

Pengaruh Variasi Dimensi Catalytic Converter Berbahan Tembaga Nikel Terhadap Reduksi Emisi Gas Buang Sepeda Motor Honda Astrea

Ata Syifa' Nugraha¹, Ahmad Syihabuddin², Wahyu Robby Cahyadi², Muayat Khoirun Nafis², Tahsinul Akhlaqi³, Feri Hidayatullah¹.

¹ Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Pesawat Udara, Fakultas Vokasi, Universitas Sunan Gresik, 61153 Gresik, Indonesia

² Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bilfath, 62261 Lamongan, Indonesia

³ Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, 60231 Surabaya, Indonesia

ABSTRACT – Motorbikes are a means of transportation with the largest users in Indonesia. Apart from providing many positive things, the use of motorbikes also causes negative things, namely environmental pollution. This research aims to determine the effect of adding a catalytic converter made from nickel copper to CO and HC exhaust emissions on Honda Astrea motorbikes. This research is experimental research in the form of pre-experimental design. The research results show that the use of catalytic converters made from nickel copper can reduce CO and HO emissions.

HISTORI ARTIKEL

Received: 14 September 2025

Revised: 18 September 2025

Accepted: 19 September 2025

Published: 23 September 2025

KATA KUNCI

Catalytic Converter

Emisi Gas Buang

Honda Astrea

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi memberikan banyak pengaruh dalam kehidupan manusia, diantaranya manusia dapat menggunakan alat transportasi dalam menunjang aktifitas sehari-hari. Salah satu alat transportasi yang paling umum digunakan oleh masyarakat adalah sepeda motor [1]. Badan Pusat Statistik tahun 2016 telah mencatat bahwa populasi terbanyak kendaraan bermotor diduduki oleh sepeda motor dengan jumlah 105.150.082 unit. Oleh karena itu sepeda motor memiliki pengaruh tertinggi terhadap pencemaran udara yang dihasilkan dari emisi gas buang daripada kendaraan lainnya. Penggunaan bahan bakar fosil pada sepeda motor dengan kandungan unsur hidro (H) dan unsur carbon (C) akan berubah menjadi CO₂ dan H₂O jika melalui pembakaran yang sempurna. Pada kenyataannya pembakaran secara sempurna tidak bisa di dapatkan sehingga menimbulkan emisi gas buang yang memicu pencemaran udara. Pada saat ini kendaraan bermotor khususnya sepeda motor dijadikan sebagai alasan utama penyebab terjadinya pencemaran lingkungan terutama di daerah perkotaan yang menjadi populasi terbesar beroperasinya kendaraan bermotor. Menurut Kusuma, [3] gas buang dari hasil proses pembakaran sangat nyata pengaruhnya terhadap pencemaran udara dan lingkungannya.

Pengendalian emisi gas buang yang berbahaya pada kendaraan bermotor perlu dilakukan mengingat dampak yang ditimbulkan akibat dari emisi gas buang yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna dari kendaraan bermotor. Salah satu cara untuk mengurangi konsentrasi emisi gas buang berupa CO dan HC yang dihasilkan dari pembakaran kendaraan bermotor adalah memodifikasi saluran buang kendaraan bermotor dengan menambahkan catalytic converter. Menurut [2] untuk menemukan konsep kendaraan yang ramah lingkungan dapat menggunakan konsep inovatif menambahkan catalytic converter. Menambahkan catalytic converter pada saluran gas buang bertujuan mengurangi konsentrasi emisi gas buang yang berbahaya dengan cara mempercepat laju reaksi kimia gas CO menjadi CO₂ serta HC menjadi CO₂ dan H₂O. Beberapa bahan katalis yang diketahui sebagai katalis oksidasi yaitu platinum, plutonium, nikel, mangan, chromium, dan oksidanya, sedangkan logam yang diketahui sebagai katalis reduksi yaitu nikel, tembaga, besi, dan paduannya [4]. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Mokhtar dengan judul “Catalytic Converter Jenis Katalis Plat Tembaga Berbentuk Sarang Lebah Untuk Mengurangi Emisi Kendaraan Bermotor” [7], “Catalytic Converter Jenis Katalis Kawat Kuningan Berbentuk Sarang Laba-laba Untuk Mengurangi Emisi Kendaraan Bermotor” [5], dan “Catalytic Converter Jenis Katalis Pipa Tembaga Berlubang Untuk Mengurangi Emisi Kendaraan Bermotor” [6] menunjukkan adanya penurunan yang baik terhadap CO dan HC.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan catalytic converter berbahan tembaga nikel terhadap emisi gas buang CO dan HC pada sepeda motor honda astrea. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi mesin yang lebih efisien dan berkelanjutan

