. This test used a gas analyzer and a dyno test. This study found a significant reduction in carbon monoxide (CO) and hydrocarbon (HC) exhaust emission levels using the folded perforated plate type catalytic converter model compared to other models and standard exhaust. CO exhaust emission results produced 0.52% by Folded Perforated Plate, 1.6% by Rolled Brass Sheet, 1.7% by Perforated Plate Type, and 2.1% by standard exhaust. HC exhaust emissions resulted in 475 ppm on the Folded Perforated Plate, 755 ppm on the Rolled Brass Sheet, 1517 on the Perforated Plate Type, and 1857 on the standard exhaust. This research concluded that a brass catalytic converter could reduce exhaust emission levels. Engine performance power and torque were almost the same for all models.

Keywords: catalytic converter, brass, exhaust gas emissions, dynotest.

Abstrak

Meningkatnya kendaraan bermotor mengakibatkan pencemaran polusi udara, hasil dari sisa pembakaran yang tidak sempurna menyebabkan penyakit dan berkontribusi terhadap pemanasan global. Dari permasalahan sisa pembakaran yang tidak sempurna ini, dilakukanlah penelitian ini untuk dapat mengurangi emisi gas buang menggunakan catalytic converter bahan kuningan dengan model Flat Perforated Plate Type, Folded Perforated Plate Type, Rolled Brass Sheet. Dalam penelitian ini metode yang dilakukan adalah dengan putaran mesin idle yaitu 2000 rpm menggunakan sepeda motor Revo Absolute. Dalam pengujian ini menggunakan gas analyzer dan dynotest. Penelitian ini mendapatkan hasil penurunan kadar emisi gas buang Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) yang signifikan menggunakan catalytic converter model Folded Perforated Plate Type dari pada model lainnya dan knalpot standart. Hasil emisi gas buang CO yang dihasilkan 0,52 % (Folded Perforated Plate), 1,6 % (Rolled Brass Sheet), 1,7 % (Perforated Plate Type), 2,1 % (knalpot standart), dan untuk emisi gas buang HC menghasilkan 475 ppm (Folded Perforated Plate), 755 ppm (Rolled Brass Sheet), 1517 (Perforated Plate Type), 1857 (knalpot standart). Hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa menggunakan catalytic converter bahan kuningan dapat menurunkan kadar emisi gas buang. Performa engine daya dan torsi hampir sama baik untuk semua model.

Kata Kunci : catalytic converter, kuningan, emisi gas buang, dynotest.

1. Pendahuluan

Meningkatnya kendaraan bermotor mengakibatkan pencemaran polusi udara, hasil dari sisa pembakaran yang tidak sempurna menyebabkan penyakit dan berkontribusi terhadap pemanasan global. Jumlah kendaraan di Indonesia meningkat lebih dari 10% setiap tahunnya, hal ini

berdampak besar terhadap polusi udara. Emisi kendaraan berkontribusi terhadap 70% polusi nitrogen oksida (NOx), karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), dan materi partikulat (PM). Polusi udara kendaraan bermotor sangat berbahaya bagi manusia, hewan, dan tumbuhan. Oleh karena itu, diperlukan inovasi strategis



untuk mengurangi dan mengendalikan emisi kendaraan bermotor [1].

Di dunia sekarang ini, permintaan akan teknologi semakin meningkat dan industri otomotif harus terus mengembangkan teknologi untuk memenuhi permintaan konsumen. Dengan bertambahnya jumlah konsumen maka jumlah pengguna kendaraan bermotor juga akan meningkat sehingga berdampak positif terhadap perkembangan perekonomian negara, namun di sisi lain jumlah kendaraan bermotor semakin meningkat. Peningkatan kendaraan bermotor berdampak negatif terhadap polusi udara.

Salah satu cara untuk mengurangi emisi adalah dengan memasang catalytic converter [2]. Namun teknologi ini baru digunakan pada kendaraan bermotor dalam beberapa tahun terakhir, dan penggunaan bahan untuk membuat katalis, terutama bahan paladium dan rhodium, serta penggunaan katalis pada kendaraan bermotor sangatlah mahal. Tidak banyak pada kendaraan tua yang memiliki teknologi ini. Itu sebabnya diteliti catalytic converter berbahan kuningan yang lebih terjangkau, lebih mudah ditemukan, lebih mudah dibentuk, dan dipasang pada kendaraan tua.

