



Analisa Formasi Bentuk *Catalytic Converter* pada Knalpot Toyota Jenis MPV Guna Meminimalisir Emisi Gas Buang

Afif Prasetyono^{1,*}, Dadang Hermawan¹, Akhmad Farid¹

¹ Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Widyagama Malang

Kata kunci

Catalytic Converter
Emisi gas buang,
Toyota MPV
Formasi Bentuk
Catalytic Converter

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis formasi dan desain *catalytic converter* pada sistem knalpot kendaraan jenis Toyota MPV dengan tujuan meminimalisir emisi gas buang. *Catalytic converter* berfungsi sebagai perangkat pengontrol polusi udara dengan mengubah senyawa berbahaya, seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon, (HC) dan nitrogen oksida (Nox), menjadi senyawa yang lebih ramah lingkungan melalui reaksi kimia. Penelitian ini meneliti pengaruh formasi katalis terhadap efisiensi konversi gas buang dan potensi pengurangan emisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *catalytic converter* variasi bentuk standar yang paling ramah lingkungan dengan nilai sebesar 0,010 (%) dibandingkan dengan *catalytic converter* bentuk sekat dengan nilai sebesar 0,110 (%) dan zig – zag dengan nilai sebesar 0,220 (%) desain *catalytic converter* yang optimal pada Toyota jenis MPV dapat menjadi solusi signifikan dalam menghadapi regulasi emisi gas buang yang semakin ketat.

* Corresponding author:

Afif Prasetyono (email: prasafif22@gmail.com)

Diterima: 27 September 2024

Disetujui: 6 Oktober 2025

Dipublikasikan: 15 Oktober 2025

1 Pendahuluan

Peningkatan populasi kendaraan bermotor yang signifikan sebagai akibat dari perkembangan industri otomotif, telah memicu permasalahan serius terkait pencemaran udara. Oleh karena itu, para produsen kendaraan bermotor berupaya mengembangkan teknologi baru untuk menghasilkan kendaraan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan [1].

Oleh karena itu, sehubungan dengan tingginya tingkat emisi gas buang kendaraan bermotor yang berbasis bahan bakar fosil, diperlukan upaya serius untuk mengendalikannya. Penerapan teknologi *Catalytic Converter* pada sistem knalpot kendaraan merupakan salah satu solusi teknis yang dapat dipertimbangkan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. *Catalytic Converter* merupakan suatu alat yang dipasang pada knalpot atau setelah exhaust manifold yang berfungsi untuk menurunkan polusi dari emisi gas buang dari pembakaran tidak sempurna sehingga ketika gas keluar dari knalpot akan lebih sempurna. [2]

Catalytic Converter adalah suatu peralatan kontrol emisi gas buang dengan jalan, mempercepat oksidasi emisi Hidrokarbon (HC) dan Karbon Monoksida (CO), serta mereduksi Nitrogen Oksida (NOx).

Tujuan pemasangan *Catalytic Converter* adalah merubah polutan-polutan yang berbahaya seperti CO, HC dan NOx menjadi gas yang tidak berbahaya seperti karbondioksida (CO₂), uap air (H₂O) dan nitrogen (N₂) melalui reaksi kimia. Bahan dasar dari *Catalytic Converter* adalah logam katalis. Logam katalis yang biasa digunakan adalah Platinum (Pt) dan Rhodium (Rh). [3]

Catalytic Converter bekerja dengan cara mengubah zat berbahaya dalam gas buang kendaraan menjadi zat yang kurang berbahaya. Proses ini dimungkinkan berkat adanya katalis yang mempercepat reaksi kimia di dalam converter tersebut, seperti mengubah karbon monoksida (CO) menjadi karbon dioksida (CO₂) [4]. Proses pembakaran bahan bakar pada mesin kendaraan bermotor menghasilkan gas buang yang kompleks, terdiri dari berbagai macam komponen gas yang merupakan produk sampingan dari reaksi kimia yang tidak sempurna.

