

UJI KOMPARASI KINERJA KATALIS KARBON AKTIF DENGAN KATALIS TEMBAGA UNTUK MENURUNKAN EMISI DAN KEBISINGAN PADA KNALPOT SEPEDA MOTOR 125 CC

Lucky Ardiansyah

Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

Email: ardiansyahlucky14@students.unnes.ac.id

Wahyudi

Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

Email: wahyudi@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komparasi kinerja katalis karbon aktif dengan katalis tembaga untuk menurunkan emisi dan kebisingan. Metode penelitian yang digunakan dengan pendekatan eksperimen tentang penggunaan katalis karbon aktif dan katalis tembaga yang digunakan pada knalpot sepeda motor 125 cc. Penelitian ini menggunakan jenis variasi katalis karbon aktif dan katalis tembaga. Pengujian emisi dengan alat *Gas Analyzer Heshbon HG-520* untuk mengukur emisi gas buang dan alat *Sound Level Meter RoHS* untuk mengukur kebisingan. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan katalis karbon aktif dan katalis tembaga mampu menurunkan emisi dan kebisingan. Penurunan emisi gas buang dan kebisingan menggunakan katalis tembaga pada putaran mesin *idle* 1500 rpm gas CO turun 18,7%, gas HC turun 10,2% dan kebisingan turun 0,07%. Penurunan emisi gas buang dan kebisingan juga terjadi pada penggunaan katalis karbon aktif pada putaran mesin *idle* 1500 rpm gas CO turun 52,5%, gas HC turun 6,6% dan kebisingan turun 0,09%. Penurunan emisi gas CO dan kebisingan terbaik menggunakan katalis karbon aktif pada putaran mesin *idle* 1500 rpm dengan selisih gas CO 33,8% dan kebisingan 0,02%. Penurunan emisi gas HC terbaik menggunakan katalis tembaga pada putaran mesin 1500 rpm dengan selisih gas HC 3,6%. Penggunaan katalis karbon aktif dan katalis tembaga terbukti mampu menurunkan emisi gas buang dan kebisingan. Sesuai keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2023 dan baku mutu kebisingan yang telah ditetapkan Menteri Lingkungan Hidup Nomor P.56 tahun 2019.

Kata Kunci: Katalis Karbon Aktif, Katalis Tembaga, Emisi gas buang dan Kebisingan

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di Indonesia terlihat jelas dalam otomotif dan industri. Inovasi teknologi telah mempermudah masyarakat dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Di antara berbagai sektor, industri otomotif adalah salah satu yang sering dimanfaatkan masyarakat terutama untuk transportasi. Sepeda motor menjadi pilihan utama sebagai alat transportasi yang umum digunakan. Udara merupakan faktor penting bagi kehidupan. Emisi dari kendaraan bermotor adalah penyebab utama polusi di kota-kota besar di Indonesia, dengan gas buang dari kendaraan berkontribusi sekitar 60-70% terhadap polusi udara (Nurdjanah, 2014). Pemerintah Indonesia mengatasi permasalahan emisi gas buang melalui Permen LHK P.20 Tahun 2017 yang mewajibkan kendaraan baru memenuhi standar emisi Euro IV. Menurut Nurdjanah (2014) pencemaran udara sangat terkait dengan konsumsi bahan bakar minyak, karena diperlukan upaya pengendalian agar emisi kendaraan tidak semakin meningkat dapat mengurangi risiko penyakit dan dampak gas rumah kaca.

Knalpot berperan dalam mengurangi kadar gas CO 3%, kadar gas HC 6% dan kebisingan 27% (Tarigan, 2018). Penggunaan *Catalytic Converter* didalam (knalpot) saluran gas buang untuk menciptakan kendaraan untuk lebih ramah lingkungan. Untuk mempercepat reaksi kimia CO menjadi CO₂ serta HC menjadi CO₂ dan H₂O perlu menambahkan *Catalytic Converter* pada saluran gas buang. Kebisingan pada sepeda motor disebabkan oleh sisa pembakaran yang keluar melalui knalpot. Oleh karena itu, pemilihan jenis knalpot yang tepat dapat membantu mengurangi dampak negatif (Syaikh & Apriyanto, 2022).

Menurut Tarigan (2018) kebisingan yang melebihi ambang batas pada knalpot dapat mengganggu konsentrasi, kesehatan serta memiliki dampak negatif lainnya. Menurut Peraturan Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor. 07 Tahun 2009, ambang kebisingan maksimal 80 desibel (dB) diperuntukan kendaraan kapasitas dibawah 80 cc, sedangkan ambang batas maksimal 90

desibel (dB) diperuntukan motor kapasitas 80-175 cc. Untuk motor kapasitas di atas 175 cc kebisingannya dilarang melebihi 90 dB.

Catalytic Converter merupakan teknologi yang berada di dalam (knalpot) saluran gas buang kendaraan bermotor yang berfungsi untuk mempercepat oksidasi emisi gas Karbon Monoksida (CO), Hidrokarbon (HC) juga dapat mengurangi Nitrogen Oksida (NOx) (Irawan et al., 2022). *Catalytic Converter* dipengaruhi oleh bahan dan bentuknya dalam mengurangi konsentrasi emisi gas buang dan kebisingan. Zat yang membantu reaksi tanpa mengubah komposisi kimia adalah katalis. Tujuannya adalah mempercepat reaksi dan menurunkan suhu sehingga lebih efisien. Dalam pirolisis, katalis meningkatkan kualitas minyak hasil proses tersebut. Dengan demikian, penggunaan katalis memiliki peran penting dalam mengoptimalkan proses kimia dan menghasilkan produk yang lebih baik (Kamal, 2022).

