

**PENGARUH PENGGUNAAN ARANG KAYU ALABAN DENGAN ADITIF
TEMBAGA (Cu) SEBAGAI CATALYTIC CONVERTER TERHADAP EMISI GAS
BUANG DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MESIN TOYOTA KIJANG 5K**

***THE EFFECT OF THE USE OF ALABAN WOOD CHARCOAL WITH COPPER (Cu)
ADDITIVES AS A CATALYTIC CONVERTER ON EXHAUST GAS EMISSIONS
AND FUEL CONSUMPTION IN TOYOTA KIJANG ENGINE 5K***

Raka Nusantara¹⁾, Abdul Ghofur¹⁾

¹⁾Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia
email: rakanusantara25@gmail.com*, ghofur70@ulm.ac.id

Abstract

Received:
3 September
2022

Accepted:
23 September
2022

Published:
30 September
2022

This research objectives is to find out the effect of using alaban wood charcoal with copper additives as catalytic converter for exhaust gas emissions and fuel consumption with hole diameter variation and rpm. This research methods is using gas analyzer and seeing fuel consumption with rpm variation start from idle, 1500, 2500 and 3500 at Toyota Kijang 5K car. Making process of the specimen with additive variation 1 gram and without additive and hole diameter variation by 15 mm and 25 mm. The result of this research showing for highest CO₂ emission is 12,07 % when using 15 mm hole diameter catalytic converter with additives. The lowest value CO emissions is 0,16 % when using 25 mm hole diameter catalytic converter without additives. The lowest value of HC emissions is 37 ppm when using 25 mm hole diameter catalytic converter with additives. The lowest value of O₂ is 15,25 % when using 25 mm hole diameter catalytic converter with additives. For fuel consumption the biggest decrease is 13,33% when using 15 mm hole diameter catalytic converter.

Keywords: Catalytic Converter, Exhaust Gas Emissions, Fuel Consumption

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan arang kayu alaban dengan aditif tembaga sebagai catalytic converter terhadap emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar dengan variasi diameter lubang dan rpm. Metode penelitian ini menggunakan gas analyzer dan melihat konsumsi bahan bakar dengan variasi rpm mulai dari idle, 1500, 2500 dan 3500 pada mobil Toyota Kijang 5K. Proses pembuatan benda uji dengan variasi aditif 1 gram dan tanpa aditif dan variasi diameter lubang sebesar 15 mm dan 25 mm. Hasil penelitian menunjukkan emisi CO₂ tertinggi adalah 12,07 % pada penggunaan catalytic converter diameter lubang 15 mm dengan aditif. Nilai emisi CO terendah adalah 0,16 % saat menggunakan catalytic converter berdiameter lubang 25 mm tanpa aditif. Nilai emisi HC terendah adalah 37 ppm ketika menggunakan catalytic converter diameter lubang 25 mm dengan aditif. Nilai O₂ terendah adalah 15,25% pada penggunaan catalytic converter diameter lubang 25 mm dengan aditif. Untuk konsumsi bahan bakar penurunan terbesar adalah 13,33% saat menggunakan catalytic converter diameter lubang 15 mm.

Kata kunci: Konverter Katalitik, Emisi Gas Buang, Konsumsi Bahan Bakar

DOI: https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v4i2.6534

How to cite: Nusantara, R., & Ghofur, A., "Pengaruh Penggunaan Arang Kayu Alaban Dengan Aditif Tembaga (Cu) Sebagai Catalytic Converter Terhadap Emisi Gas Buang Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Mesin Toyota Kijang 5K". *JTAM ROTARY*, 4(2), 193-204, 2022.

PENDAHULUAN

Kemajuan perkembangan teknologi secara global yang pesat pada saat ini mengakibatkan bertabahnya jumlah kendaraan di jalan raya dan masih memakai bahan bakar fosil seperti bensin dan solar. Hal ini bisa menyebabkan pencemaran udara meningkat dikarenakan emisi yang dihasilkan kendaraan bermotor, dan jika dibiarkan bisa membahayakan lingkungan. Penyebab meningkatnya emisi pada kendaraan bermotor diakibatkan oleh beberapa hal diantaranya perbandingan bahan bakar (AFR) yang kurang tepat, kualitas bahan bakar, dan tentunya kondisi mesin yang tak standar karena faktor usia.

Di negara maju seperti Amerika dan bagian Eropa sudah banyak dilakukan langkah – langkah dalam mereduksi emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan bermotor. Dan sekarang termasuk negara-negara di Asia juga mulai melakukan langkah-langkah untuk upaya mengurangi emisi gas buang karena makin ketatnya peraturan tentang emisi gas buang kendaraan bermotor. Dan salah satu langkah untuk mengurangi emisi gas buang pada kendaraan bermotor yaitu memodifikasi pada bagian saluran gas buang (B.Irawan, 2003).

Untuk mereduksi emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan bermotor digunakanlah alat yang disebut *catalytic converter*. Alat ini mengkonversi zat - zat beracun pada gas buang menjadi zat-zat yang tidak beracun (B.Irawan, 2012). Pada *catalytic converter* terdapat terdapat media yang bersifat katalis. Media ini diharapkan dapat mempercepat sebuah proses reaksi kimia seperti gas CO dapat teroksidasi menjadi gas CO₂. Material *catalytic converter* sendiri bermacam – macam, ada yang dari tembaga, magnesium, zeolit, kaolin, bahkan ada yang terbuat dari arang sebagai bahan alternatif. Bentuknya sendiri mulai dari bentuk sarang lebah, plat berlapis, dan keramik berpori.