Hidrokarbon dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan, mulai dari iritasi mata dan hidung hingga gangguan pernapasan seperti batuk. Paparan jangka panjang terhadap hidrokarbon beraroma bahkan dapat merusak sistem saraf. Semakin luas permukaan katalis dan semakin tinggi suhu, maka reaksi kimia akan berlangsung semakin cepat. [5]

Semakin panjang rantai karbon pada suatu senyawa hidrokarbon, semakin besar kemungkinan senyawa tersebut berbentuk padat. Sebaliknya, hidrokarbon dengan rantai karbon pendek cenderung berupa cairan atau gas. Senyawa hidrokarbon yang ditemukan dalam gas buang kendaraan berasal dari pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna.[6] Emisi gas buang dari kendaraan bermotor, terutama karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC), merupakan salah satu penyumbang utama pencemaran udara. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan upaya untuk mengembangkan teknologi kendaraan yang mampu meminimalkan emisi gas buang tersebut. [7]

Emisi gas buang kendaraan mengandung berbagai polutan udara yang berbahaya bagi kesehatan, seperti karbon monoksida, nitrogen oksida, sulfur oksida, dan partikulat. Karbon monoksida, misalnya, memiliki afinitas yang tinggi terhadap hemoglobin dalam darah, sehingga menghambat pengangkutan oksigen ke jaringan tubuh. Paparan jangka panjang terhadap karbon monoksida dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk penyakit jantung dan paru-paru. [8]

Berdasarkan literatur, krom memiliki potensi sebagai material pelapis untuk MCC tembaga. Oleh karena itu, penelitian ini menguji kinerja MCC CuCr yang dihasilkan melalui proses electroplating. Pengujian difokuskan pada pengaruh MCC CuCr terhadap reduksi emisi gas buang CO dan HC pada mesin sepeda motor empat tak. [8].

2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif karena bersifat komparatif yakni dengan menggunakan 3 variable untuk perbandingan semua unsur pada beberapa komponen. Penelitian ini menjelaskan teknik penelitian, teknik pengumpulan data dan teknik analisa data.

Tempat penelitian ini dilakukan di :

Pelaksanaan penelitian selama 3 bulan dari tanggal 1 Juni 2024 sampai 1 Agustus 2024, tempat pelaksanaan di PT. Kartika Sari Mulia yang bertempat di Jl. Mondoroko 15B, Kab. Malang, Jawa Timur 65153. Untuk waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari pukul 08.00 – 16.30 WIB mulai hari Senin sampai Sabtu.

Penelitian ini ada 3 Variabel yang digunakan:

Variabel bebas:

- Pemilihan bahan kuningan menggunakan 3 formasi bentuk variasi yaitu bentuk sarang lebah (standar), bentuk zig-zag dan bentuk sekat untuk knalpot Toyota All New Avanza 1.3 Tipe G M/T Tahun 2013
- Pengujian menggunakan *Gas analyzer* dengan Rpm mesin yang berbeda (1000 Rpm, 1500 Rpm, 2000 Rpm)

Variabel terikat:

- Pengujian tentang gas buang atau gas buruk yang terkandung dalam asap kendaraan yakni karbon monoksida (CO) dengan satuan %, karbon dioksida (CO₂) dengan satuan %, hidro karbon (HC) dengan satuan ppm dan nitrogen oksida (NO_x) dengan melihat nilai AFR (Air Flow Ratio).
- Konsumsi bahan bakar yang digunakan saat proses pengujian.

Variabel kontrol:

- Penggunaan bahan kuningan sebagai bahan alternatif pengganti bahan standar *Catalytic Converter*.
- Waktu pengujian satu menit dengan variasi Rpm yang berbeda setiap formasi bentuk *Catalytic Converter*.

Adapun Alat Spesimen Penguji:



Gambar 1 Gas Analyzer



Gambar 2 Scanner Mongoose (Socket DLC OBD II)

Proses Penelitian Uji Gas Analyzer Meliputi:

1. Mempersiapkan spesimen yang di uji.
2. Melakukan uji Gas Analyzer dengan menunggu hasil angka muncul nilai CO, HC dan Nox.
3. Mengambil data yang sudah di lakukan uji emisi.

Proses Penelitian Uji Scanner *Mongoose* Meliputi:

1. Mempersiapkan spesimen yang di uji.
2. Melakukan uji scan kendaraan menunggu hasil angka muncul nilai temperatur mesin.
3. Mengambil data yang sudah di lakukan uji scan.