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dalam bentuk pra eksperimental desain. Dimana ada perbedaan perlakuan yang diberikan terhadap objek penelitian untuk mendapatkan hasil yang diharapkan, perbedaan tersebut dilakukan dengan membandingkan pengujian sebelum dilakukan perlakuan dengan sesudah dilakukan perlakuan.



Gambar 1. Instrumen Penelitian

Adapun spesifikasi alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Objek/Instrumen	Keterangan
1.	Sepeda motor	Honda astrea
2.	Gas analizer	Alat pengukur CO dan HC
3.	Termometer	Untuk mendinginkan mesin
4.	Catalytic converter	Terbuat dari tembaga nikel

Pengujian dilakukan mulai 1000-6000 RPM dengan per-kelipatan 100 RPM. Metode ini dilakukan pada kondisi idle.

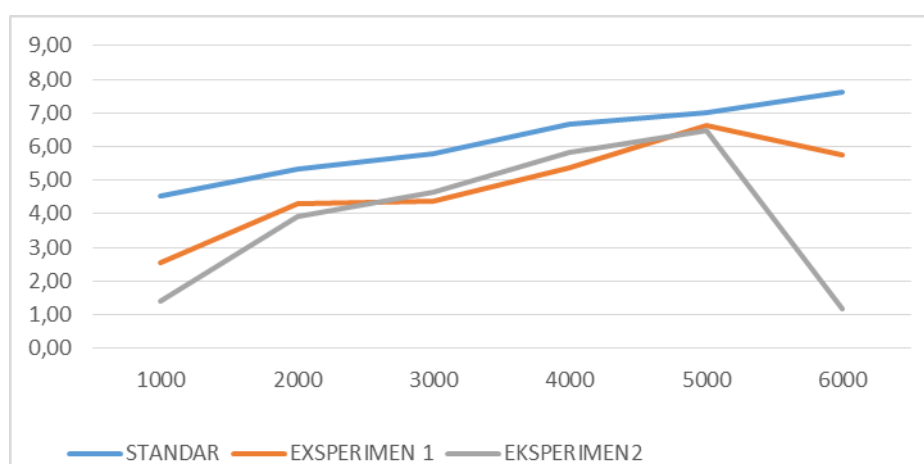
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini menggunakan mesin sepeda motor Honda Astrea Grand 100cc. Bahan bakar yang digunakan adalah pertalite. Knalpot yang diuji meliputi knalpot standar dan knalpot eksperimen (catalytic converter tembaga nikel). Pengambilan data dilakukan pada putaran 1000 RPM hingga 6000 RPM mesin dengan kelipatan 1000 RPM Penggunaan catalytic converter tembaga nikel dapat mempengaruhi perubahan reduksi emisi CO. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Presentase Perubahan Reduksi Emisi CO

RPM	Standar	Eksperimen 1	Eksperimen 2	Presentase	
				Eksperimen 1	Eksperimen 2
1000	4,54	2,56	1,40	44%	69%
2000	5,35	4,32	3,92	19%	27%
3000	5,80	4,36	4,64	25%	20%
4000	6,66	5,38	5,82	19%	13%
5000	7,00	6,63	6,47	5%	8%
6000	7,64	5,76	1,16	25%	85%
Rata-rata				23%	37%

Pada Tabel 2 apabila dibuat dalam bentuk grafik akan nampak seperti Gambar 2.