Dari penjelasan di atas maka penulis ingin melakukan penelitian tentang *catalytic converter* dengan bahan alternatif yaitu dari arang kayu alaban dengan aditif tembaga.

Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Tak

Secara umum, motor bensin / mesin bensin / mesin otto adalah mesin pembakaran dalam yang memanfaatkan percikan bunga api listrik dari busi untuk penyalaan dan membakar bahan bakar di dalam ruang bakar. Sehingga mesin bensin juga dikenal sebagai mesin penyalaan cetus api (*spark ignition engine*). Mesin ini dirancang untuk menggunakan bahan bakar bensin dan sejenisnya.

Prinsip kerja motor bensin 4 tak adalah manakala tiap dua kali putaran poros engkol atau empat kali gerakan turun dan naik piston menghasilkan satu kali langkah usaha. Dimana pada motor bensin 4 tak ada langkah isap, kompresi, usaha, dan buang.

Catalytic Converter

Catalytic converter merupakan komponen yang berfungsi untuk mengubah polutan yang membahayakan pada gas buang menjadi gas yang tidak membahayakan. Pada kendaraan bermotor alat ini dipasang pada sistem pembuangan, sehingga semua gas buang harus mengalir melaluinya. Pada *catalytic converter* terdapat bahan-bahan yang bersifat katalis. Katalis adalah suatu bahan pada *catalytic converter* yang diharapkan dapat mempercepat sebuah proses reaksi kimia. Dengan menggunakan *catalytic converter*, kandungan pada gas buang seperti HC, CO, dan NO_xnya diharapkan akan lebih rendah dibandingkan yang masuk. Pada *catalytic converter*, gas buang akan mengenai permukaan yang dilapisi katalis. Bahan yang sering dipakai sebagai media katalis adalah platina (Pt), rhodium (Rh), paladium (Pd) dan keramik monolith.

Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar adalah jumlah bahan bakar yang diperlukan untuk menghasilkan daya sebesar 1 HP. Laju konsumsi bahan bakar dipengaruhi oleh variasi putaran mesin. Peningkatan konsumsi bahan bakar berbanding lurus terhadap naiknya putaran mesin. Ini disebabkan, makin tinggi putaran mesin maka bahan bakar yang diperlukan untuk proses pembakaran juga semakin tinggi pula.

Kayu Alaban

Kayu alaban merupakan salah satu jenis tanaman hutan yang hampir tumbuh di seluruh Indonesia, meliputi Jawa, Madura, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Pulau Bangka. Kayu laban merupakan jenis pohon yang mudah tumbuh dan dapat ditanam pada berbagai jenis tanah, memiliki daya tahan terhadap kebakaran dan banyak tumbuh di hutan sekunder.

Ciri umum pohon laban yaitu ukurannya sedang hingga besar dengan tinggi dapat mencapai 40 meter. Dengan diameter batang dapat mencapai 130 cm, beralur dalam dan jelas, kayunya padat juga berwarna pucat. Kayunya tergolong sedang hingga berat, kuat, tahan lama, tidak mengandung silika. Gambar pohon alaban ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pohon Alaban

Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah gas hasil pembakaran bahan bakar pada kendaraan bermotor ataupun mesin pembakaran yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Jika pembakaran pada mesin sempurna, gas buang yang dihasilkan adalah karbondioksida (CO_2), uap air (H_2O), Oksigen (O_2) dan Nitrogen (N_2). Namun kenyataannya, pembakaran yang terjadi di dalam mesin kendaraan tak selalu berjalan sempurna sehingga gas buang yang dihasilkan berupa senyawa berbahaya seperti karbonmonoksida (CO), hidrokarbon (HC), Nitrogenoksida (NO_x) dan partikulat. Dan juga jika menggunakan bahan bakar yang mengandung timbal dan sulfur, gas buang yang dihasilkan akan terdapat kandungan sulfurdioksida (SO_2) dan logam berat / timbal (Pb).

Tepung Tapioka

Tapioka merupakan tepung yang berasal dari bahan baku ubi kayu dan juga salah satu bahan yang digunakan untuk keperluan industri perekat. Dalam penggunaannya, perekat tapioka menimbulkan sedikit asap bila dibandingkan dengan bahan perekat lainnya. Tepung tapioka juga mengandung 28 % amilosa dan 72 % amilopektin yang akan membentuk seperti perekat jika dicampur dengan air (O. Sitompul, 2014). Dalam tepung kanji ada sebuah komponen terbesar yang disebut dengan pati, yang mana pati tersusun

dari dua jenis karbohidrat yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa memberikan sifat keras (pera) dan amilopektin memberikan sifat lengket.