3 Hasil dan Pembahasan

Dari pengujian yang telah dilakukan terhadap masing-masing bentuk *Catalytic Converter* dengan variasi bentuk saringan emisi gas buang bentuk standart, bentuk skat dan bentuk zig – zag didapat hasil data penelitian sebagai berikut:

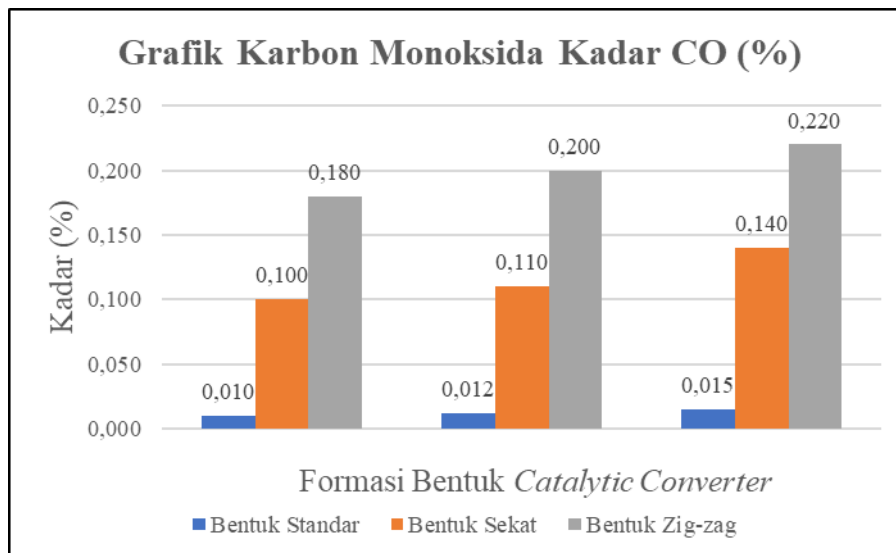
Table 1 Kadar CO (%)

Waktu Pengujian	Rpm	Formasi Bentuk <i>Catalytic Converter</i>		
		Bentuk Standar	Bentuk Sekat	Bentuk Zig-zag
1 Menit	1000	0,010 %	0,100 %	0,180 %
	1500	0,012 %	0,110 %	0,200 %
	2000	0,015 %	0,140 %	0,220 %

Table 2 Temperatur Mesin Kendaraan

Waktu Pengujian	Rpm	Formasi Bentuk <i>Catalytic Converter</i>		
		Bentuk Standar	Bentuk Sekat	Bentuk Zig-zag
1 Menit	1000	83	82	80
	1500	85	84	82
	2000	87	86	85

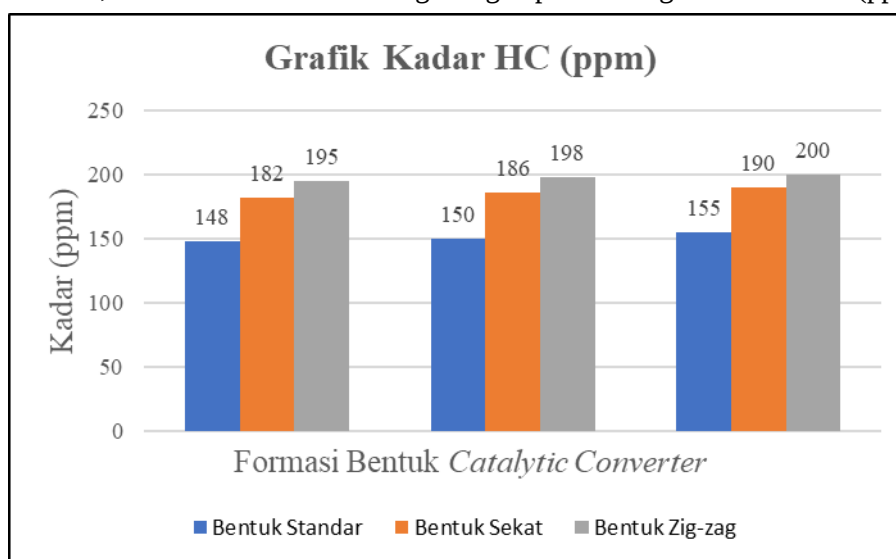
Berdasarkan tabel pengujian 1.- 2. Data hasil pengujian *Catalytic Converter* dengan variasi bentuk saringan emisi gas buang bentuk standart, bentuk skat dan bentuk zig – zag kemudian dijadikan grafik dan dianalisa meliputi grafik karbon monoksida kadar (CO) (%), grafik kadar HC (ppm), grafik kadar Nox, grafik temperatur mesin kendaraan (°C) sebagai berikut:



Gambar 3 Grafik Karbon Monoksida Kadar CO %.