Gambar 2 Grafik Emisi CO Terhadap RPM

Pada Tabel 2 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa, pada putaran idle emisi CO knalpot standar yang terukur pada gas analyzer sebesar 4,54% vol. sementara itu, ketika menggunakan catalytic converter tembaga nikel dengan eksperimen 1 dan eksperimen 2 adalah 2,56% vol dan 1,40% vol. Jadi, pada putaran idle catalytic converter tembaga nikel dengan eksperimen 1 dan eksperimen 2 dapat mereduksi emisi CO rata rata sebesar 23% dan 37%. Hasil diatas jika dikaitkan dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Untuk Kendaraan Bermotor Tipe L (sepeda motor) tahun pembuatan kurang dari tahun 2010 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Emisi CO Terhadap Peraturan Pemerintah

Knalpot	Hasil	Ambang batas	Kategori
Standar	4,54% Vol	5,5% Vol	Lulus
Eksperimen 1	2,56% Vol	5,5% Vol	Lulus
Eksperimen 2	1,40% Vol	5,5% Vol	Lulus

Jadi, dapat disimpulkan bahwa emisi CO yang terukur baik menggunakan knalpot standar maupun dengan catalytic converter tembaga nikel semuanya lulus uji emisi untuk gas CO berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. Pada catalytic converter tembaga nikel dengan eksperimen 1 rata rata presentase perubahan reduksi emisi CO sebesar 23% dibandingkan dengan emisi CO knalpot standar. Perubahan reduksi emisi ini tergolong rendah karena panjang katalis tembaga nikel hanya 6 cm, sehingga gas CO yang teroksidasi juga sedikit. Berikut ini adalah gambar 4.2 catalytic converter tembaga nikel eksperimen 1.



Gambar 3. Catalytic Converter Tembaga Nikel Eksperimen 1

Pada catalytic converter tembaga nikel eksperimen 2 rata-rata presentase perubahan reduksi emisi CO sebesar 37% perubahan reduksi emisi CO pada eksperimen 2 lebih baik jika dibandingkan dengan eksperimen 1, hal ini disebabkan karena katalis tembaga nikel yang lebih panjang dari eksperimen 1 yaitu 11 cm, oleh karena itu, emisi CO yang teroksidasi oleh katalis semakin banyak. Berikut ini adalah gambar catalytic converter tembaga nikel eksperimen 2.



Gambar 4. Catalytic Converter Tembaga Nikel Eksperimen 2

Emisi CO dapat berubah menjadi CO₂ dengan cara bereaksi dengan O₂ atau NO_x, Sehingga proses oksidasi dari CO+1/2O₂ menjadi CO₂. Akibatnya, terjadi reduksi emisi CO yang cukup signifikan pada catalytic converter berbahan tembaga nikel jika dibandingkan dengan knalpot standar. Reaksi dengan memberikan energi aktivasi yang lebih rendah (alur garis utuh) untuk memisahkan molekul oksigen menjadi atom oksigen. Sedangkan untuk mereaksikan molekul CO₂ pada akhir reaksi hanya 21 kJ mol⁻¹. Alur reaksi tanpa katalis (garis putus-putus) secara ekstrim menunjukkan bahwa untuk mereaksi CO menjadi CO₂ dibutuhkan energi yang lebih tinggi, yaitu 249 kJ mol⁻¹. Jika kita bandingkan antara reaksi tanpa katalis dan dengan katalis, dapat dilihat bahwa reaksi akan sulit dilakukan jika tanpa katalis karena membutuhkan energi aktivasi yang lebih tinggi, katalis mampu memisahkan molekul O₂ menjadi atom O untuk membentuk CO₂.