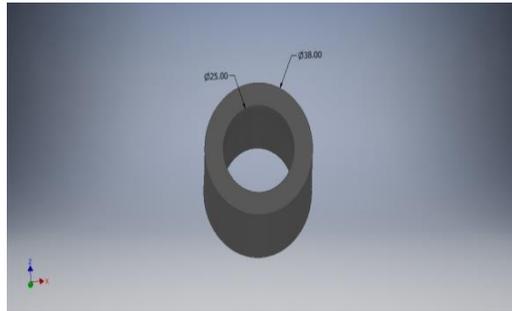
Tembaga

Tembaga (Cu) adalah logam dengan warna merah muda yang sifatnya lunak dan liat dengan titik lebur 1038°C. Potensial elektrodanya positif (+0,34 V) dan tembaga tidak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer (Vogel, 1994). Tembaga ini biasa digunakan oleh industri yang memproduksi alat – alat listrik, gelas, dan zat warna yang biasanya bercampur dengan logam lain seperti alloy dengan perak, kadmium, timah putih, dan seng (Merian, 1994) . Karena tidak memiliki kandungan Fe, maka tembaga digolongkan logam berat non ferrous. Tembaga juga konduktor listrik dan panas yang baik, memiliki keuletan, juga ketahanan korosi yang baik. Serbuk tembaga juga digunakan sebagai katalisator untuk mengoksidasi methanol menjadi metanal (Fachrunnisa. Andi, 2013).

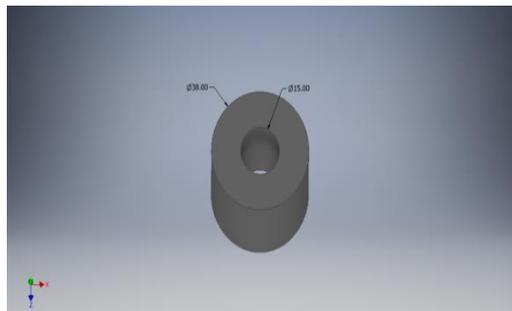
METODE PENELITIAN

Prosedur – prosedur penelitian akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Proses pengumpulan bahan
 - a. Mengumpulkan bahan – bahan yang akan digunakan seperti arang kayu alaban, tepung tapioka, dan serbuk tembaga.
 - b. Melakukan penumbukan terhadap arang untuk dijadikan serbuk.
 - c. Melakukan proses *meshing* pada arang untuk menghaluskan dan memisahkan serbuk arang dengan arang yang tidak hancur dengan *mesh* ukuran 40.
 - d. Setelah semua bahan telah siap langkah selanjutnya mencampur ketiga bahan menjadi satu dengan komposisi untuk tanpa aditif : 80% arang, 0% aditif dan 20% tepung tapioka. Untuk komposisi dengan aditif : 80% arang, 2,85% tembaga dan 17,15% tepung tapioka. Lalu ditambahkan air sebanyak 15 mL.
 - e. Aduk semua bahan sampai tercampur rata.
 - f. Setelah semua bahan tercampur, masukkan ke dalam cetakan *catalytic converter*.
 - g. Keringkan bahan selama 1 jam menggunakan sinar matahari, dilanjutkan pengeringan menggunakan *furnace* dengan temperatur 150°C selama 15-30 menit.
2. Prosedur Pengujian
 - a. Untuk pengujian emisi gas buang dilakukan dengan variasi putaran mesin idle, 1500, 2500, dan 3500 menggunakan knalpot standar dan dengan *catalytic converter*.
 - b. Pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan dengan mengamati penurunan bahan bakar pada gelas ukur selama 1 menit dengan variasi putaran mesin idle, 1500, 2500, dan 3500.
3. Desain *Catalytic Converter*
 Untuk desain *catalytic converter* yang akan digunakan dan peletakannya dapat dilihat pada Gambar 2 - Gambar 4.