Bagian terpenting dari *catalytic converter*. Katalis adalah suatu zat yang dapat meningkatkan laju reaksi kimia pada suhu tertentu tanpa diubah atau dikonsumsi oleh reaksi itu sendiri. Katalis berperan dalam reaksi kimia, namun reaktan. Dalam beberapa tahun terakhir, seiring dengan berkembangnya industri otomotif, penggunaan *catalytic converter* semakin meluas. Merupakan salah satu bentuk inovasi dalam industri otomotif yang bertujuan untuk mengurangi polusi dan emisi berbahaya dari kendaraan. Seperti diketahui, saat ini kendaraan bermotor digunakan sebagai alat transportasi. Transportasi mempunyai dampak positif dan negatif. Dampak positifnya memudahkan masyarakat dalam melakukan aktivitas namun, dampak negatifnya adalah meningkatnya polusi terutama di perkotaan.

Polusi udara dari gas buang kendaraan bermotor sudah mencapai 70% [3]. Oleh karena itu, *catalytic converter* merupakan solusi dari permasalahan di atas. Bahan yang digunakan untuk *catalytic converter* umumnya berupa potongan bahan mahal berbentuk pelat seperti katalis logam dan logam mulia yang mahal. Paladium (Pd), platinum (Pt), dan rhodium (Rh) dapat digantikan oleh mangan, tembaga, kuningan, dan nikel. Tujuan pencarian material alternatif adalah untuk menemukan material yang jauh lebih murah, mudah didapat di pasaran, mudah dibentuk, mempunyai konduktivitas yang baik dan ketahanan terhadap korosi. Berdasarkan informasi di atas, logam kuningan (CuZn) yang digunakan akan diuji pada kendaraan listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui manfaat kuningan dalam menurunkan emisi kendaraan. Bahan-bahan tersebut dipilih berdasarkan harga relatif terjangkau yang tersedia di pasaran.

Prinsip Kerja Motor Bakar 4 Langkah

Mesin pembakaran dalam empat langkah mempunyai empat cara pengoperasian: langkah masuk, langkah kompresi, langkah pembakaran, dan langkah buang [4].

➤ Proses 0-1

Ini adalah langkah pemasukan bahan bakar dimana piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) dengan katup masuk terbuka, sehingga udara dan bahan bakar dapat masuk ke ruang bakar secara bersamaan, namun saluran pembuangan akan tertutup, disisi lain katup pada saat bersamaan.

➤ Proses 1-2

Katup masuk dan katup buang tertutup. Langkah ini dapat meningkatkan tekanan di dalam ruang bakar seiring naiknya udara.

➤ Proses 2-3

Ini adalah proses pembakaran bahan bakar yang prosesnya terjadi sesaat sebelum berakhirnya proses kompresi dan campuran bahan bakar dan udara tekan mulai terbakar akibat percikan api yang dikeluarkan oleh

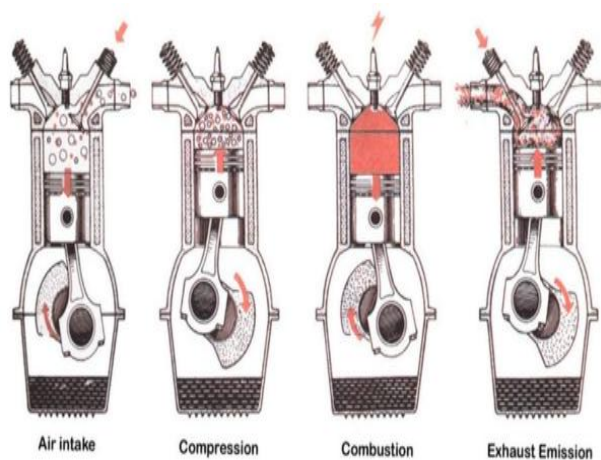
busi yang menempel pada dinding silinder. Proses pembakaran ini menyebabkan peningkatan tekanan dan suhu yang cepat di dalam ruang bakar.

➤Proses 3-4

Ini adalah langkah tenaga mesin dimana piston bergerak menuju titik mati bawah (TMB) dan disebabkan oleh tekanan yang tercipta selama proses pembakaran. Di sisi lain, proses ini berarti katup masuk dan katup buang tertutup, dan selama proses pemuatan ini tekanan dan suhu mulai menurun.

