

Pengaruh Penggunaan Catalytic Converter Tembaga Terhadap Emisi Gas Buang Mobil Urban Antasari Evo I

Muhammad Nizar Ramadhan*¹, Abdul Ghofur², Ahmad Noor Alimuddin³, Mohd. Azlan⁴, Bayu Setiawan⁵
^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Brig Jend. Hasan Basri, Pangeran, Kec. Banjarmasin Utara, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan 70123
e-mail: nizarramadhan@ulm.ac.id

Abstrak: Semakin meningkatnya pertumbuhan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi berdampak pada semakin meningkatnya pencemaran udara. Pencemaran udara dari kendaraan bermotor yang melebihi ambang batas akan mengakibatkan gangguan kesehatan hingga kematian dalam kasus tertentu. Catalytic converter adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengurangi gas buang yang bekerja dengan cara mengonversi senyawa-senyawa toksik dalam gas buang menjadi zat-zat yang kurang toksik atau tidak toksik. Pengaplikasian catalytic converter pada kendaraan bermotor memiliki banyak ragam berdasarkan permasalahan serta variasi dalam penyelesaiannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan catalytic converter dengan material plat tembaga ketebalan 1 mm terhadap emisi gas buang CO₂, CO dan HC pada Mobil Urban Antasari Evo I. Pengujian dilakukan dengan membandingkan emisi gas buang yang dihasilkan knalpot standar dan knalpot yang dipasang catalytic converter berdasarkan variasi putaran mesin idle, 2000 rpm, 2500 rpm, dan 3000 rpm. Dari hasil penelitian didapat bahwa pengaruh penggunaan catalytic converter plat tembaga yang diletakkan pada saluran gas buang dapat menurunkan kadar konsentrasi emisi CO₂ terbesar 40 %, kadar konsentrasi emisi CO terbesar 87 %, dan kadar konsentrasi emisi HC terbesar 62 %.

Kata Kunci: Catalytic Converter, Plat Tembaga, Emisi Gas Buang, Putaran Mesin, Antasari Evo I

Abstract: The increasing growth of motorized vehicles as a means of transportation has an impact on increasing air pollution. Air pollution from motorized vehicles that exceeds the threshold will cause health problems. A catalytic converter is one of the tools used to reduce exhaust gas that works by converting toxic compounds in exhaust gas into less toxic or non-toxic substances. The application of catalytic converters in motorized vehicles has many variations based on the problems and variations in their solutions. The purpose of this study was to determine the effect of using a catalytic converter with a 1 mm thick copper plate material on exhaust emissions of CO₂, CO and HC in the Antasari Evo I Urban Car. Testing was carried out by comparing exhaust emissions produced by standard exhaust and exhaust installed with a catalytic converter based on variations in idle engine speed, 2000 rpm, 2500 rpm, and 3000 rpm. From the research results, it was found that the effect of using a copper plate catalytic converter placed on the exhaust gas channel can reduce the highest CO₂ emission concentration by 40%, the highest CO emission concentration by 87%, and the highest HC emission concentration by 62%.

Keywords: Student perceptions, CNC milling machines, Industrial practices

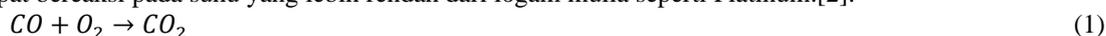
Udara merupakan zat yang paling dibutuhkan oleh setiap makhluk hidup di bumi setelah air. Udara mengandung unsur oksigen yang dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk bernafas. Kandungan dari gas-gas di udara berbeda-beda tergantung tempat, musim, serta siang atau malam. Unsur utama penyusun udara adalah nitrogen (N) dan oksigen (O). Sisa 1% gas terdiri dari gas mulia, karbon dioksida, uap air dan pencemar seperti nitrogen oksida [1].

Pertumbuhan aktivitas ekonomi dan urbanisasi yang cukup tinggi baik di perkotaan dan sub perkotaan berpotensi besar dalam meningkatkan penggunaan konsumsi energi, seperti pada kebutuhan bahan bakar untuk pembangkit listrik, kegiatan industri dan transportasi. Pembakaran bahan bakar ini merupakan sumber-sumber pencemar utama yang dilepaskan ke udara, seperti CO_x, NO_x, SO_x, SPM (Suspended Particulate Matter), Ox dan berbagai logam berat.

Pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan manusia antara lain industri, transportasi, perkantoran, perumahan dan berbagai aktifitas manusia lainnya. Kegiatan- kegiatan tersebut merupakan penyumbang terbesar dari pencemaran udara. Di tingkat pertama yaitu emisi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara terbesar mencapai 60-70%, lebih besar apabila dibandingkan dengan pencemaran udara yang dihasilkan oleh perindustrian yang hanya berkisar antara 10- 15%. Oleh karena itu diperlukan sebuah perbaikan sistem kerja kendaraan bermotor guna mengurangi tingkat pencemaran udara yang dihasilkan [1].

Pengendalian emisi gas buang ditentukan oleh pemerintah melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006, dimana peraturan ini dikeluarkan oleh pemerintah sebagai upaya mengendalikan emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan bermotor. Peningkatan kualitas bahan bakar dan teknologi kendaraan agar pembakaran menjadi lebih baik dan lebih optimal dapat menjadi solusi dalam mengurangi sisa emisi gas buang motor yang berbahaya. Selain itu, cara kedua adalah dengan memberikan perlakuan terhadap gas buang dengan melalui alat pengendali emisi catalytic converter yang sering diaplikasikan pada kendaraan bermotor. Logam mulia seperti paladium, platinum dan rodium adalah salah satu bahan dasar yang digunakan untuk membuat catalytic converter, karena bahan tersebut memiliki luas permukaan spesifik yang besar. Fungsi pemasangan catalytic converter pada sistem gas buang dari knalpot kendaraan bermotor adalah merubah polutan berbahaya seperti karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) menjadi polutan yang tidak berbahaya seperti gas karbon dioksida (CO₂) dan uap air (H₂O) [2].

Katalis yang umum digunakan adalah logam mulia seperti Palladium (Pd), Platinum (Pt), Rhodium (Rh). Namun, harga dari logam mulia tersebut relatif mahal, ketersediaannya langka dan beroperasi pada suhu yang tinggi. Kelebihan dari logam mulia ini adalah terletak pada tingkat aktivitasnya yang sangat tinggi, namun logam mulia memiliki kekurangan juga seperti harga logam mulia yang relatif lebih mahal, susah didapat di pasaran, ketersediaan di alam yang terbatas, serta volatilitasnya tinggi. Oleh karena itu, penerapan teknologi catalytic converter pada sistem gas buang di knalpot kendaraan bermotor dapat menggunakan logam transisi dengan ketersediaan yang melimpah dan harga relatif murah seperti Tembaga (Cu). Tembaga dipilih sebagai logam katalis alternatif karena ketersediaannya yang melimpah, harga yang lebih murah dan dapat bereaksi pada suhu yang lebih rendah dari logam mulia seperti Platinum.[2].



Pada persamaan (1) dan (2), menjelaskan bahwa ketika gas karbon monoksida (CO) melewati suatu katalis tembaga yang beroksidasi, karbon monoksida (CO) mengambil oksigen dari oksida tembaga sehingga karbon monoksida (CO) bergabung dengan oksigen untuk membentuk karbon dioksida (CO₂). Hal yang sama juga terjadi pada gas hidrokarbon (HC) jika melewati katalis tembaga yang beroksidasi. Gas hidrokarbon (HC) mengambil oksigen dari tembaga sehingga hidrokarbon bergabung dengan oksigen untuk membentuk air (H₂O) dan karbon dioksida (CO₂).