Gambar 2. Desain *Catalytic Converter*



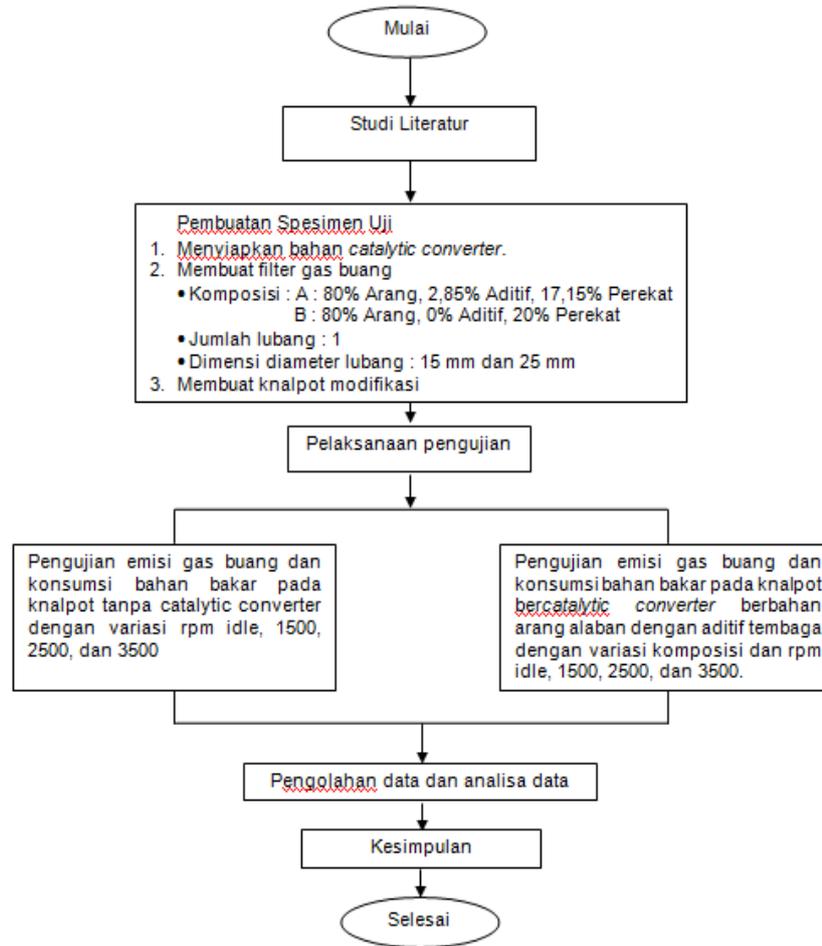
Gambar 3. Desain *Catalytic Converter*



Gambar 4. Desain *Catalytic Converter*

Diagram Alir Penelitian

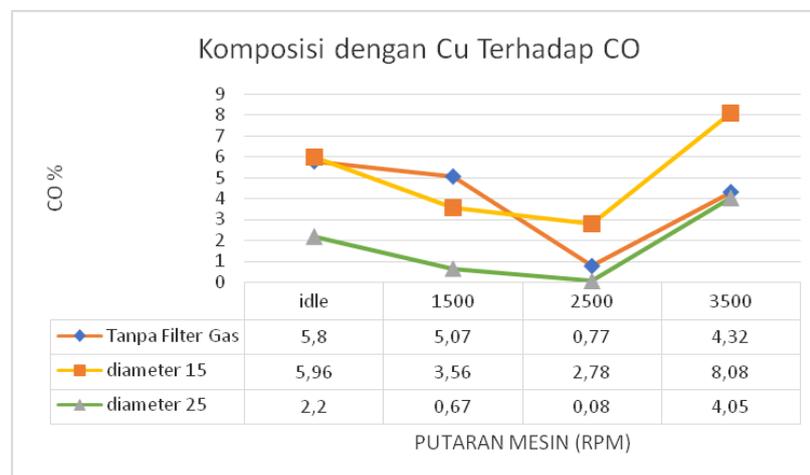
Diagram alir penelitian dalam penelitian ini dapat dilihat di Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

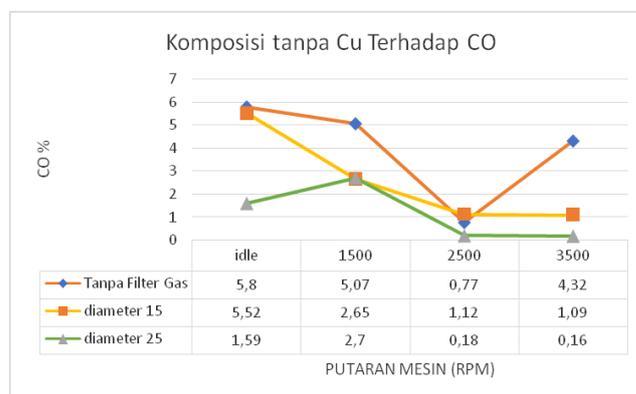
Pengaruh dari penggunaan arang kayu alaban dengan aditif tembaga sebagai *catalytic converter* terhadap emisi gas buang dan konsumsi dapat dilihat pada Gambar 6 - Gambar 13.



Gambar 6. Grafik Rpm Terhadap Nilai CO Pada *Catalytic Converter* Dengan Cu Dan Knalpot Standar

Dari Gambar 6 dapat dilihat naik turunnya nilai CO saat pemakaian *catalytic converter* berdiameter lubang 15 mm ditunjukkan oleh garis kuning mengalami fluktuasi dimana semakin meningkatnya rpm maka nilai emisi CO juga menurun namun saat putaran mesin tertinggi kembali menaik. Pada rpm idle menghasilkan nilai 5,96 %, rpm 1500 3,56%, rpm 2500 2,78% dan rpm 3500 sebesar 8,08 %. Dari grafik diatas dapat dilihat persentase kenaikan nilai CO sebesar 24,24%. Nilai CO tinggi pada rpm idle dikarenakan mesin membutuhkan campuran kaya (11:1) untuk dapat berputar idle (stasioner) dengan bagus , namun menyebabkan oksigen yang diperlukan untuk pembakaran sempurna tidak cukup. Namun pada rpm 3500 nilai CO kembali naik. Ini disebabkan meningkatnya putaran mesin untuk proses meningkatkan daya, sehingga menyebabkan penambahan jumlah campuran bahan bakar dan udara baru yang menyebabkan pembakaran sempurna jadi tidak tercapai (Donny Fernandez, 2009).