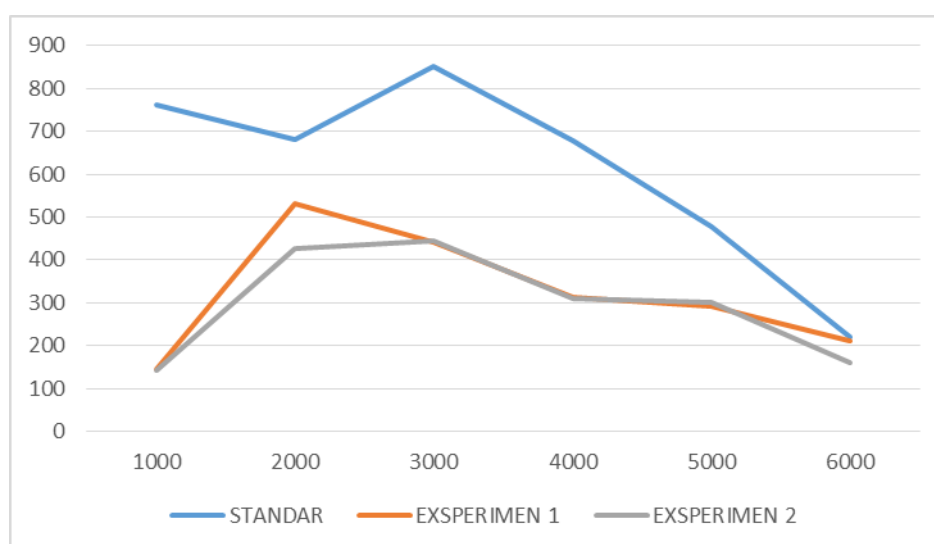
Catalytic converter tembaga nikel merupakan salah satu jenis katalis heterogen. Katalis heterogen adalah katalis yang terdiri lebih dari satu fase. Pada fase umumnya katalis adalah padat sedangkan reaktan dan produknya adalah cair atau gas. Dalam hal ini tembaga nikel sebagai katalis padat, CO dan HC dan O₂ sebagai reaktan dan CO₂, H₂O sebagai produknya. Tahapan reaksi katalis heterogen diawali dengan perpindahan massa melalui lapisan batas luar dan molekul reaktan masuk ke pori-pori katalis, kemudian reaktan berdifusi kedalam pori-pori dan diserap oleh katalis, katalis mereaksikan reaktan menjadi produk, produk kemudian keluar dari pori-pori dan reaksi berakhir dengan perpindahan massa kembali ke batas luar katalis. Reaksi katalis diawali dengan adsorpsi (pengikat) molekul CO dan O₂ oleh katalis, kemudian CO direaksikan dengan O₂ menjadi CO₂, setelah reaksi selesai maka katalis akan melakukan desorpsi molekul CO₂ keluar lapisan katalis.

Penggunaan catalytic converter berbahan tembaga nikel dapat mempengaruhi perubahan reduksi emisi HC. Catalytic converter berbahan tembaga nikel juga dapat digunakan untuk mengetahui berapa besar rata-rata presentase perubahan reduksi emisi HC. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Presentase Perubahan Reduksi Emisi HC

RPM	Standar	Eksperimen 1	Eksperimen 2	Presentase	
				Eksperimen 1	Eksperimen 2
1000	762	144	141	81%	81%
2000	680	530	428	22%	37%
3000	853	443	446	48%	48%
4000	677	313	311	54%	54%
5000	477	291	302	39%	37%
6000	221	211	161	5%	27%
				41%	47%

Dan pada tabel 4. di atas, apabila dibuat dalam bentuk grafik akan nampak seperti gambar 5:



Putaran idle knalpot standar emisi HC yang terukur pada exhaust gas analyzer sebesar 762 ppm vol. Sedangkan ketika menggunakan catalytic converter berbahan tembaga nikel dengan variasi eksperimen 1 sebesar 144 ppm vol, dan eksperimen 2 sebesar 141 ppm vol. Jadi pada kondisi putaran idle catalytic converter tembaga nikel dengan eksperimen 1 dan eksperimen 2 dapat mereduksi emisi HC sebesar 41% dan 47%. Hasil di atas jika dikaitkan dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Untuk Kendaraan Bermotor Tipe L (sepeda motor) tahun pembuatan lebih dari 2010 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Perbandingan Hasil Emisi HC Terhadap Peraturan Pemerintah

Knalpot	Hasil	Ambang Batas	Kategori
Standar	762	2400 ppm	Lulus
Eksperimen 1	144	2400 ppm	Lulus
Eksperimen 2	141	2400 ppm	Lulus

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa emisi HC yang terukur baik menggunakan knalpot standar maupun dengan catalytic converter tembaga nikel semuanya lulus uji emisi HC berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup, karena syarat lulus uji emisi adalah harus dibawah ambang batas emisi CO dan HC yang telah di tetapkan. Dengan menggunakan catalytic converter tembaga nikel eksperimen 1 dan eksperimen 2, emisi HC pada putaran idle dapat di reduksi hingga 41% ppm vol, dan 47% ppm vol, sehingga dapat disimpulkan bahwa catalytic converter tembaga nikel eksperimen 1 dan eksperimen 2 dapat mereduksi emisi HC sesuai ambang batas yang sudah di tetapkan pemerintah.