Tembaga adalah logam lunak yang berwarna coklat orange yang membuatnya populer sebagai logam pelapis yang bersifat dekoratif. Tembaga mempunyai sifat penghantar listrik dan panas yang baik dengan titik didih 1085 oC. Pada titik didih tersebut tembaga sering dipilih sebagai bahan yang cocok untuk pembuatan kabel listrik, dan juga tembaga dapat disambungkan sehingga cocok untuk pembuatan pipa untuk heating systems. Tembaga dan paduan sering sekali digunakan pada banyak aplikasi industri seperti dalam bidang energi, kelautan, transportasi dan lain-lain [3]

Tabel 1. Sifat – sifat fisis, mekanik dan panas dari tembaga murni

| Sifat Fisis | Satuan |
|---------------------------|---|
| Densitas | 8920 kg/m ³ |
| Sifat Mekanik | Satuan |
| Kuat Tarik | 200 N/mm ² |
| Modulus Elastisitas | 130 GPa |
| Brinell Hardness | 874 MN m ⁻² |
| Sifat Panas | Satuan |
| Koefisien Ekspansi Termal | 16,5 × 10 ⁻⁶ K ⁻¹ |
| Konduktivitas Panas | 400 W / mK |

Tembaga murni dapat digunakan untuk keperluan yang sangat luas, seperti kontak listrik, kabel dan kawat, dan berbagai macam aplikasi lain yang sering kita temukan untuk mengalirkan arus listrik. Tembaga dan kuningan, perunggu, dan cupronickels tertentu digunakan secara luas untuk radiator mobil, penukar panas, sistem pemanas rumah, panel untuk menyerap energi matahari, dan berbagai aplikasi lain yang memerlukan konduksi cepat panas melintasi atau di sepanjang bagian logam. Karena kemampuannya yang luar biasa untuk menahan korosi, tembaga, kuningan, beberapa perunggu, dan cupronickels digunakan untuk pipa, katup, dan alat kelengkapan dalam sistem yang membawa air minum, air proses, atau fluida cair lainnya.

Knalpot dengan penambahan catalytic converter dengan material plat tembaga ini diujikan pada mobil urban Antasari Evo I yang dibuat oleh Wasaka Team Universitas Lambung Mangkurat untuk berpartisipasi dalam ajang Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE). KMHE merupakan sebuah lomba mobil irit bahan bakar tingkat nasional yang diselenggarakan oleh Puspresnas Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia bekerja sama dengan Perguruan Tinggi. Kegiatan ini juga bertujuan menciptakan kendaraan hemat bahan bakar dan ramah lingkungan.



Gambar 1. Mobil Urban Antasari Evo I

Pemilihan plat tembaga sebagai material yang digunakan menjadi catalytic converter dalam penelitian ini dikarenakan material mudah didapatkan di pasaran, harga yang relatif terjangkau, memiliki sifat mampu bentuk (mudah dibentuk), tahan terhadap panas tinggi, dan memiliki ketahanan korositas. Selain itu, berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan [4], penggunaan catalytic converter berbahan tembaga dapat menurunkan konsentrasi gas CO sebesar 74,40% dan konsentrasi gas HC sebesar 49,56%.

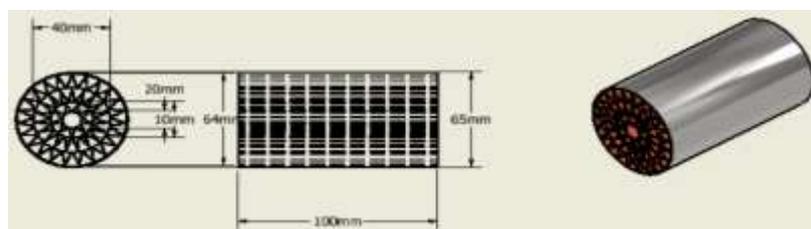
Tujuan penelitian ini yaitu untuk melakukan proses manufaktur catalytic converter dengan menggunakan material plat tembaga. Selanjutnya dilakukan pengujian emisi (CO_2 , CO, dan HC) serta oksigen (O_2) yang terkandung dalam gas buang dengan membandingkan analisa emisi antara knalpot standar dengan knalpot yang terpasang catalytic converter berdasarkan putaran mesin idle, 2000 rpm, 2500 rpm, dan 3000 rpm.

METODE

Penelitian ini terbagi atas dua tahapan, antara lain tahapan manufaktur catalytic converter plat tembaga dan tahapan pengujian emisi gas buang.