Terlihat pada gambar 3. grafik kadar karbon monoksida hasil pengujian *Catalytic Converter* pada jenis mobil toyota MPV dengan variasi bentuk standar (sarang lebah), bentuk sekat dan bentuk zig – zag, dengan metode pengambilan data sebanyak tiga kali dengan rentang waktu 1 menit dengan kondisi demikian karbon monoksida kadar CO (%) tertinggi menggunakan jenis bentuk zig – zag dengan pengambilan data pertama mendapatkan nilai sebesar 0,180 (%) kemudian mengalami peningkatan saat putaran mesin 1000 rpm, 1500 rpm 2000 Rpm. pada pengambilan data kedua mendapatkan nilai sebesar 0,200 (%) dan ketiga mendapatkan nilai sebesar 0,220 (%), kondisi demikian disebabkan *Catalytic Converter* bentuk zig – zag terjadi karena permukaan pada *Catalytic Converter* banyak terkena gas buang sehingga banyak dari gas CO dapat bereaksi dengan O₂ dengan baik dan pada emisi gas buang sehingga mengalami penurunan. Semakin dikurangi rapatnya bentuk media saring atau filter maka permukaan yang terkena pada *Catalytic Converter* semakin sedikit, sehingga emisi gas buang yang dihasilkan lebih banyak. Karbon monoksida kadar CO (%) terendah menggunakan jenis variasi *Catalytic Converter* pada bentuk standart kondisi tersebut *Catalytic Converter* pada bentuk standart mampu memfilter emisi gas buang dengan baik sehingga gas buruk yang terbuang dapat terfilter sehingga menjadi ramah lingkungan.

Berdasarkan tabel 1. – 2. Data hasil pengujian *Catalytic Converter* dengan variasi bentuk saringan emisi gas buang bentuk standart, bentuk skat dan bentuk zig – zag dapat dibuat grafik kadar HC (ppm) sebagai berikut:

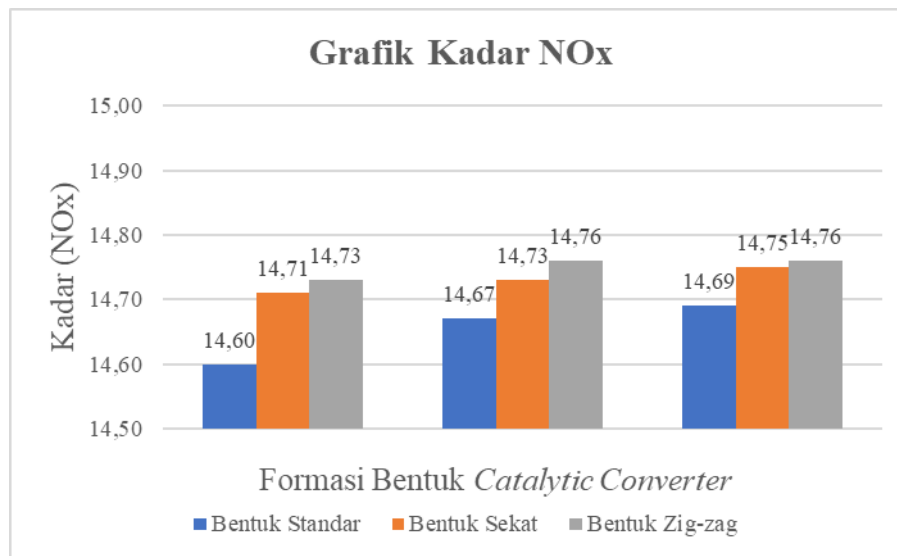


Gambar 4 Grafik Kadar HC (ppm)

Terlihat pada gambar 4 grafik kadar HC (ppm) hasil pengujian *Catalytic Converter* pada jenis mobil toyota MPV dengan variasi bentuk standar (sarang lebah), bentuk sekat dan bentuk zig – zag, dengan metode