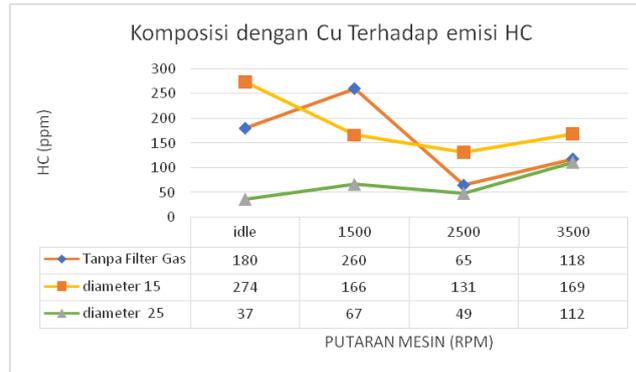
Pada knalpot dengan *catalytic converter* berdiameter 25 mm komposisi dengan Cu ditunjukkan oleh garis hijau, didapat juga hasil yaitu semakin meningkatnya rpm maka nilai emisi CO juga menurun namun saat putaran mesin tertinggi kembali menaik. Pada rpm idle menghasilkan nilai 2,2 %, rpm 1500 sebesar 0,67 %, rpm 2500 sebesar 0,08 %, dan rpm 3500 sebesar 4,05 %. Dari grafik diatas dapat dilihat persentase kenaikan nilai CO sebesar 45,67%.



Gambar 7. Grafik Rpm Terhadap Nilai CO Pada *Catalytic Converter* Dengan Cu Dan Knalpot Standar

Dari Gambar 7 pada knalpot dengan *catalytic converter* berdiameter 15 mm komposisi tanpa Cu ditunjukkan oleh garis kuning, didapat juga hasil yaitu semakin meningkatnya rpm maka nilai emisi CO juga menurun. Pada rpm idle menghasilkan nilai 5,52 %, rpm 1500 sebesar 2,65 %, rpm 2500 sebesar 1,12 %, dan rpm 3500 sebesar 1,09 %. Dari grafik diatas dapat dilihat persentase penurunan nilai CO sebesar 80,25%.

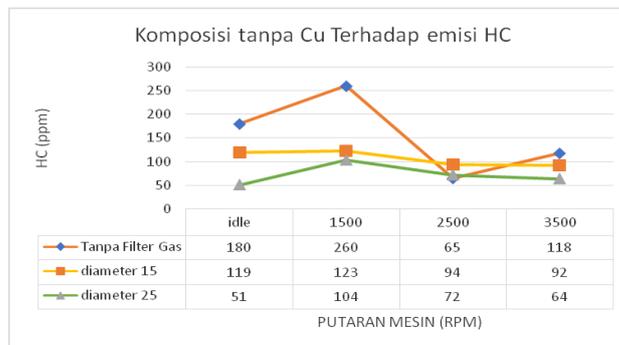
Pada knalpot dengan *catalytic converter* berdiameter 25 mm komposisi tanpa Cu ditunjukkan oleh garis hijau, didapat juga hasil yaitu semakin meningkatnya rpm maka nilai emisi CO juga menurun. Pada rpm idle menghasilkan nilai 1,59 %, rpm 1500 sebesar 2,7 %, rpm 2500 sebesar 0,18 %, dan rpm 3500 sebesar 0,16 %. Dari grafik diatas dapat dilihat persentase penurunan nilai CO sebesar 89,93%.



Gambar 8. Grafik Rpm Terhadap Nilai HC Pada *Catalytic Converter* Dengan Cu Dan Knalpot Standar

Dari Gambar 8 pada knalpot dengan *catalytic converter* berdiameter 15 mm komposisi dengan Cu ditunjukkan oleh garis kuning, didapat juga hasil yaitu semakin meningkatnya rpm maka nilai emisi HC juga semakin menurun namun kembali meningkat saat rpm 3500. Pada rpm idle menghasilkan nilai 274 ppm, rpm 1500 sebesar 166 ppm, rpm 2500 sebesar 131 ppm, dan rpm 3500 sebesar 169 ppm. Dan dari grafik diatas dapat diketahui penurunan HC saat pemakaian *catalytic converter* berdiameter lubang 15 mm sebesar 38,32%. Nilai HC tinggi pada rpm idle dikarenakan mesin membutuhkan campuran kaya (11:1) untuk dapat berputar idle (stasioner) dengan bagus, namun menyebabkan oksigen yang diperlukan untuk pembakaran sempurna tidak cukup. Namun pada rpm 3500 nilai CO kembali naik. Ini disebabkan meningkatnya putaran mesin untuk proses meningkatkan daya, sehingga menyebabkan penambahan jumlah campuran bahan bakar dan udara baru yang menyebabkan pembakaran sempurna jadi tidak tercapai (Donny Fernandez, 2009).

Pada knalpot dengan *catalytic converter* berdiameter 25 mm komposisi dengan Cu ditunjukkan oleh garis kuning, nilai emisi HC mengalami fluktuasi dan juga meningkat saat rpm 3500, namun tidak sampai melewati nilai daripada saat pemakaian *catalytic converter* berdiameter lubang 15 mm dan saat penggunaan knalpot standar. Pada rpm idle menghasilkan nilai 37 ppm, rpm 1500 sebesar 67 ppm, rpm 2500 sebesar 49 ppm, dan rpm 3500 sebesar 112 ppm. Dan dari grafik diatas dapat diketahui peningkatan nilai HC saat pemakaian *catalytic converter* berdiameter lubang 25 mm sebesar 66,96 %.