Pembuatan Catalytic Converter dengan Material Plat Tembaga

Tahapan dalam proses manufaktur catalytic converter dimulai dengan mendesain rancangan catalytic converter dan posisi peletakannya pada knalpot seperti dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan catalytic converter 2D



Gambar 3. Rancangan *catalytic converter* dan posisi pada knalpot (potongan)

Bahan dasar dari pembuatan *catalytic converter* ini adalah plat tembaga yang dikerjakan dengan proses kerja bangku. Tembaga ini kemudian ditebuk membentuk seperti sirip-sirip dengan menggunakan penggaris seperti Gambar 4. Kemudian plat tembaga yang sudah dibentuk dimasukkan ke dalam pipa bagian belakang knalpot seperti pada Gambar 5.



Gambar 4. Pembentukan plat tembaga menjadi sirip-sirip



Gambar 5. *Catalytic converter* dimasukkan ke dalam knalpot

Tahapan selanjutnya yaitu pemasangan penutup atau exhaust pada bagian belakang pipa knalpot dengan menggunakan paku keling dan rivet sebagai pelekak atau pengunci agar tidak terlepas seperti pada Gambar 6. Selanjutnya silencer dipasang pada pipa knalpot bersamaan dengan pemasangan glasswool sebagai peredam suara bising yang keluar dari motor.



Gambar 6. Pemasangan penutup/exhaust dengan rivet



Gambar 7. Pemasangan silencer dan glasswool

Langkah terakhir dalam proses manufaktur catalytic converter adalah pemasangan penutup depan atau bracket dengan menggunakan paku keling dan rivet yang menghubungkan pipa knalpot belakang dengan pipa knalpot bagian depan seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Pemasangan penutup bracket dengan rivet

Pengujian Emisi Gas Buang Mobil Urban Antasari Evo I

Sebelum melakukan pengujian terhadap mesin yang akan diuji, terlebih dahulu mesin di tune up agar kondisi mesin dalam keadaan stabil saat pengujian. Tahapan ini dimulai dengan memanaskan mesin dalam kondisi idle (950-1000 rpm) sampai temperatur oli mesin mencapai sekitar 700 oC. Selanjutnya gas analyzer dinyalakan dan sensor pengukuran (probe sensor) dimasukkan ke mulut knalpot seperti dapat dilihat pada Gambar 9. Pengambilan data emisi gas buang dilakukan dengan menggunakan knalpot standar dan knalpot menggunakan catalytic converter dengan variasi putaran mesin (idle, 2000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm).



Gambar 9. Proses pemasangan probe sensor pada knalpot mobil Antasari Evo I

Proses ini dibiarkan berlangsung selama 15 menit sehingga alat ukur dapat melakukan pemanasan dalam menyerap gas buang dan melakukan pengukuran. Setelah alat ukur menunjukkan nilai emisi gas buang, maka hasil pengukuran dicetak seperti dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil pengukuran emisi gas buang pada gas analyzer

Setelah selesai, probe sensor dilepas dari mulut knalpot, dan dibiarkan 10-15 menit agar gas buang sisa yang masuk pada alat ukur bersih. Kemudian dilanjutkan pengujian untuk variasi putaran mesin selanjutnya yang dilakukan dengan langkah yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian catalytic converter berbahan tembaga terhadap emisi gas buang berdasarkan variasi putaran mesin dari idle, 2000 rpm, 2500 rpm, dan 3000 rpm, maka didapatkan hasil pengujian seperti dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Berdasarkan Variasi Putaran Mesin

| Knalpot | Putaran Mesin (rpm) | Hasil Emisi Gas Buang | | |
|------------------|---------------------|-----------------------|--------|----------|
| | | CO ₂ (%) | CO (%) | HC (ppm) |
| Standar | Idle | 2,1 | 1,96 | 103 |
| | 2000 | 2,4 | 0,74 | 111 |
| | 2500 | 2,0 | 0,44 | 92 |
| | 3000 | 2,3 | 0,32 | 125 |
| Dengan catalytic | Idle | 1,4 | 0,04 | 63 |