pengambilan data sebanyak tiga kali dengan rentang waktu 1 menit dengan kondisi demikian kadar HC (ppm) tertinggi pada jenis bentuk zig – zag dengan pengambilan data pertama mendapatkan nilai sebesar 195 (ppm) kemudian mengalami peningkatan saat putaran mesin pada 1000 rpm, 1500 rpm 2000 Rpm. pada pengambilan data kedua mendapatkan nilai sebesar 198 (ppm) dan ketiga mendapatkan nilai sebesar 200 (ppm) kondisi demikian disebabkan *Catalytic Converter* bentuk zig – zag terjadi karena permukaan pada *Catalytic Converter* banyak terkena gas buang sehingga banyak dari gas CO dapat bereaksi dengan O₂ dengan baik dan pada emisi gas buang sehingga mengalami penurunan. Semakin dikurangi rapatnya bentuk media saring atau filter maka permukaan yang terkena pada *Catalytic Converter* semakin sedikit, sehingga emisi gas buang yang dihasilkan lebih banyak. Kadar HC (ppm) terendah pada variasi bentuk standart kondisi tersebut *Catalytic Converter* pada bentuk standart mampu memfilter emisi gas buang dengan baik sehingga gas buruk yang terbuang dapat terfilter sehingga menjadi ramah lingkungan.

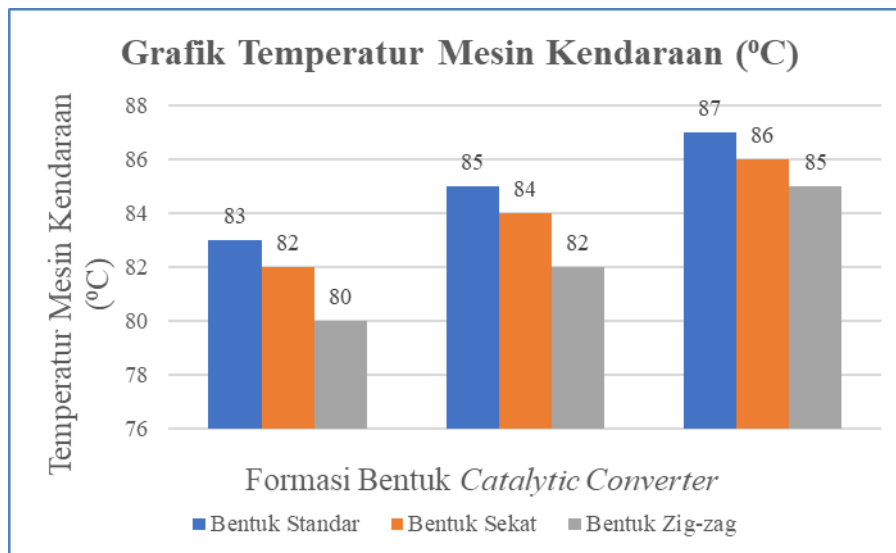
Berdasarkan tabel 1. – 2. Data hasil pengujian *Catalytic Converter* dengan variasi bentuk saringan emisi gas buang bentuk standart, bentuk skat dan bentuk zig – zag dapat dibuat grafik kadar Nox sebagai berikut:



Gambar 5 Grafik Kadar NOx

Terlihat pada gambar 5. grafik kadar NOx hasil pengujian *Catalytic Converter* pada jenis mobil toyota MPV dengan variasi bentuk standar (sarang lebah), bentuk sekak dan bentuk zig – zag, dengan metode pengambilan data sebanyak tiga kali dengan rentang waktu 1 menit kadar Nox tertinggi menggunakan jenis *Catalytic Converter* zig – zag dengan pengambilan data pertama mendapat nilai sebesar 14,73 kemudian mengalami peningkatan saat putaran mesin 1000 rpm, 1500 rpm 2000 Rpm. pada pengambilan data kedua mendapat nilai sebesar 14,76 dan ketiga mendapat nilai sebesar 14,76, kondisi ini pada bentuk variasi *Catalytic Converter* zig – zag terjadi karena permukaan pada *Catalytic Converter* banyak terkena gas buang sehingga banyak dari gas CO dapat bereaksi dengan O₂ dengan baik dan pada emisi gas buang sehingga mengalami penurunan. Semakin dikurangi rapatnya bentuk media saring atau filter maka permukaan yang terkena pada *Catalytic Converter* semakin sedikit, sehingga emisi gas buang yang dihasilkan lebih banyak. Kadar Nox terendah pada variasi bentuk standart kondisi tersebut *Catalytic Converter* pada bentuk standart mampu memfilterisasi emisi gas buang dengan baik sehingga gas buruk yang terbuang dapat terfilter sehingga menjadi ramah lingkungan.