Pemasangan jenis katalis tembaga dalam (knalpot) saluran gas buang efektif dalam menurunkan konsentrasi kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) dari putaran mesin rendah hingga tinggi (Albana & Saragih, 2016). Kadar gas CO yang dihasilkan dengan menggunakan jenis katalis tembaga lebih rendah daripada tanpa katalis yaitu sekitar 1,31%, hal ini karena tembaga berperan sebagai katalis yang mempercepat reaksi kimia mengubah senyawa berbahaya seperti kadar gas CO menjadi CO₂.

Karbon aktif adalah materi berpori yang terdiri dari 85% hingga 95% karbon. Bahan untuk menghasilkan arang aktif dapat memanaskannya dalam suhu yang tinggi. Fungsi arang aktif sebagai katalis yang efektif dalam proses degradasi menghasilkan jumlah senyawa aromatik yang lebih tinggi. Dengan demikian, karbon aktif memiliki peran penting dalam berbagai aplikasi termasuk penyaringan air, pengobatan, dan pengolahan limbah. (Nazif et al., 2016).

Struktur berpori karbon aktif dapat menangkap dan mengurangi emisi gas berbahaya, membantu menjaga lingkungan dan kesehatan. Bahan katalis arang aktif sekam padi yang sudah memenuhi standar SNI memiliki

potensi untuk mengurangi emisi CO, NO, dan NO_x secara signifikan dengan suhu aktivasi terbaik untuk arang aktif ini adalah 400 °C dengan penyerapan tertinggi adalah 52.5% untuk kadar gas CO, 76.2% untuk kadar gas NO, dan 77.3% untuk kadar gas NO_x (Febryanti et al., 2013).

Sekam padi yang merupakan sisa dari proses penggilingan beras, seringkali terbuang begitu saja di negara-negara ASEAN. Dari hasil penggilingan padi biasanya diperoleh beras giling 50-63,5%, dedak 8-15% dan sekam 20-30% berdasarkan bobot awal gabah. Nilai jual sekam yang cukup rendah ini dapat ditingkatkan dengan mengembangkan penggunaan sekam sebagai bahan tambahan dalam berbagai sektor termasuk pertanian, pakan ternak, dan industri. Dengan memanfaatkan sekam padi secara lebih efisien dapat mengurangi limbah dan menciptakan nilai tambah yang berkelanjutan (Kartono et al., 2014).

Knalpot kendaraan bermotor saat ini menggunakan katalis palladium, platinum dan rhodium tetapi pemasangan *Catalytic Converter* jenis logam mulia seperti Pd, Pt, dan Rh, serta penyangga alumina, silika serta keramik membutuhkan biaya yang cukup tinggi (Irawan et al., 2022). Dengan menggunakan sekam padi sebagai katalis, dapat menciptakan solusi berkelanjutan yang mendukung lingkungan dan ekonomi lokal serta mengurangi risiko penyakit dan dampak gas rumah kaca akibat meningkatnya emisi kendaraan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif menggunakan metode penelitian eksperimen. Terdapat perbedaan perlakuan yang diberikan terhadap objek penelitian untuk mendapatkan hasil yang diharapkan, perbedaan tersebut dilakukan perlakuan dengan sesudah dilakukan perlakuan.

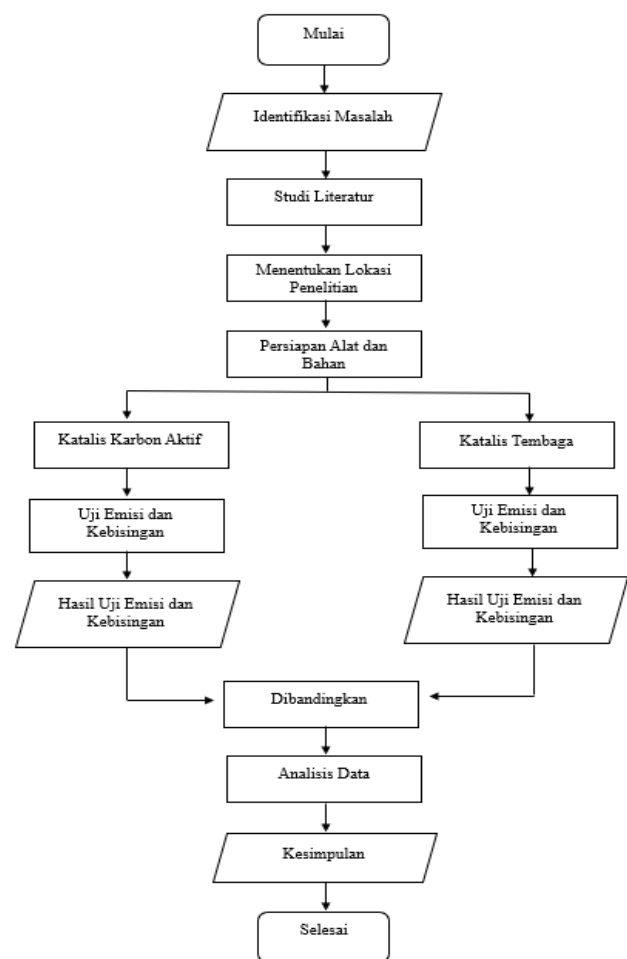
Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penggunaan katalis karbon aktif dan katalis tembaga. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu pengujian emisi CO, HC dan kebisingan. Variabel yang akan dikontrol dalam penelitian ini adalah :

1. Bahan karbon aktif menggunakan sekam

padi.