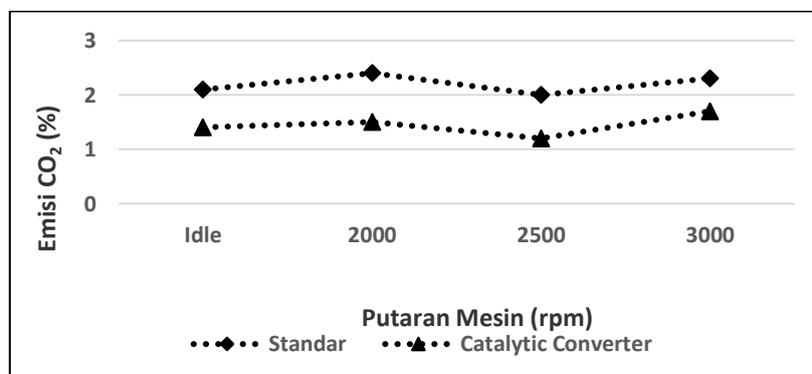
Pengaruh Penggunaan Catalytic Converter Tembaga

| Knalpot | Putaran Mesin (rpm) | Hasil Emisi Gas Buang | | |
|-----------|---------------------|-----------------------|--------|----------|
| | | CO ₂ (%) | CO (%) | HC (ppm) |
| converter | 2000 | 1,5 | 0,29 | 68 |
| | 2500 | 1,2 | 0,11 | 55 |
| | 3000 | 1,7 | 0,04 | 47 |

Seperti dapat dilihat pada data yang ditampilkan dalam Tabel 2, untuk pengujian emisi gas buang CO₂ pada knalpot standar, dalam posisi idle menghasilkan emisi CO₂ sebesar 2,1 %, pada posisi 2000 rpm menghasilkan emisi CO₂ sebesar 2,4 %, pada posisi 2500 rpm menghasilkan emisi CO₂ sebesar 2,0 %, dan pada posisi 3000 rpm menghasilkan emisi CO₂ sebesar 2,3 %. Sedangkan pada knalpot yang menggunakan catalytic converter, dalam posisi idle menghasilkan CO₂ sebesar 1,4 %, pada posisi 2000 rpm menghasilkan emisi CO₂ sebesar 1,5 %, pada posisi 2500 rpm menghasilkan emisi CO₂ sebesar 1,2 %, dan pada posisi 3000 rpm menghasilkan emisi CO₂ sebesar 1,7 %.

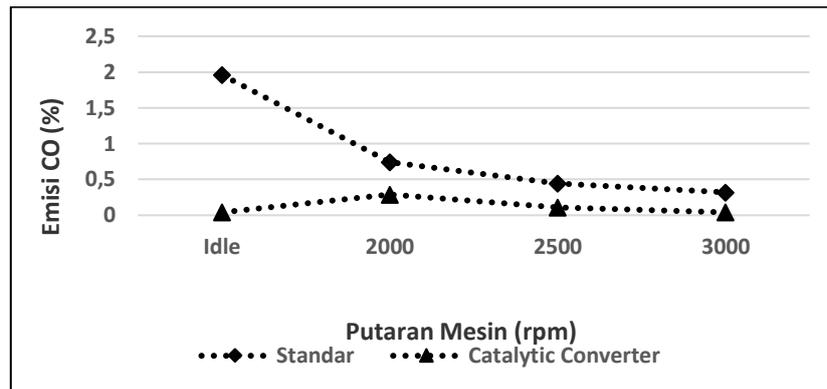
Pada pengujian emisi gas buang CO dengan knalpot standar, dalam posisi idle menghasilkan emisi CO 1,96 %, pada posisi 2000 rpm menghasilkan emisi CO 0,74 %, pada posisi 2500 rpm menghasilkan emisi CO 0,44 %, dan pada posisi 3000 rpm menghasilkan emisi CO 0,32 %. Sedangkan pada knalpot yang menggunakan catalytic converter, dalam posisi idle menghasilkan emisi CO 0,04 %, pada posisi 2000 rpm menghasilkan emisi CO 0,29 %, pada posisi 2500 rpm menghasilkan emisi CO 0,11 %, dan pada posisi 3000 rpm menghasilkan emisi CO 0,04 %.

Untuk emisi gas buang HC, pada knalpot standar dalam posisi idle menghasilkan emisi HC 103 ppm, pada posisi 2000 rpm menghasilkan emisi HC 111 ppm, pada posisi 2500 rpm menghasilkan emisi HC 92 ppm, dan pada posisi 3000 rpm menghasilkan emisi HC 125 ppm. Sedangkan pada knalpot yang menggunakan catalytic converter, dalam posisi idle menghasilkan HC 63 ppm, pada posisi 2000 rpm menghasilkan emisi 68 ppm, pada posisi 2500 rpm menghasilkan emisi HC 55 ppm, dan pada posisi 3000 rpm menghasilkan emisi HC 47 ppm.