➤Proses 4-0

Ini adalah langkah buang dimana, pada akhir langkah tenaga piston, katup buang membuka dan katup masuk menutup pada sisi yang berlawanan saat piston bergerak menuju titik mati atas untuk mengeluarkan gas pembakaran dari silinder. Untuk proses secara detail bisa dilihat Gambar 1. di bawah ini,



Gambar 1. Siklus kerja motor 4 langkah

Emisi Kendaraan Bermotor

Pengertian tentang emisi gas buang adalah sisa pembakaran yang terjadi di dalam ruang pembakaran dari kendaraan bermotor. Sisa pembakaran tersebut terdiri dari berbagai zat berbahaya yang nantinya dikeluarkan melalui knalpot. Zat-zat yang berbahaya tersebut inilah yang berusaha untuk ditekan.

Terdapat empat emisi yang pokok yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor

[5], diantaranya adalah :

1. Hidrokarbon (HC)
2. Karbonmonoksida (CO)
3. Karbondioksida (CO₂)
4. Nitrogen Oksida (NO_x)

Uji emisi

Pengujian gas buang kendaraan mengukur kandungan senyawa yang terdapat pada gas buang kendaraan. Polusi udara kini menjadi perhatian besar, sehingga uji emisi pun dilakukan. Hal ini disebabkan oleh lebih dari 70% penurunan kualitas udara yang disebabkan oleh gas buang kendaraan. Emisi gas buang kendaraan yang melebihi batas yang ditentukan membahayakan kesehatan dan merusak lingkungan.

Tujuan pengujian gas buang adalah untuk mengetahui karakteristik gas buang kendaraan. Hasil uji emisi ini dapat digunakan untuk merumuskan peraturan dan ketentuan mengenai emisi kendaraan [6].

Di negara-negara dengan standar emisi kendaraan yang ketat, lima unsur diukur dalam gas buang kendaraan: senyawa HC, CO, CO₂, O₂ dan senyawa No_x, sedangkan di negara-negara dengan standar yang kurang ketat hanya diukur, HC, CO, CO₂, dan O₂.

Dyno Test

Dynotest adalah mesin yang digunakan untuk mengukur torsi dan kecepatan (RPM) berdasarkan daya yang dihasilkan oleh motor atau perangkat penggerak putar lainnya [7].

Dynotest juga dapat digunakan untuk mengetahui daya dan torsi yang dibutuhkan suatu mesin. Dynotest merupakan pengujian yang dirancang untuk mengetahui performa maksimal mesin pada kendaraan. Dynotest sendiri terbagi menjadi dua macam yaitu:

1. Engine Dynamometer

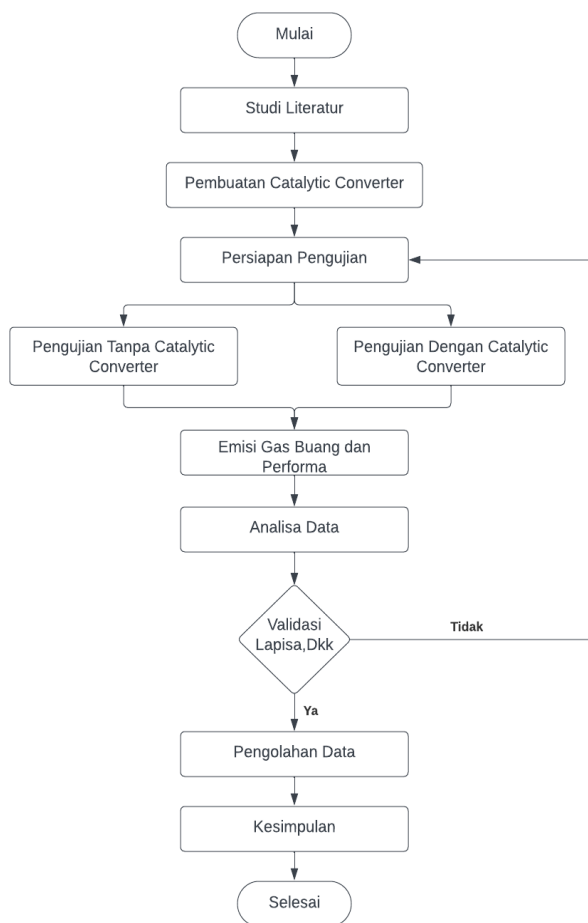
Pada engine dynamometer, kinerja mesin diuji dengan cara langsung dipasang ke alat dynotest dan pengujiannya

sebelum mesin dipasang pada body kendaraan.