2. Pembuatan karbon aktif diaktivasi secara kimia dengan aktivator zat kimia asam fosfat (H₃PO₄).
3. Temperatur mesin saat bekerja 80-95 °C.
4. Pengujian pada putaran mesin 1500, 2000 dan 2500 rpm.

Alur penelitian ini digambarkan sebagai berikut.



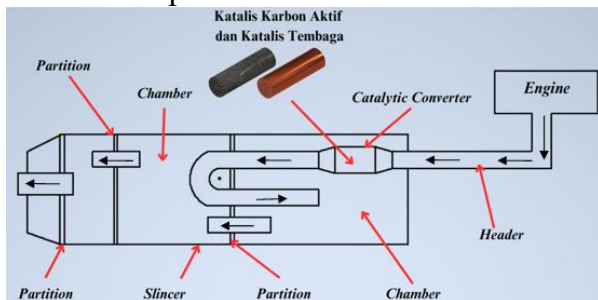
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



(a) (b)

Gambar 2. (a) Katalis Tembaga (b) Katalis Karbon Aktif

Pada katalis karbon aktif dan katalis tembaga akan dipasang pada knalpot standar motor Honda Vario 125 PGM-FI tanpa mengubah struktur knalpot.



Gambar 3. Skema Pemasangan Katalis Tembaga dan Katalis Karbon Aktif

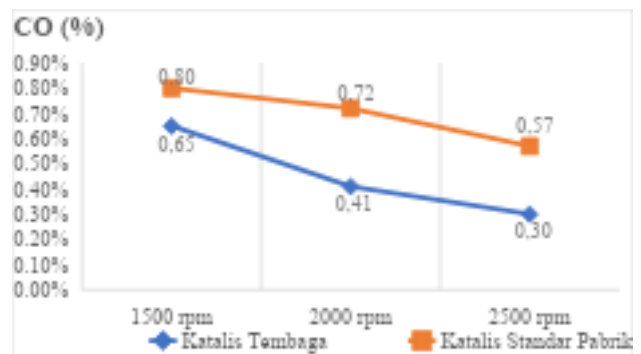


Gambar 4. Skema pemasangan Gas Analyzer dan Sound Level Meter

HASIL DAN PEMBAHASAN

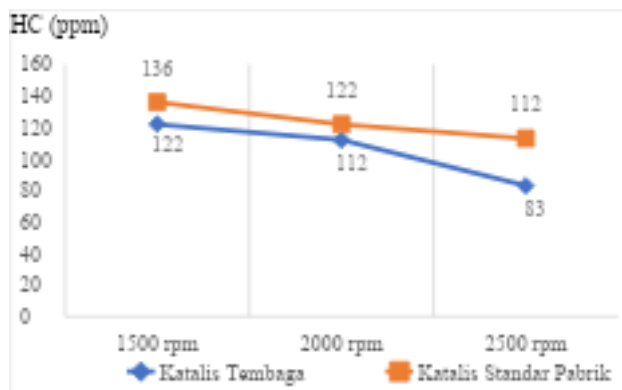
Hasil penelitian yang telah dilakukan berhasil diperoleh data pengujian jumlah kandungan karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC) dan kebisingan pada grafik berikut ini.

Pengaruh penggunaan Katalis Tembaga Terhadap Emisi Gas Buang. Berikut data hasil pengujian kadar gas emisi CO dan HC.



Gambar 5. Grafik penggunaan katalis tembaga terhadap kadar co

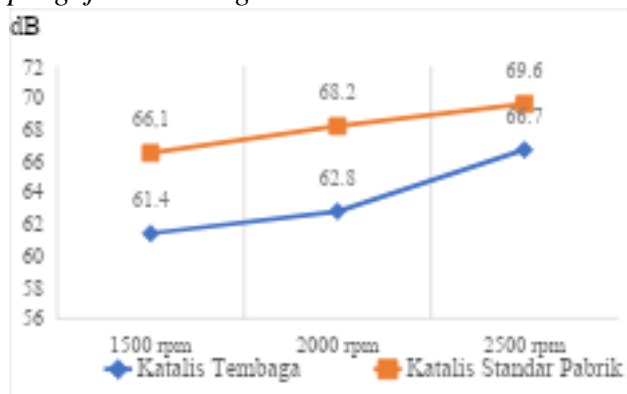
Gambar 5 hasil pengujian menunjukkan bahwa katalis tembaga lebih efektif dalam penurunan kadar gas CO dibandingkan pada saat penggunaan jenis katalis standar pabrik. Ketika putaran mesin *idle* pada 1500 rpm menggunakan katalis tembaga kadar gas CO mendapatkan penurunan sebanyak 18,7%. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2000 rpm menggunakan katalis tembaga kadar gas CO mendapatkan penurunan sebanyak 43%. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2500 rpm menggunakan katalis tembaga kadar gas CO mendapatkan penurunan sebanyak 47,3%.