Gambar 11. Grafik perbandingan putaran mesin terhadap nilai emisi CO₂

Pada Gambar 11, dapat dilihat tren yang saling berbanding lurus antara kecepatan putaran mesin dan emisi CO₂. Dalam kasus ini, penggunaan catalytic converter mampu menurunkan kadar emisi CO₂ bila dibandingkan dengan penggunaan knalpot standar. Knalpot dengan catalytic converter mampu menurunkan nilai emisi CO₂ pada posisi idle sebesar 33%, pada kecepatan putaran mesin 2000 rpm sebesar 37,5 %, pada kecepatan putaran mesin 2500 rpm sebesar 40 % dan pada kecepatan putaran mesin 3000 rpm sebesar 26,1%. Penurunan nilai emisi CO₂ terjadi seiring kenaikan putaran mesin, dikarenakan peningkatan putaran mesin akan berbanding lurus dengan kenaikan temperatur selama pembakaran, sehingga kinerja catalytic converter plat tembaga akan semakin baik. Kenaikan nilai CO₂ menunjukkan semakin baik pembakaran yang terjadi. CO₂ tidak beracun seperti gas CO namun dapat menaikkan suhu bumi [5].



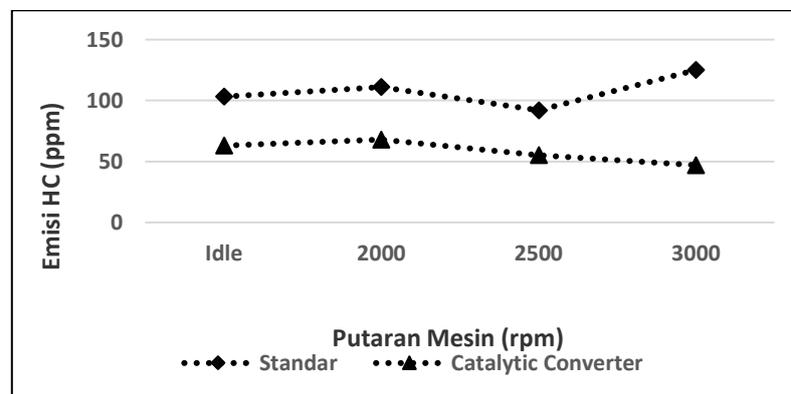
Gambar 12. Grafik perbandingan putaran mesin terhadap nilai emisi CO

Gas karbon monoksida (CO) dapat terbentuk disebabkan pembakaran yang tidak sempurna, dikarenakan unsur-unsur udara atau oksigen tidak cukup untuk membakar bahan bakar. Menurut [6], gas CO adalah hasil pembakaran yang tidak sempurna karena jumlah udara yang lebih sedikit pada proses pencampuran bahan bakar dan udara.

Pada Gambar 12, terlihat tren penurunan emisi CO seiring meningkatnya putaran mesin. Perubahan nilai emisi CO terjadi secara kontinyu seiring dengan bertambahnya kecepatan putaran mesin. Nilai CO tertinggi (1,96%) didapatkan pada knalpot standar saat posisi idle. Pada putaran mesin ini, udara throttle belum terbuka sehingga oksigen yang masuk ke ruang bakar lebih sedikit dibandingkan ketika putaran mesinnya dinaikan sehingga pembentukan menjadi CO menjadi lebih tinggi. Suhu yang terjadi pada putaran idle juga lebih rendah bila dibandingkan dengan suhu yang semakin meningkat apabila putaran mesinnya dinaikan.

Selain itu, nilai CO yang tinggi pada posisi idle disebabkan panas pada mesin yang belum menyeluruh, sehingga tidak cukup oksigen dalam proses pembakaran sempurna [7]. Kemudian pada saat kecepatan putaran mesin semakin meningkat (2000-3000 rpm), nilai emisi CO semakin menurun disebabkan campuran yang berangsur-angsur semakin encer (lean) [8].