Pada catalytic converter berbahan tembaga nikel eksperimen 1 rata-rata presentase reduksi emisi HC sebesar 41% dibandingkan dengan emisi HC knalpot standar. Reduksi emisi ini tergolong rendah karena jumlah katalis tembaga nikel yang terlipis pada substrat wiremesh stainless steel sedikit. Sehingga gas HC yang teroksidasi juga sedikit. HC bereaksi dengan O₂ dan NO, akan berubah menjadi H₂O atau uap air.

Reduksi emisi HC yang dilakukan oleh catalytic converter tembaga nikel selain disebabkan oleh luas permukaan juga dipengaruhi oleh faktor temperatur. Emisi HC dapat berubah menjadi H₂O dengan cara bereaksi dengan O₂ dan NO, namun hal tersebut akan membutuhkan temperatur yang lebih tinggi, yaitu 600oC. Temperatur maksimal yang paling efektif mereduksi HC didapat pada eksperimen 2 dengan suhu 590,1c, sehingga dapat menurunkan energi aktivitas sehingga proses oksidasi dari $2\text{HC} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$ menjadi lebih cepat tercapai. Akibatnya, terjadi reduksi emisi HC yang lebih signifikan pada catalytic converter tembaga nikel jika dibandingkan dengan knalpot standar.

4. KESIMPULAN

Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan diperoleh beberapa temuan. 1) Pada penambahan katalitik konverter berbahan kawat tembaga dan kawat nikel dengan berbentuk saringan terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC) pada sistem pembuangan sepeda Honda Astrea grand, ada pengaruh penurunan kadar CO dan HC. Pada penggunaan katalis eksperimen 2 lebih efektif untuk mengurangi kadar emisi gas buang pada knalpot standar yang tidak ada katlaisnya. 2) Pada penggunaan paling baik menggunakan katalis dengan eksperimen 2 untuk menurunkan kadar CO dan HC pada tiap putaran mesin. Seiring kenaikan putaran mesin kadar emisi gas buang menjadi menurun. Persentase penurunan kadar CO tertinggi pada penggunaan katalis eksperimen 2 pada putaran mesin 1000 rpm sebanyak 69% dan penurunan kadar HC pada putran mesin 1000 rpm sebanyak 81%. Penurunan kadar CO terendah yaitu menggunakan katalis eksperimen 2 pada putran mesin 1000 rpm sebanyak 1,40%Vol sedangkan pada emisi gas buang HC penurunan paling rendah pada putaran mesin 1000 rpm sebanyak 141ppmVol.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Surahman, A. T. Prastowo, and L. A. Aziz, "Rancang alat keamanan sepeda motor Honda Beat berbasis SIM GSM menggunakan metode rancang bangun," **Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam**, vol. 3, no. 1, pp. 17–24, 2022. doi: 10.33365/jtst.v3i1.1918.
- [2] P. Choudhury and S. Deo, "An innovative approach for emission control using copper plate catalytic converter," **Adv. Sci. Eng. Technol. **, vol. 3, no. 2, pp. 19–23, 2014.
- [3] Kusuma, "Alat penurun emisi gas buang pada motor, mobil, motor tempel dan mesin pembakaran tak bergerak," **Makara Journal of Technology**, vol. 6, no. 3, pp. 95–101, 2002.
- [4] B. Irawan, "Rancang bangun catalytic converter material substrat tembaga berlapis mangan untuk mereduksi emisi gas karbon monoksida motor bensin," **LPPM UNIMUS 2012**, pp. 409–422, 2012.
- [5] A. Mokhtar, "Catalityc converter jenis katalis kawat kuningan berbentuk sarang laba-laba untuk mengurangi emisi kendaraan bermotor," in **Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa**, vol. 4, pp. 1–6, 2017.
- [6] A. Mokhtar, "Catalityc converter jenis katalis pipa tembaga berlubang untuk mengurangi emisi kendaraan bermotor," **J. Gama**, vol. 8, pp. 125–131, 2012.
- [7] A. Mokhtar, "Catalytic converter jenis katalis plat tembaga berbentuk sarang lebah untuk mengurangi emisi kendaraan bermotor," **Jurnal Gamma**, vol. 10, no. 1, pp. 104–108, 2014.