2. Chassis Dynamometer
Chassis dyanmometer merupakan pengujian yang dilakukan setelah mesin sudah dipasang pada bodi kendaraan.

2 Metode

Diagram alir pnelitian penelitian mengikuti flow chart gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Flowchart penelitian

Langkah-Langkah Pengujian Dynotest

1. Menyalakan sepeda motor kemudian diamkan beberapa saat agar mencapai suhu kerja.
2. Memprogram mode *running* dimana pada metode ini program dalam keadaan siap.
3. Mengoprasikan sepeda motor pada gigi 4, kemudian putar gas motor hingga putaran mesin mencapai kecepatan

8.000 rpm (ban belakang harus berputar terus menerus). Saat mencapai putaran mesin 8000 rpm, tunggu kode dari operator tombol *start*.

4. Saat menekan tombol *start*, *throttle* dibuka secara maksimal hingga mesin mencapai tenaga maksimal (rpm maksimal). Penekan tombol *start* menandakan bahwa proses di computer sedang melakukan perekaman grafis, sehingga penekanan tombol *start* harus bertepatan dengan saat pengemudi membuka *throttle*.
5. Jika sepeda motor mencapai kemampuan maksimalnya, tombol *start* ditekan kembali. Kemudian, pada monitor komputer dapat terlihat hasil pengujian berupa grafik dan tabel.
6. Setelah pengujian selesai data hasil pengujian *disave*.

Langkah-Langkah Pengujian Emisi

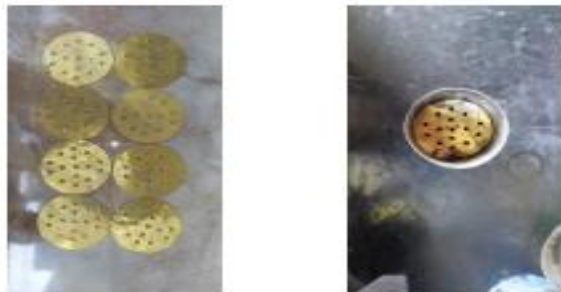
Pengujian tanpa *catalytic converter*. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui gas buang yang diukur dengan *gas analyzer*. Data yang diperoleh digunakan untuk perbandingan dengan data yang diukur menggunakan *catalytic converter*.

Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut:

- a. Dimulai pengujian dengan keadaan suhu knalpot mencapai 350°C.
- b. Mesin pada kecepatan putaran *idle* pada 2000 rpm dinyalakan.
- c. *Blower* dinyalakan.
- d. *Probe sensor* dimasukkan kedalam saluran gas buang dengan kedalaman 30 cm dan tunggu sampai nilai yang terbaca pada *gas analyzer* stabil.
- e. Jumlah emisi yang ada pada *gas analyzer* dicatat.
- f. Setelah pengumpulan data selesai, lepaskan *probe sensor* dari saluran gas buang, kemudian kalibrasi ulang *gas analyzer*.
- g. Setelah pengujian selesai matikan mesin kendaraan uji.

Model

Ada 3 variasi model yang akan diujikan pada penelitian ini yang dipasang di knalpot,



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. Variasi model penelitian a. Model 1 (Flat perforated plate) b. Model 2 (Folded perforated plate) dan c. Model 3 (Rolled Brass Sheet)

3. Hasil & Pembahasan

Berikut adalah hasil validasi emisi gas buang dari Motor Karisma dan Motor Revo Absolute ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini.

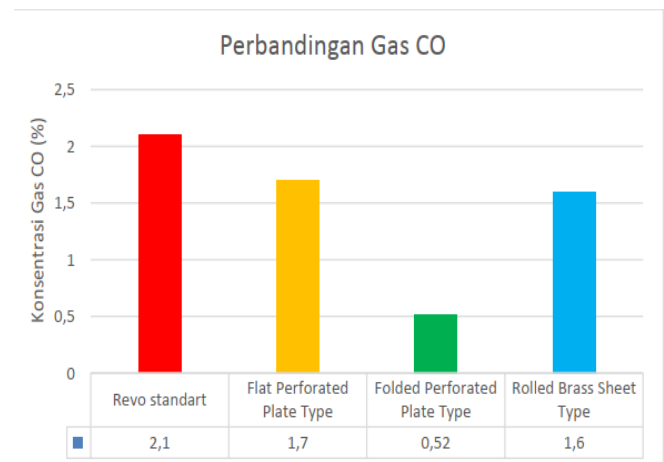
Tabel 1. adalah tabel validasi antara penelitian yang dilakukan oleh [8], dengan penelitian yang dilakukan sekarang. Pada tabel tersebut terlihat bahwa untuk gas CO, pengujian dilakukan dengan menggunakan kendaraan Karisma emisi gas CO sebesar

2,615% sedangkan penelitian yang sekarang dengan kendaraan Revo Absolute menghasilkan gas buang CO sebesar 2,1%.