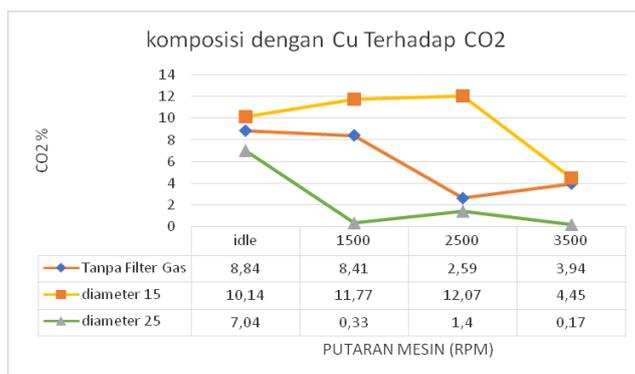


Gambar 9. Grafik Rpm Terhadap Nilai HC Pada *Catalytic Converter* Dengan Cu Dan Knalpot Standar

Dari Gambar 9 pada knalpot dengan *catalytic converter* berdiameter 15 mm komposisi tanpa Cu ditunjukkan oleh garis kuning, didapat juga hasil yaitu semakin

menaiknya rpm maka nilai emisi HC juga menurun. Pada rpm idle menghasilkan nilai 119 ppm, rpm 1500 sebesar 123 ppm, rpm 2500 sebesar 94 ppm, dan rpm 3500 sebesar 92 ppm. Dan dari grafik diatas dapat diketahui penurunan HC saat pemakaian catalytic converter berdiameter lubang 15 mm sebesar 22,69%.

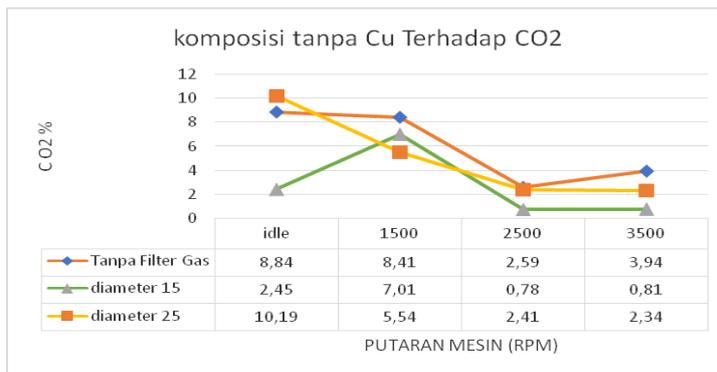
Pada knalpot dengan catalytic converter berdiameter 25 mm dengan komposisi tanpa Cu ditunjukkan oleh garis hijau, didapat juga hasil yaitu semakin menaiknya rpm maka nilai emisi HC juga menurun namun tidak menurun di bawah nilai saat rpm idle. Pada rpm idle menghasilkan nilai 51 ppm, rpm 1500 sebesar 104 ppm, rpm 2500 sebesar 72 ppm, dan rpm 3500 sebesar 64 ppm. Dan dari grafik diatas dapat diketahui peningkatan HC saat pemakaian catalytic converter berdiameter lubang 25 mm sebesar 20,31%.



Gambar 10. Grafik Rpm Terhadap Nilai CO₂ Pada *Catalytic Converter* Dengan Cu Dan Knalpot Standar

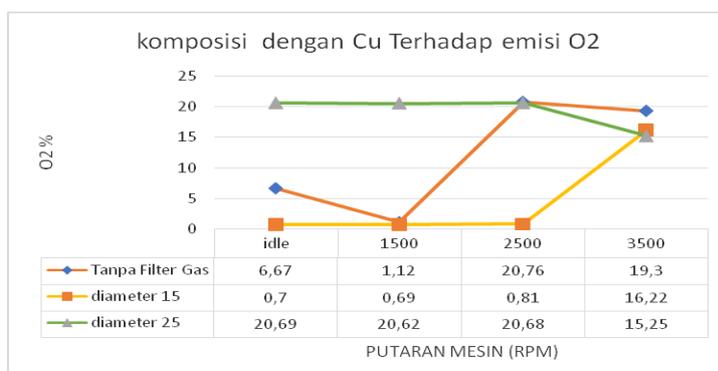
Dari Gambar 10 pada knalpot dengan catalytic converter berdiameter 15 mm komposisi dengan Cu ditunjukkan oleh garis kuning, didapat juga hasil yaitu semakin menaiknya rpm maka nilai emisi CO₂ semakin naik namun pada rpm tertinggi mengalami penurunan. Pada rpm idle menghasilkan nilai 10,14 %, rpm 1500 sebesar 11,77 %, rpm 2500 sebesar 12,07, dan rpm 3500 sebesar 4,45 %. Dan dari grafik diatas dapat dilihat penurunan CO₂ saat pemakaian catalytic converter berdiameter lubang 15 mm yaitu sebesar 56,11%. Jika dilihat dari grafik nilai CO₂ menurun dengan bertambahnya rpm. Dimana yang seharusnya kadar CO₂ menaik seiring bertambahnya rpm. Namun perlu diketahui, sumber dari CO₂ ini hanya pada ruang bakar dan CC. Ini bisa diakibatkan oleh AFR yang terlalu kurus atau terlalu kaya dan diakibatkan usia mesin sudah tua (1996). Dan juga bisa menandakan bahwa pada ruang bakar terjadi penumpukan kerak di blok mesin yang mengharuskan *overhaul engine* (Havendri, 2006).