Dari perbandingan data pada Gambar 12, knalpot catalytic converter pada saluran gas buang memiliki kinerja yang baik dalam menurunkan kadar emisi CO. Pada posisi idle, knalpot dengan catalytic converter mampu mereduksi emisi CO sebesar 97 %, pada kecepatan putaran mesin 2000 rpm sebesar 61 %, pada kecepatan putaran mesin 2500 rpm sebesar 75 % dan pada kecepatan putaran mesin 3000 rpm terjadi kenaikan sebesar 87 %. Hal ini tentunya sejalan dengan pernyataan, bahwa reaksi katalitik pada katalis padat terjadi pada permukaan katalis, dan semakin luas permukaan katalis semakin cepat laju raksinya. Sehingga konsentrasi produk yang dihasilkan semakin rendah [9].



Gambar 13. Grafik perbandingan putaran mesin terhadap nilai emisi HC

Pada Gambar 13, terjadi hubungan yang berbanding lurus antara kecepatan putaran mesin dan emisi gas buang HC. Pada knalpot tanpa catalytic converter, emisi HC yang terkandung dalam gas buang semakin besar seiring semakin meningkatnya putaran mesin, tetapi pada kecepatan putaran mesin 2500 rpm hasil emisi HC mengalami penurunan sebesar 19 ppm. Hal yang sama terjadi juga pada pengujian knalpot dengan menggunakan catalytic converter, dimana kenaikan putaran mesin akan diikuti kenaikan pada nilai emisi HC. Tetapi pada kecepatan putaran mesin 2500 rpm hingga 3000 rpm hasil emisi HC mengalami penurunan sebesar 21 ppm. Penurunan kadar emisi HC ini disebabkan campuran yang berangsur-angsur menjadi encer (lean). Sedangkan peningkatan kadar emisi HC pada kecepatan putaran selanjutnya disebabkan adanya penambahan jumlah campuran bahan bakar dan udara baru akibat kenaikan putaran mesin di dalam proses untuk meningkatkan daya, sehingga pembakaran sempurna tidak tercapai [8]. [10]

Emisi HC mengindikasikan sisa bensin yang terbuang bersama asap knalpot. Emisi HC yang tinggi, menunjukkan ada 3 penyebab yaitu catalytic converter yang tidak berfungsi, Air Fuel Ratio (AFR) yang tidak tepat dan bensin tidak terbakar sempurna di ruang bakar [9]. Dilihat dari Gambar 13, penambahan catalytic converter mampu mereduksi emisi HC yang dihasilkan oleh knalpot pada berbagai variasi kecepatan putaran mesin. Pada posisi idle terjadi penurunan kadar emisi HC sebesar 39 %, pada kecepatan putaran mesin 2000 rpm terjadi penurunan kadar emisi sebesar 38%, pada kecepatan putaran mesin 2500 rpm terjadi penurunan kadar emisi sebesar 40%, serta pada kecepatan putaran mesin 3000 rpm terjadi penurunan kadar emisi sebesar 62%.

Dari keseluruhan hasil data emisi HC yang didapat berdasarkan variasi kecepatan putaran mesin, terdapat perbedaan yang sangat jelas antara penggunaan knalpot dengan catalytic converter plat tembaga dan knalpot standar tanpa katalis dalam mempengaruhi emisi gas buang HC. Hal ini sejalan dengan teori bahwa catalytic converter terbuat dari bahan tembaga khusus yang bersifat panas sehingga mampu mereduksi produksi gas-gas emisi seperti CO, NO, dan HC. Selain itu, material plat tembaga memungkinkan untuk digunakan sebagai catalytic converter pada saluran buang karena mempunyai konduktivitas termal sebesar 400 W/m.K dan titik lebur 1085 °C. Semakin tinggi konduktivitas termal dan titik lebur atau melting point, maka semakin bagus pula bahan tersebut untuk digunakan sebagai catalytic [11].