Gambar 6. Grafik penggunaan katalis tembaga terhadap kadar HC

Gambar 6 hasil pengujian menunjukkan bahwa katalis tembaga lebih efektif dalam penurunan kadar gas HC dibandingkan pada saat penggunaan jenis katalis standar pabrik. Ketika putaran mesin *idle* pada 1500 rpm menggunakan katalis tembaga kadar gas HC mendapatkan penurunan sebanyak 10,2%. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2000 rpm menggunakan katalis tembaga kadar gas HC mendapatkan penurunan sebanyak 8,1%. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2500 rpm menggunakan katalis tembaga kadar gas HC mendapatkan penurunan sebanyak 26,5%.

Pengaruh penggunaan Katalis Tembaga Terhadap Kebisingan. Berikut data hasil pengujian kebisingan.

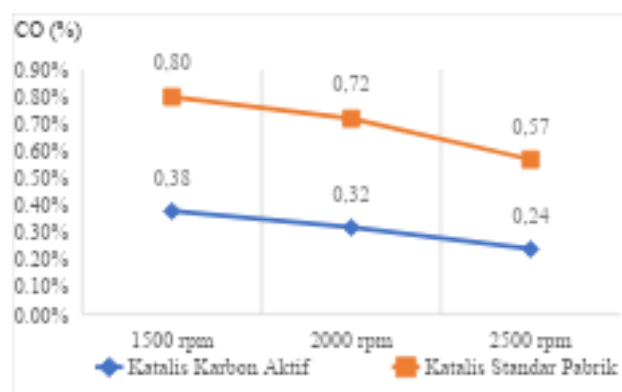


Gambar 7. Grafik penggunaan katalis tembaga terhadap kebisingan

Gambar 7 hasil pengujian menunjukkan bahwa katalis tembaga lebih efektif dalam penurunan kebisingan dibandingkan pada saat penggunaan jenis katalis standar pabrik. Ketika putaran mesin *idle* pada 1500 rpm menggunakan katalis tembaga kebisingan turun sebanyak

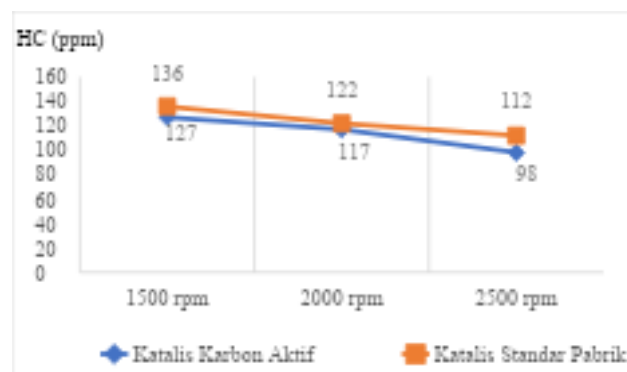
0,07%. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2000 rpm menggunakan katalis tembaga kebisingan turun sebanyak 0,08%. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2500 rpm menggunakan katalis tembaga kebisingan turun sebanyak 0,04%.

Pengaruh penggunaan Katalis Karbon Aktif Terhadap Emisi Gas Buang. Berikut data hasil pengujian kadar gas emisi CO dan HC.



Gambar 8. Grafik penggunaan katalis karbon aktif terhadap kadar CO

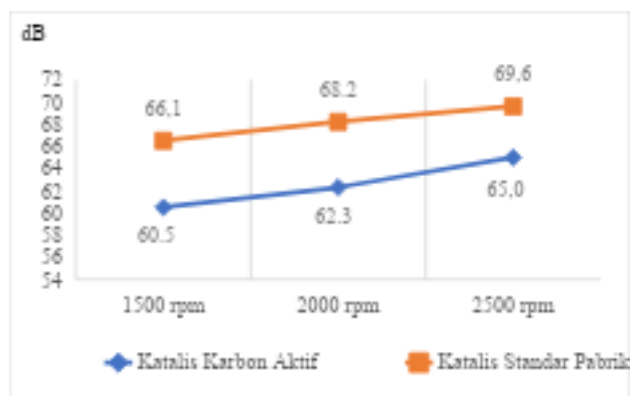
Gambar 8 hasil pengujian menunjukkan bahwa katalis karbon aktif lebih efektif dalam penurunan kadar gas CO dibandingkan pada saat penggunaan jenis katalis standar pabrik. Ketika putaran mesin *idle* pada 1500 rpm menggunakan katalis karbon aktif kadar gas CO mendapatkan penurunan sebanyak 52,5%. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2000 rpm menggunakan katalis karbon aktif kadar gas CO mendapatkan penurunan sebanyak 55,5%. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2500 rpm menggunakan katalis karbon aktif kadar gas CO mendapatkan penurunan sebanyak 57,8%.