Pada knalpot dengan catalytic converter berdiameter 25 mm komposisi dengan Cu ditunjukkan oleh garis hijau, didapatkan hasil yaitu semakin menaiknya rpm maka nilai emisi CO₂ juga menurun. Pada rpm idle menghasilkan nilai 7,04 %, rpm 1500 sebesar 0,33 %, rpm 2500 sebesar 1,4 %, dan rpm 3500 sebesar 0,17 %. Dan dari grafik diatas dapat dilihat penurunan CO₂ saat pemakaian catalytic converter berdiameter lubang 25 mm yaitu sebesar 97,58%.



Gambar 11. Grafik Rpm Terhadap Nilai CO₂ Pada *Catalytic Converter* Dengan Cu Dan Knalpot Standar

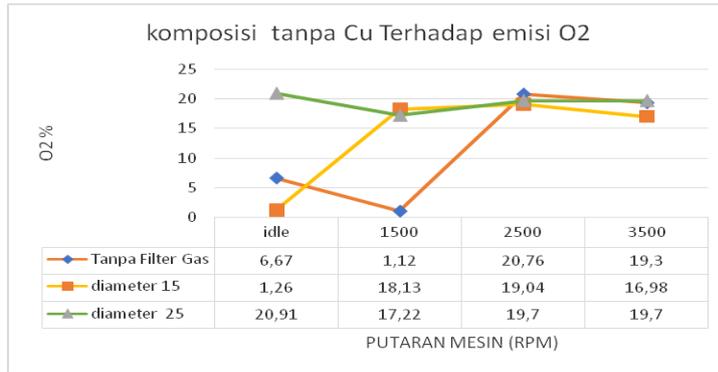
Dari Gambar 11 pada knalpot dengan catalytic converter berdiameter 15 mm ditunjukkan oleh garis kuning dengan komposisi tanpa Cu ditunjukkan oleh garis hijau, didapatkan hasil yaitu semakin meningkatnya rpm maka nilai emisi CO₂ mengalami penurunan. Pada rpm idle menghasilkan nilai 2,45 %, rpm 1500 sebesar 7,01 %, rpm 2500 sebesar 0,78 %, dan rpm 3500 sebesar 0,81 %. Dan dari grafik diatas dapat dilihat penurunan CO₂ saat pemakaian catalytic converter berdiameter lubang 15 mm yaitu sebesar 66,94%.



Gambar 12. Grafik Rpm Terhadap Nilai O₂ Pada *Catalytic Converter* Dengan Cu Dan Knalpot Standar

Dari Gambar 12 pada knalpot dengan catalytic converter berdiameter 15 mm dengan komposisi dengan Cu ditunjukkan oleh garis ungu, didapatkan hasil yaitu semakin meningkatnya rpm maka nilai emisi O₂ mengalami kenaikan. Pada rpm idle menghasilkan nilai 0,7 %, rpm 1500 sebesar 0,69 %, rpm 2500 sebesar 0,81 %, dan rpm 3500 sebesar 16,22, %. Dari grafik diatas dapat dilihat kenaikan O₂ saat pemakaian knalpot standar yaitu sebesar 95,68%. Pada gas buang, konsentrasi oksigen normalnya sebesar 1.2% bahkan bisa lebih kecil sampai 0%. Penyebab konsentrasi oksigen tinggi AFR karena terlalu kurus tapi juga dapat menunjukkan beberapa hal lain. Nilai dari O₂ pada penelitian ini sangat tinggi, hal ini disebabkan karena umur mesin yang sudah tua (1996) maupun kerak pada blok mesin yang sudah pekat (Havendri, 2006).

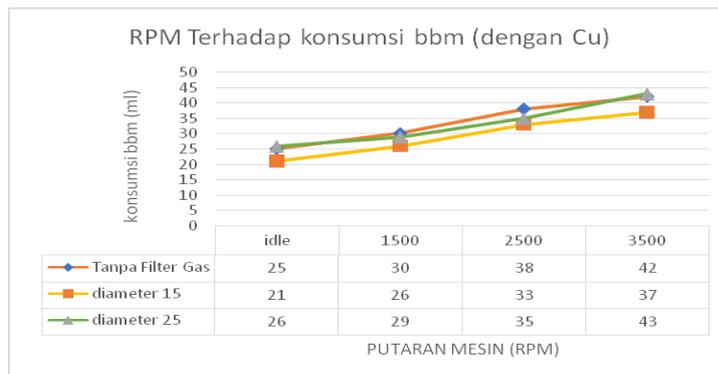
Pada knalpot dengan catalytic converter berdiameter 25 mm komposisi dengan Cu ditunjukkan oleh garis kuning, didapatkan hasil yaitu semakin meningkatnya rpm maka nilai emisi O₂ juga menurun. Pada rpm idle menghasilkan nilai 20,69 %, rpm 1500 sebesar 20,62 %, rpm 2500 sebesar 20,68 %, dan rpm 3500 sebesar 15,25 %. Dari grafik diatas dapat dilihat penurunan O₂ saat pemakaian knalpot standar yaitu sebesar 26,29%.