Tabel 1. Validasi hasil penelitian

No.	Tipe Kendaraan	CO	HC
1	Motor dkk 2020 (Karisma)	2,615 %	1437 ppm
2	Penelitian saat ini (Revo Absolute)	2,10 %	1857 ppm

Pengaruh Knalpot Standart, dengan Catalytic Converter Flat Perforated Plate Type, Catalytic Converter Folded Perforated Plate Type, dan Catalytic Converter Rolled Brass Sheet Type Terhadap Emisi CO.



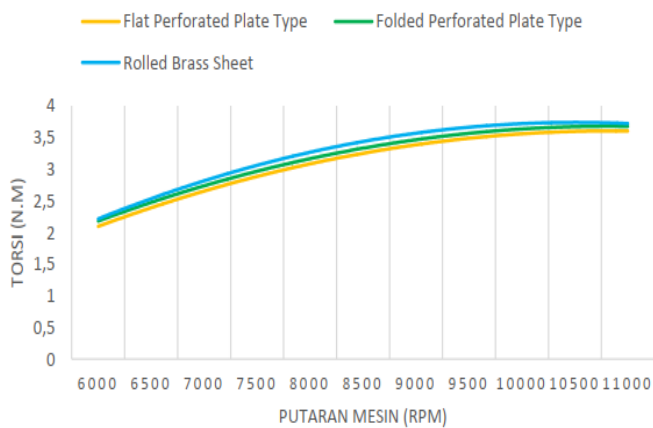
Gambar 4. Perbandingan gas CO antara knalpot standart, Catalytic Converter Flat Perforated Plate, Catalytic Converter Folded Perforated Plate & Catalytic Converter Rolled Brass Sheet

Gambar 4 adalah gambar perbandingan emisi gas CO antara knalpot standart, *Catalytic Converter* tipe *Flat Perforated Plate*, *Catalytic Converter* tipe *Folded Perforated Plate Type*, dan *Catalytic Converter* tipe *Rolled Brass Sheet Type*. Secara umum, pada gambar tersebut terlihat model *Catalytic Converter Flat Perforated Plate* menghasilkan emisi CO sebesar 1,7%, untuk *Catalytic Converter Folded Perforated Plate Type* emisi sebesar 0,52 %, dan *Catalytic Converter Rolled Brass Sheet Type* menghasilkan emisi sebesar 1,6%, Dari ketiga model hasil CO dapat ditarik kesimpulan *Catalytic Converter Folded Perforated* lebih rendah daripada

yang lain, hal ini disebabkan karena jenis *Folded Perforated Plate* luasan yang terkena gas buangnya lebih besar dari pada model lainnya. Hasil yang sama juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh [9].

Pengaruh Catalytic Converter tipe Flat Perforated Plate, Catalytic Folded Perforated, dan Catalytic Converter Rolled Brass Sheet Terhadap Performa Engine, Daya

PERBANDINGAN DAYA



Gambar 5. Perbandingan daya antara *Catalytic Converter* tipe *Flat Perforated Plate*, *Catalytic Converter* tipe *Folded Perforated Plate Type*, dan *Catalytic Converter* tipe *Rolled Brass Sheet*

Gambar 5 adalah gambar perbandingan daya antara *Catalytic Converter Flat Perforated Plate Type*, *Catalytic Converter Folded Perforated Plate Type* dan *Catalytic Converter Rolled Brass Sheet Type*. Secara umum, Pada gambar tersebut diketahui bahwa secara umum untuk ketiga model maksimal torsi pada 9500 rpm, *Catalytic Converter Flat Perforated Plate Type* hasil dayanya 3,58HP, *Catalytic Converter Folded Perforated Plate Type* hasil dayanya 3,67 HP, *Catlytic Converter Rolled Brass Sheet* dayanya adalah 3,79 HP. Dari ketiga model hasil torsi dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan *Catalytic Converter Flat Perforated Plate Type Catalytic Converter Folded Perforated Plate Type* dan *Catalytic Converter Rolled Brass Sheet* tidak

berpengaruh signifikan terhadap performa daya (hampir sama hasilnya dengan selisih hanya sekitar 3,1% saja). Sebagai contoh selisih hasil $(3,79-3,67) / 3,79 \times 100\% = 3,1\%$.