Gambar 9. Grafik penggunaan katalis karbon aktif terhadap kadar HC

Gambar 9 hasil pengujian menunjukkan bahwa katalis karbon aktif lebih efektif dalam penurunan kadar gas HC dibandingkan pada saat penggunaan jenis katalis standar pabrik. Ketika putaran mesin *idle* pada 1500 rpm menggunakan katalis karbon aktif kadar gas HC mendapatkan penurunan sebanyak 6,6%. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2000 rpm menggunakan katalis karbon aktif kadar gas HC mendapatkan penurunan sebanyak 4%. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2500 rpm menggunakan katalis karbon aktif kadar gas HC mendapatkan penurunan sebanyak 13,2%.

Pengaruh penggunaan Katalis Karbon Aktif Terhadap Kebisingan. Berikut data hasil pengujian kebisingan.

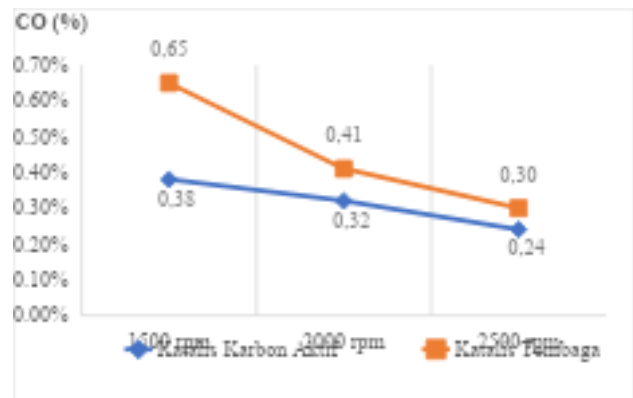


Gambar 10. Grafik penggunaan karbon aktif terhadap kebisingan

Gambar 10 hasil pengujian menunjukkan bahwa katalis karbon aktif lebih efektif dalam penurunan kebisingan dibandingkan pada saat penggunaan jenis katalis standar pabrik. Ketika putaran mesin *idle* pada 1500 rpm menggunakan katalis karbon aktif kebisingan turun sebanyak 0,09%. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2000 rpm menggunakan katalis karbon aktif kebisingan turun sebanyak 0,09%. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2500 rpm menggunakan katalis karbon aktif kebisingan turun sebanyak 0,07%.

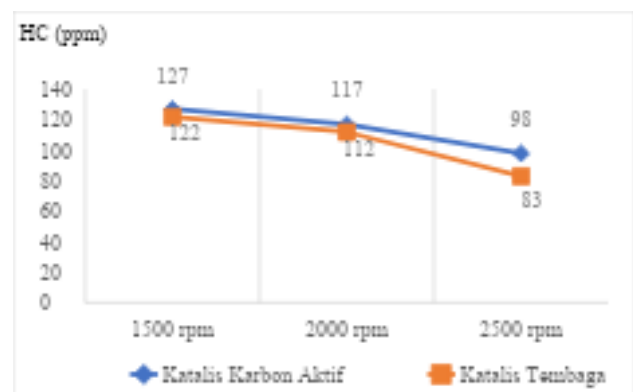
Perbandingan Kinerja Katalis Karbon Aktif dan Katalis Tembaga Terhadap Emisi Gas Buang.

Berikut data hasil pengujian kadar gas emisi CO dan HC.



Gambar 11. Grafik perbandingan kinerja katalis karbon aktif dan katalis tembaga terhadap kadar CO

Gambar 11 hasil pengujian menunjukkan bahwa katalis karbon aktif lebih efektif menurunkan kadar CO dibandingkan katalis tembaga. Ketika putaran mesin *idle* pada 1500 rpm menggunakan katalis karbon aktif kadar gas CO selisih penurunan 33,3% lebih banyak daripada menggunakan katalis tembaga. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2000 rpm menggunakan katalis karbon aktif kadar gas CO selisih penurunan 12,5% lebih banyak daripada menggunakan katalis tembaga. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2500 rpm menggunakan katalis karbon aktif kadar gas CO selisih penurunan 10,5% lebih banyak daripada menggunakan katalis tembaga.



Gambar 12. Grafik perbandingan kinerja katalis karbon aktif dan katalis tembaga terhadap kadar HC

Gambar 12 hasil pengujian menunjukkan bahwa katalis tembaga lebih efektif menurunkan

kadar HC dibandingkan katalis karbon aktif. Ketika putaran mesin *idle* pada 1500 rpm menggunakan katalis tembaga kadar gas HC selisih penurunan 3,6% lebih banyak daripada menggunakan katalis karbon aktif. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2000 rpm menggunakan katalis tembaga kadar gas HC selisih penurunan 4,1 % lebih banyak daripada menggunakan katalis karbon aktif. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2500 rpm menggunakan katalis tembaga kadar gas HC selisih penurunan 13,3% lebih banyak daripada menggunakan katalis karbon aktif.

Perbandingan Kinerja Katalis Karbon Aktif dan Katalis Tembaga Terhadap Kebisingan. Berikut data hasil pengujian kebisingan.