Gambar 13. Grafik Rpm Terhadap Nilai O₂ Pada *Catalytic Converter* Dengan Cu Dan Knalpot Standar

Dari Gambar 13 pada knalpot dengan *catalytic converter* berdiameter 15 mm dengan komposisi tanpa Cu ditunjukkan oleh garis ungu, didapatkan hasil yaitu semakin meningkatnya rpm maka nilai emisi O₂ mengalami kenaikan, namun pada rpm 3500 mengalami penurunan. Pada rpm idle menghasilkan nilai 1,26 %, rpm 1500 sebesar 18,13 %, rpm 2500 sebesar 19,04 %, dan rpm 3500 sebesar 16,98 %. Dari grafik diatas dapat dilihat kenaikan O₂ saat pemakaian knalpot standar yaitu sebesar 92,58%.

Pada knalpot dengan *catalytic converter* berdiameter 25 mm komposisi tanpa Cu ditunjukkan oleh garis kuning, didapatkan hasil yaitu semakin meningkatnya rpm emisi O₂ mengalami fluktuasi. Pada rpm idle menghasilkan nilai 20,91 %, rpm 1500 sebesar 17,22 %, rpm 2500 sebesar 19,7 %, dan rpm 3500 sebesar 19,7 %.



Gambar 14. Grafik Konsumsi BBM Pada *Catalytic Converter* Dan Knalpot Standar

Dari Gambar 14 dapat diketahui bahwa konsumsi bahan bakar akan semakin tinggi seiring meningkatnya dengan putaran mesin. Pada saat pemakaian *catalytic converter* berdiameter lubang 15 mm konsumsi bahan bakar pada rpm idle sebesar 25 ml, rpm 1500 26 ml, rpm 2500 33 ml, dan rpm 3500 sebesar 37 ml. Namun dari konsumsi bahan bakar ketika tidak menggunakan *catalytic converter* dan menggunakan *catalytic converter* berdiameter 15 mm terjadi penurunan yaitu sekitar 13,33 %.

Pada saat pemakaian *catalytic converter* berdiameter lubang 25 mm konsumsi bahan bakar pada rpm idle sebesar 21 ml, rpm 1500 26 ml, rpm 2500 35 ml, dan rpm 3500 sebesar 43 ml. Namun dari konsumsi bahan bakar ketika tidak menggunakan *catalytic converter* dan menggunakan *catalytic converter* berdiameter lubang 25 mm terjadi penurunan yaitu sekitar 1,48 %.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Dari hasil pengujian emisi gas buang didapatkan hasil rata – rata kenaikan maupun penurunan terbaik pada emisi gas buang yaitu pada saat penggunaan catalytic converter dengan aditif tembaga berdiameter lubang 25 mm.
2. Dari hasil pengujian konsumsi bahan bakar didapatkan hasil untuk persentase penurunan terbesar konsumsi bahan bakar pada pemakaian knalpot standar dengan saat pemakaian catalytic converter yaitu 13,33 % pada *catalytic converter* berdiameter 15 mm.

REFERENSI

- Bachri, A. S. 2009. “Emisi Gas Buang Mobil Yang Berbahan Bakar Bensin”, Tugas Akhir Universitas Gunadarma.
- Basset J dan Mendham, 1994. “ Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik”, Jakarta : Buku Kedokteran EGC.
- Fernandez, D. 2009. “Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC) dan Karbon Monoksida (CO)”, Jurusan Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang.
- Irawan, Bagus 2012. “Rancang Bangun *Catalytic Converter* Material Substrat Tembaga Berlapis Mangan Untuk Mereduksi Emisi Gas Karbon Monoksida Motor Bensin”. Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Irawan, Bagus. 2003. “Unjuk Kerja *Catalytic Converter* Tembaga Pada Saluran Gas Buang Kendaraan Bermotor Untuk Mereduksi Emisi Gas Karbon Monoksida” , Tugas Akhir Program Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kasmawarni, 2013. “Proses Aktivasi Arang Kayu Laban (*Vitex Pinnata L*) Dengan Cara Pemanasan Pada Suhu Tinggi.
- Merian, E. 1994. “*Toxic Metal In The Environment*”, VCH Verlagsgesellschaft mbH. Weinheim.
- Palinggi, Aris., dkk. 2018. “Kajian Penggunaan Zeolit Alam Kabupaten Kupang Untuk Menurunkan Emisi Gas Buang Co dan HC Pada Motor Bensin 4 Silinder”, Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Kupang.
- Saepulloh, E. 2017. “Pengaruh Putaran Mesin (Rpm) Terhadap Laju Konsumsi Bahan Bakar Pada Mobil Nissan CWM 330”, Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- Sitompul, O. 2014. “Pengaruh Variasi Perekat Pada Pembuatan Biobriket Dari Campuran Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa”, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Winarno, J. 2014. “Studi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermesin Bensin Pada Berbagai Merk Kendaraan dan Tahun Pembuatan”, Jurusan Teknik Mesin Universitas Janabadra.
- Yolanda, D. S., 2015. “Gasifikasi Biomassa (Serbuk Kayu Laban) Sistem *Updraft Single Gas Outlet* Dengan Sistem Pembersih *Filter Jerami*”, Tugas Akhir Teknik Energi, Jurusan Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.