Perbandingan Emisi Gas Buang CO dan HC dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Keputusan Nomor 08 Tahun 2023 tentang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor

Tabel 2. Perbandingan hsl penelitian ini dengan PMLH

No.	Perbandingan	CO	HC
1.	PMLH	5,5%	2200 ppm
2.	Penelitian Saya	0,52%	475 ppm

Tabel 2 diatas adalah tabel hasil perbandingan emisi gas buang CO, antara penelitian sekarang ini dengan PMLH. Penelitian sekarang ini menggunakan *Catalytic Converter* berbahan kuningan jenis *Folded Perforated* yang menghasilkan emisi gas buang CO sebesar 0,52%, sedangkan emisi gas buang CO menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 08 Tahun 2023 tentang batas emisi gas buang kendaraan bermotor sebesar 5,5%. Secara umum, hasil emisi gas buang pada penelitian ini masih dalam range standard pemerintah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini maka dapat ditarik suatu kesimpulan sebagai berikut: Hasil penelitian menunjukkan bahwasanya model *Folded Perforated Plate Type* menghasilkan emisi CO lebih rendah dari model lainnya, sebesar 0,52%. Sedangkan untuk emisi HC, bahwa *Folded Perforated Plate Type* dapat mereduksi HC lebih rendah dari model lainnya yaitu sebesar 475 ppm. Selain itu, untuk performa daya pada kendaraan bermotor ini, variasi model tidak berpengaruh signifikan terhadap performa daya. Hal ini terjadi karena penambahan

catalytic converter berada di luar ruang bakar dan tidak mempengaruhi performa sepeda motor.

Ucapan Terima Kasih

Kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini.

Referensi

- [1] Utomo, S. H. S., Mufarida, N. A., dan Efan A., 2019. Pengaruh catalytic converter tembaga (Cu) terhadap konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC) pada gas buang sepeda motor 4 langkah. Skripsi S1 Teknik Mesin, Universitas Muhammayah Jember.
- [2] Sharma SK, Goyal P, Tyagi RK. 2018. Conversion efficiency of catalytic converter. *Int J Ambient Energy*, 37:507-512.
- [3] Sanata A. 2012. Analisis variasi Temperatur logam katalis tembaga (Cu) pada catalytic converter untuk mereduksi emisi gas karbonmonoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) kendaraan bermotor, *Jurnal ROTOR*, Vol.5 Nomor.1.
- [4] Setiadi, B. Dan Yudhanto, S. A. (2021). Analsia perbandingan camshaft mobil standar dan modifikasi dengan menggunakan dynotest. *PRESISI*, Vol 23 No 1.
- [5] Marsius Ferdinan. (2016), .analisis uji emisi gas buang kendaraan bermotor dan dampaknya terhadap lingkungan di kota balikpapan (kal-tim), *TRANSMISI*, Vol-XII Edisi-1, 15-24.
- [6] Winarno, J. (2014). Studi emisi gas buang kendaraan bermesin bensin pada berbagai merk kendaraan dan tahun pembuatan, *Jurnal Teknik* 4 (1).
- [7] Aditya, G.dan Darlis, D., 2015. Perancangan dynotest portable untuk sepeda motor dengan sistem monitoring menggunakan modul ism frekuensi 2.4 ghz, *E-Proceeding of Applied Science* : Vol.1, No.2, 1231-
- [8] Ghofur A., Syamsuri, Mursadin A., Nugroho A.,dan Legowo. 2022. Implementation peat soil adsorbent & variation of filter for reduce emission improvement from motor vehicle, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Ecology*.2022. 10 (121): 27–36.
- [9] Lapis, R., Halim, A. G., Sugiarto, T., K, A., Martias, M., Maksum, H., Krismadinata, K., and Ambiyar, A. (2020). Effect of geometric parameters on the performance of motorcycle catalytic converters, *Journal of Physics: Conference Series*, 1469(1), 012176.