Gambar 13. Grafik perbandingan kinerja katalis karbon aktif dan katalis tembaga terhadap kebisingan

Gambar 13 hasil pengujian menunjukkan bahwa katalis karbon aktif lebih efektif menurunkan kebisingan dibandingkan katalis tembaga. Ketika putaran mesin *idle* pada 1500 rpm menggunakan katalis karbon aktif kebisingan selisih penurunan 0,02% lebih banyak daripada menggunakan katalis tembaga. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2000 rpm menggunakan katalis karbon aktif kebisingan selisih penurunan 0,01% lebih banyak daripada menggunakan katalis tembaga. Ketika putaran mesin dinaikkan pada 2500 rpm menggunakan katalis karbon aktif kebisingan selisih penurunan 0,03% lebih banyak daripada menggunakan katalis tembaga.

Emisi Gas Buang

Gas karbon monoksida (CO) terbentuk ketika udara atau oksigen yang tersedia tidak cukup untuk membakar bahan bakar sepenuhnya. Hal ini bisa terjadi karena jumlah oksigen yang dibutuhkan tidak mencukupi untuk proses pembakaran yang sempurna atau karena campuran bahan bakar terlalu kaya (Febriansyah, 2014).

Terbentuknya gas hidrokarbon (HC) dikarenakan tidak terbakarnya bahan bakar secara sempurna, campuran yang terlalu kaya menyebabkan dinding silinder memiliki suhu lebih rendah daripada suhu pembakaran, sehingga kalor dari campuran bahan bakar diserap (Tirra et al., 2018).

Dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2 emisi gas buang tertinggi terjadi pada putaran mesin 1500 rpm atau *idle*. Ketika putaran mesin dalam kondisi *idle throttle* belum terbuka sehingga oksigen yang masuk ke ruang bakar lebih sedikit dibandingkan ketika putaran mesin dinaikkan. Dapat dilihat dari hasil pengujian pembentukan gas CO dan HC cenderung lebih tinggi ketika putaran mesin *idle* daripada putaran mesin dinaikkan. Penurunan emisi gas buang ketika putaran mesin tinggi disebabkan karena perubahan suhu dan perubahan campuran bahan bakar dan udara.

Suhu pembakaran yang terjadi pada putaran mesin 1500 rpm lebih rendah dibandingkan putaran mesin dinaikkan, karena meningkatnya suhu pembakaran maka viskositas dari bahan bakar akan turun. Akibatnya proses pencampuran bahan bakar dan udara dapat bercampur dengan sempurna (Kurniawan & Winoko, 2019). Perubahan jumlah campuran udara dan bahan bakar terjadi akibat perubahan suhu pembakaran yang semakin tinggi dan menjadikan frekuensi pembakaran terjadi lebih cepat (Abdillah & Sugondo, 2013). Perbandingan campuran ideal udara dengan bahan bakar C_8H_{18} adalah 15:1 (Irawan, 2017).

Pengaruh Katalis Karbon Aktif dan Katalis Tembaga terhadap Emisi Gas Buang

Pengaruh penggunaan katalis karbon aktif dan katalis tembaga terhadap emisi gas buang

CO dan HC dapat dilihat dalam tabel 1 dan 2. Hasil pengujian terdapat penurunan ketika menggunakan katalis karbon aktif dan katalis tembaga. Penurunan terbesar ketika putaran mesin dinaikkan 2500 rpm, kadar gas CO turun sebanyak 57,8% dan HC 13,2% dengan menggunakan katalis karbon aktif dan penurunan terbesar juga terjadi pada putaran mesin 2500 rpm saat menggunakan jenis katalis tembaga, kadar gas CO turun sebanyak 18,7% dan HC 26,5%. Penurunan emisi gas buang CO dan HC dengan menggunakan katalis karbon aktif dan katalis tembaga juga terjadi pada tiap putaran mesin 1500, 2000 dan 2500 rpm. Hasil pengujian menunjukkan adanya pengaruh dari penggunaan jenis katalis terhadap emisi gas buang. Penggunaan katalis karbon aktif efektif dalam penurunan kadar gas CO, HC dan jenis katalis tembaga juga efektif penurunan kadar gas CO dan HC. Kedua jenis katalis tersebut dalam penurunan emisi gas buang lebih baik daripada menggunakan jenis katalis standar pabrik. Penurunan jenis katalis karbon aktif dan katalis tembaga terhadap emisi gas buang berada di bawah ambang batas emisi gas buang sesuai Permen LHK No.8 tahun 2023 dan standar Euro 4.

Penggunaan katalis karbon aktif lebih tinggi dalam penurunan kadar gas CO pada putaran mesin 2500 rpm. Karbon aktif adalah materi yang terdiri dari karbon amorf dengan permukaan dalam (*internal surface*) yang luas sehingga memiliki daya serap tinggi. Menurut Winoko & Wicaksono (2021).

Karbon aktif efektif sebagai adsorben karena memiliki daya adsorpsi selektif, berpori, dan kuat dalam mengikat zat yang ingin dipisahkan secara fisik atau kimiawi. penggunaan katalis karbon aktif menunjukkan penurunan CO sebesar 12,06%, HC 17,58%, dan CO₂ 8,14%. Karbon aktif memiliki struktur yang terdiri dari mikropori, mesopori, dan makropori yang memiliki peran penting dalam menentukan efisiensi karbon aktif sebagai bahan adsorben (Lubis et al., 2020).