Berdasarkan tabel 1. – 2. Data hasil pengujian *Catalytic Converter* dengan variasi bentuk saringan emisi gas buang bentuk standart, bentuk skat dan bentuk zig – zag dapat dibuat grafik kadar Nox sebagai berikut:



Gambar 6 Grafik Temperatur Mesin Kendaraan (°C)

Terlihat pada gambar 6. grafik temperatur mesin kendaraan (°C) hasil pengujian *Catalytic Converter* pada jenis mobil toyota MPV dengan variasi bentuk standar (sarang lebah), bentuk sekat dan bentuk zig – zag, dengan metode pengambilan data sebanyak tiga kali dengan rentang waktu 1 menit temperatur tertinggi (°C) pada jenis standart dengan pengambilan data pertama mendapat nilai sebesar 83 (°C) kemudian mengalami peningkata saat putaran mesin 1000 rpm, 1500 rpm 2000 Rpm. pada pengambilan data kedua mendapat nilai sebesar 85 (°C) dan ketiga mendapat nilai sebesar 87 (°C) kondisi tersebut *Catalytic Converter* pada bentuk standart mampu memfilterisasi emisi gas buang dengan baik sehingga gas buruk yang terbangun dapat terfilter sehingga menjadi ramah lingkungan. Temperatur mesin terendah (°C) menggunakan jenis zig – zig kondisi ini pada bentuk variasi *Catalytic Converter* zig – zag terjadi karena permukaan pada *Catalytic Converter* banyak terkena gas buang sehingga banyak dari gas CO dapat bereaksi dengan O₂ dengan baik dan pada emisi gas buang sehingga mengalami penurunan. Semakin dikurangi rapatnya bentuk media saring atau filter maka permukaan yang terkena pada *Catalytic Converter* semakin sedikit, sehingga emisi gas buang yang dihasilkan lebih banyak.

4 Kesimpulan

Pada penelitian *Catalytic Converter* pada jenis mobil toyota MPV dapat di tarik kesimpulan bahwa alur bentuk standar lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan *Catalytic Converter* bentuk sekat dan *Catalytic Converter* bentuk zig – zag, penggunaan *Catalytic Converter* yang tepat mampu meningkatkan efisiensi senyawa berbahaya seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC) dan nitrogen (Nox) menjadi senyawa yang lebih aman bagi lingkungan.

5 Referensi

- [1] S. Ilyas, Sumarli, and F. I. Kusuma, "Aplikasi *three way catalytic converter paduan cuzn* (kuningan) dengan model honeycomb pada knalpot terhadap nilai emisi nox, co, dan hc pada sepeda motor shogun 125cc," *J. Tek. Otomotif Kaji. Keilmuan dan Pengajaran*, vol. 2, no. 2, pp. 57–60, 2018, [Online]. Available: <http://journal2.um.ac.id/index.php/jto/article/view/27423>
- [2] M. Daryono and S. Darmanto, "Penambahan Katalik Konverter Plat Tembaga Berbentuk Spiral Terhadap Emisi Gas Buang Motor Bakar Menggunakan Gasboard 5020," vol. 8, no. 2, 2022.
- [3] J. T. Mesin, F. Teknik, and U. M. Malang, "Catalityc converter jenis katalis plat tembaga berbentuk sarang lebah untuk mengurangi emisi kendaraan bermotor," no. September, pp. 104–108, 2014.
- [4] A. Hamid, "PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT PISANG UNTUK CATALYTIC CONVERTER PADA MESIN DIESEL The," no. July, pp. 709–716, 2021.
- [5] [E. Pujiyanto, M. Amin, M. Subri, U. M. Semarang, and K. Semarang, "EFFECT OF NUMBER OF TRANSITION METAL CATALYST CELLS MANGANESE CATALYTIC CONVERTER ON EXHAUST BASIS," vol. 15, no. 2, pp. 118–122, 2021, doi: 10.24853/sintek.15.2.118-122.

- [6] A. Sanata, "Analisis variasi temperatur logam katalis tembaga (CU) pada catalytic converter untuk mereduksi emisi gas karbonmonoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) kendaraan bermotor," *J. ROTOR*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2012.
- [7] A. Sholecan, M. Subri, and A. Pantomy, "CHARACTERIZATION OF CATALYTIC CONVERTER MADE FROM CHROME- PLATED COPPER PLATE CATALYST FOR GASOLINE MOTORS," vol. 18, no. 1, pp. 31–37, 2024, doi: 10.24853/sintek.18.1.31-37.
- [8] Budiyo, "Pengaruh Catalytic Converter Dari Bahan Kuningan Dengan Ketebalan 0,3 mm Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Pada Motor Honda Supra 2015," vol. 13, no. 1, pp. 1–5, 2020.