Ketika temperatur catalytic converter mulai meningkat, maka kinerjanya akan semakin membaik, sehingga mampu memberikan dampak dalam penurunan kadar CO dan HC. Gas buang CO yang dikeluarkan melalui saluran buang akan menempel pada catalytic converter. Pada saat yang sama, gas O₂ juga menempel pada catalytic converter. Karena panas yang ditimbulkan oleh catalytic converter, menyebabkan gas O₂ terpecah menjadi dua. Gas O₂ tersebut kemudian bergerak dan bereaksi dengan gas CO, sehingga terbentuk CO₂ atau karbon dioksida. Gas CO₂ memiliki ikatan yang lemah terhadap catalytic converter sehingga molekul tersebut terlepas dari catalytic converter dan terbuang ke udara luar. Peristiwa serupa juga terjadi pada molekul HC seperti yang dijelaskan pada persamaan (2).

PENUTUP

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan catalytic converter dengan material plat tembaga yang diletakkan pada saluran gas buang mobil Urban Antasari Evo I, dapat menurunkan kadar emisi CO₂ maksimum sebesar 40 % pada kecepatan putaran mesin 2500 rpm bila dibandingkan dengan penggunaan knalpot standar. Selain itu, penggunaan catalytic converter berbahan tembaga juga mampu menurunkan kadar emisi CO maksimum sebesar 87 % dan menurunkan kadar emisi HC maksimum sebesar 62 % pada kecepatan putaran mesin 3000 rpm.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Prasetyo and M. Fahrurrozi, “Pengaruh 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.
- [2] A. Prasetyo, A. Ghofur, and P. Studi Teknik Mesin, “PENGARUH PENGGUNAAN CATALYTIC CONVERTER BERBAHAN KAOLIN ADITIF TEMBAGA (Cu) TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG PADA KENDARAAN BERMOTOR SATRIA F 150,” vol. 2, 2020, [Online]. Available: <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/rot>
- [3] S. Syahrudi and A. Ghofur, “Pengaruh Kuningan Sebagai Bahan Catalytic Converter Terhadap Emisi Gas Buang Dan Performa Mesin Suzuki Shogun Axelo 125,” *Sci. J. Mech. Eng. Kinemat*, vol. 4, no. 2, pp. 67–78, 2019, doi: 10.20527/sjmeKinematika.v4i2.118.
- [4] M. Muhammad, B. Amin, and T. Sugiarto, “PENGARUH PENGGUNAAN KATALIS PLAT TEMBAGA PADA KNALPOT SEPEDA MOTOR TERHADAP KANDUNGAN EMISI KARBON MONOKSIDA (CO) DAN HIDROKARBON (HC),” 2018.
- [5] Y. X.-M. L. G.-L. and X. N. H. Ling, “Dynamic Response of a Three-Way Catalytic Converter,” *Energy Procedia*, vol. 17, pp. 547–554, 2012, doi: 10.1016/j.egypro.2012.02.134.

- [6] Febriansyah, “Pengaruh Penggantian Main Jet pada Karburator terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Yamaha Jupiter Z,” *Jurnal Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2014.
- [7] Y. A. Wicaksono and Warju, “Pengaruh catalytic converter titanium dioksida terhadap emisi gas buang sepeda motor honda supra X 125,” *J. Tek. Mesin UNESA*, vol. 3, no. 2, pp. 197–206, 2014, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/342338510_Pengaruh_Catalytic_Converter_Titanium_Dioksida_Terhadap_Emisi_Gas_Buang_Sepeda_Motor_Honda_Supra_X_125
- [8] D. Fernandez, “Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon (Hc) Dan Karbon Monoksida (Co),” *J. Sainstek UNP*, vol. 12, no. 1, pp. 1–4, 2014.
- [9] M. A. S. and T. D. P. D. Wahyudi, “Analisis Penggunaan Zat Aditif pada Bahan Bakar terhadap Emisi Gas Buang pada Mesin Sepeda Motor Yamaha,” vol. 4, no. 2, pp. 10–15, 2012.
- [10] G. Bosch R, *Emission Control for Gasoline Engines*, 3rd ed. Germany: Stuttgart, 1990.
- [11] H. M. and D. A. Razali, “Perbandingan gas karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) yang menggunakan catalyst kuningan dengan catalyst tembaga pada motor empat langkah,” *Automot. Eng. Educ. Journals*, vol. 2, no. 2, p. 9, 2014, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/poto/article/view/3162>