Adsorpsi dalam arang aktif terjadi secara fisik karena sifat arang aktif sebagai penyerap, penyaring molekul, katalis, dan penukar ion. Arang aktif merupakan adsorben yang memiliki

pori – pori diameter yang sangat kecil yang dapat menyerap gas, sehingga gas CO yang melewatinya akan terikat dan mengalami gaya tarik menarik dengan pori – pori arang aktif (Huda et al., 2020). Hal tersebut juga selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Febryanti & Wahab, 2013) dengan hasil penurunan konsentrasi emisi gas CO 52,5%. Karbon aktif memiliki struktur yang terdiri dari mikropori, mesopori, dan makropori yang memiliki peran penting dalam menentukan efisiensi karbon aktif sebagai bahan adsorben (Lubis et al., 2020).

Penggunaan katalis tembaga lebih tinggi dalam penurunan emisi gas buang HC. Tembaga lebih efisien dalam membantu menurunkan suhu, yang bermanfaat bagi kinerja *Catalytic Converter* dalam mengurangi konsentrasi emisi gas buang (Irawan et al., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa *Catalytic Converter* berfungsi membantu mempercepat proses oksidasi dan reduksi pada temperatur yang lebih rendah. Semakin meningkatnya kandungan O₂ ini juga sangat menguntungkan karena gas O₂ dibutuhkan untuk mengoksidasi gas HC menjadi H₂O dan CO₂ (Utomo et al., 2020).

Campuran yang terlalu kaya menyebabkan dinding silinder memiliki suhu lebih rendah daripada suhu pembakaran, sehingga kalor dari campuran bahan bakar diserap. Akibatnya, gas hidrokarbon (HC) keluar saat katup knalpot terbuka. Meskipun rasio campuran udara dan bensin (AFR) sudah mendekati ideal dan didukung oleh desain ruang bakar mesin, sebagian bensin tetap dapat tersembunyi dari api selama proses pembakaran. Hal ini menyebabkan emisi hidrokarbon (HC) yang tinggi di ujung knalpot. Jika emisi HC tinggi, kemungkinan penyebabnya adalah bensin yang tidak terbakar karena kegagalan sistem pengapian atau pembakaran yang tidak sempurna di ruang bakar. campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kurus juga dapat menghasilkan gas CO. Ketika terjadi oksidasi, CO akan berubah menjadi CO₂, tetapi reaksi ini berlangsung lambat dan tidak mengubah seluruh sisa CO menjadi CO₂. Oleh karena itu, campuran yang kurus masih dapat menghasilkan CO.

Pengaruh Katalis Karbon Aktif dan Katalis Tembaga terhadap Kebisingan

Pengujian kebisingan suara dilakukan untuk mengetahui pengaruh seberapa besar suara yang dihasilkan oleh kedua jenis katalis sesuai dengan peraturan pemerintah. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.56 tahun 2019 menyatakan bahwa untuk kendaraan kategori L $80 < L \leq 175$ cc ambang batas kebisingan yang diizinkan sebesar 80 dB. Pengaruh penggunaan katalis karbon aktif dan katalis tembaga terhadap kebisingan dapat dilihat dalam tabel 3. Hasil pengujian terdapat penurunan kebisingan menggunakan katalis tembaga dan katalis karbon aktif. Penurunan kebisingan terbesar pada saat putaran mesin *idle* 1500 rpm, penggunaan katalis karbon aktif mengalami penurunan sebesar 0,09% dan katalis tembaga sebesar 0,08%. Penurunan kebisingan juga terjadi pada tiap putaran mesin 1500, 2000 dan 2500 rpm.

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian menunjukkan penggunaan katalis tembaga mampu menurunkan emisi gas buang CO dan HC. Penggunaan katalis tembaga mengalami penurunan kadar CO dan HC terbesar pada putaran mesin dinaikkan 2500 rpm, kadar emisi gas CO turun sebanyak 47,3% dan kadar gas HC turun sebanyak 26,5%. Penurunan emisi gas buang CO dan HC juga terjadi pada tiap putaran mesin 1500, 2000 dan 2500 rpm. Hasil pengujian penggunaan katalis tembaga mampu menurunkan kebisingan. Penggunaan katalis tembaga mengalami penurunan kebisingan terbesar pada putaran mesin dinaikkan 2000 rpm, kebisingan turun sebanyak 0,08%. Penurunan kebisingan juga terjadi pada tiap putaran mesin 1500, 2000 dan 2500 rpm.
2. Hasil pengujian menunjukkan penggunaan katalis karbon aktif mampu menurunkan emisi gas buang CO dan HC. Penggunaan

katalis karbon aktif mengalami penurunan kadar CO dan HC terbesar pada putaran mesin dinaikkan 2500 rpm, kadar emisi CO turun sebanyak 57,8% dan kadar gas HC turun sebanyak 13,2%. Penurunan emisi gas buang CO dan HC juga terjadi pada tiap putaran mesin 1500, 2000 dan 2500 rpm. Hasil pengujian penggunaan katalis karbon aktif mampu menurunkan kebisingan. Penggunaan katalis karbon aktif mengalami penurunan terbesar pada putaran mesin dinaikkan 2000 rpm, kebisingan turun sebanyak 0,09%. Penurunan kebisingan juga terjadi pada tiap putaran mesin 1500, 2000 dan 2500 rpm.

3. Hasil pengujian penurunan terbesar emisi gas buang CO dan HC terjadi pada putaran mesin dinaikkan 2500 rpm. katalis tembaga efektif dalam penurunan kadar gas buang HC daripada menggunakan katalis karbon aktif dengan selisih penurunan sebanyak 13,3%. Sedangkan penggunaan katalis karbon aktif efektif dalam penurunan kadar gas buang CO daripada menggunakan katalis tembaga dengan selisih penurunan sebanyak 10,5%. Hasil pengujian kebisingan penurunan terbesar kebisingan terjadi pada putaran mesin dinaikkan 2000 rpm. Katalis karbon aktif efektif dalam penurunan kebisingan dengan selisih penurunan sebanyak 0,01%.

Saran yang diberikan penulis berdasarkan hasil penelitian ini sebagai berikut :

1. Katalis karbon aktif dan katalis tembaga dapat diaplikasikan pada semua kendaraan sehingga emisi gas buang dan kebisingan yang dihasilkan lebih ramah lingkungan.
2. Penggunaan katalis karbon aktif perlu adanya pengecekan karena belum diketahui jenis katalis ini penggunaannya bertahan berapa lama.

REFERENSI

- Albana, M. H., & Saragih, S. C. (2016). Penggunaan Tembaga (Cu) sebagai Katalis pada Saluran Gas Buang Gasoline Engine dan Pengaruhnya terhadap Emisi Gas Buang yang Dihasilkan. *Jurnal Integrasi*,

- 8(1), 34–36.
- Febriansyah. (2014). Pengaruh Penggantian Main Jet pada Karburator terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Yamaha Jupiter z. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 1–8.
- Febryanti, A., Wahab, A. W., & Maming. (2013). Pemanfaatan Karbon Aktif Sekam Padi sebagai Adsorben Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor. *Jurnal Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Alauddin Makassar*, 1(1), 107–117.
- Huda, S., Dwi, R., & Kurniasari, L. (2020). Karakterisasi Karbon Aktif dari Bambu Ori (*Bambusa Arundinacea*) yang di Aktivasi menggunakan Asam Klorida (HCl). *Inovasi Teknik Kimia*, 5(1), 22–27.
- Irawan. (2017). Perhitungan Energi Pembakaran Bahan Bakar di dalam Silinder Mesin Bensin. *Politeknik Negeri Malang*, 3(1), 3–6.
- Irawan, R. B., Pujiyanto, E., & Khairi, M. F. (2022). The Effect of Changes in Engine Speed on the Catalytic Converter Temperature Chromium Copper Catalyst. *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*, 5(1), 2–10.
- Kamal, D. M. (2022). Penambahan Katalis Karbon Aktif dan Tanah Liat Bentonit Pada Pirolisis Sampah Plastik Polyethylene Terephthalate (PETE). *Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur*, 5(1), 23–28.
- Kartono, I., Syarief, R., Herodian, S., & Sutrisno. (2014). Model Kebijakan Pengembangan Minimalisasi Limbah Sekam Padi Berbasis Lingkungan. *Jurnal Riset Industri (Journal of Industrial Research)*, 8(2), 215–226.
- Kurniawan, S. F. N. C., & Winoko, Y. A. (2019). Efek Penambahan Suhu Bahan Bakar terhadap Emisi Gas Buang pada Mobil Kijang LGX 1800 CC. *Jurnal Flywheel*, 10(2), 24–28.
- Lubis, R. A. F., Nasution, H. I., & Zubir, M. (2020). Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*, 3(2), 67–73.
- Nazif, R., Wicaksana, E., & Halimatuddahlia. (2016). Pengaruh Suhu Pirolisis dan Jumlah Katalis Karbon Aktif terhadap Yield dan Kualitas Bahan Bakar Cair dari Limbah Plastik Jenis Polipropilena. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(3), 49–55.
- Nurdjanah, N. (2014). Emisi CO₂ Akibat Kendaraan Bermotor di Kota Denpasar. *Jurnal Transportasi Darat*, 16(4), 1–14.
- Syaikhu, A., & Apriyanto, N. (2022). Pengaruh Penggunaan Knalpot Standar dan Knalpot Racing R9 terhadap Emisi Gas Buang dan Tingkat Kebisingan pada Motor Vixion. *Journal of Vocational*, 4(1), 153–164.
- Tarigan, K. (2018). Pengaruh Jenis Aliran Silencer Muffler Knalpot terhadap Tingkat Kebisingan dan Emisi Gas Buang pada Kendaraan Roda Empat Kapasitas 1600 cc. *BMC Microbiology*, 4(1), 1–14.
- Tirra, H. S., Akmaluddin, A., & Wirawan, M. (2018). Pengaruh Penggunaan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Bensin. *Dinamika Teknik Mesin*, 1(1), 1–10.
- Utomo, S. H. S., Mufarida, N. A., & N, A. E. (2020). Pengaruh Catalytic Converter Tembaga (Cu) terhadap Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) pada Gas Buang Sepeda Motor 4 Langkah 125 cc. *Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember*, 1(1), 1–9.
- Winoko, Y. A., & Wicaksono, A. G. (2021). Aktivasi Tempurung Kelapa untuk Mereduksi Emisi Gas Buang Motor Bakar. *Rang Teknik Journal*, 4(1), 104–108.