

UTILIZATION OF GUNUNGKIDUL ZEOLITE STONE AS A CATALYTIC CONVERTER IN MOTORCYCLE

Nur Akhmad Triwibowo¹⁾, Thomas Novianto²⁾, Cyrilus Sukaca Budiono³⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin

³Program Studi Aeronautika

Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto

Jl. Janti, Blok R, Lanud Adisutjipto Yogyakarta

Email : akhmadtriwibowo@gmail.com

Abstract

One way to reduce the level of exhaust emissions is catalytic converter addition in exhaust gas. The alternative material for catalytic converters is zeolite stone which is local material that is widely available in Gunungkidul Regency. This study aims to determine the effect of Gunungkidul zeolite catalytic converters on the absorption of motorbike engine exhaust emission. The side effects of motorbike performance is also evaluated. The results showed that the use of zeolite Gunungkidul stone as a catalytic converter can absorb CO (9,5% - 21,6%) and HC gases (15,5% - 63,9%) quite well and can meet the quality standards of motorcycle exhaust emissions but has side effects to reduce engine performance even though the decrease is relatively small (5%).

Keyword: catalytic converter, zeolit, gunungkidul, exhaust emissions, motor performance

1. Pendahuluan

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah motor pada tahun 2015 sebanyak 98 juta unit sedangkan pada tahun 2016 sebanyak 105 juta unit. Sejalan dengan pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor, kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara pada kota-kota besar juga telah meningkat. Pada saat ini kontribusinya telah mencapai 60-70%. Kontribusi sebesar ini adalah merupakan kontribusi pencemar udara yang paling dominan[1].

Salah satu zat yang dikeluarkan dari sisa pembakaran kendaraan bermotor adalah gas karbon dioksida (CO₂). Karbon dioksida jika diabaikan maka konsentrasinya akan terakumulasi di atmosfer dan berpotensi menyebabkan pemanasan global dan dalam jangka panjang akan mengakibatkan perubahan iklim yang berbahaya bagi kehidupan manusia. Secara langsung dan tak langsung emisi menyumbang lebih dari 35% terhadap pemanasan global. Lebih lanjut emisi gas buang juga memberikan pengaruh terhadap kesehatan manusia dan gangguan metabolisme tubuh[1].

Salah satu cara mengurangi kadar emisi gas buang adalah menambahkan *catalytic converter* pada saluran gas buang. Alternatif material untuk *catalytic converter* adalah batu zeolit. Beberapa studi telah meneliti penggunaan zeolit sebagai *catalytic converter*. Penggunaan batu zeolit yang telah diaktifasi dengan larutan NaOH dan H₂SO₄ pada motor Yamaha menghasilkan kadar emisi gas CO paling rendah yaitu sebesar 0,43% [2]. Selain itu, telah dilakukan studi mengenai pengaruh penggunaan membran keramik berbasis zeolit, silika, dan karbon aktif terhadap gas CO dan CO₂ pada gas buang kendaraan bermotor dan hasilnya menunjukkan bahwa daya adsorpsi yang paling baik diantara ketiga aditif tersebut adalah zeolit [3].

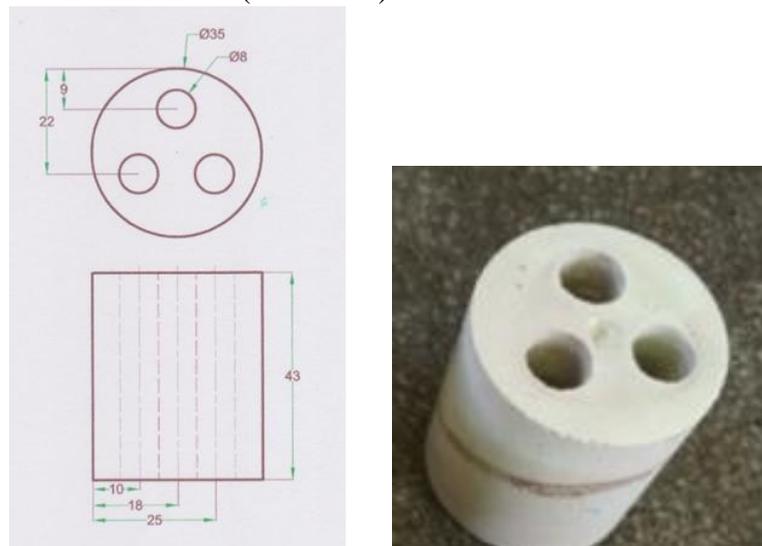
Batu zeolit banyak tersedia di Kabupaten Gunungkidul. Beberapa studi telah meneliti karakteristik batu zeolit Gunungkidul. Zeolit alam Gunung Kidul teraktivasi secara kimia akan menghasilkan senyawa modernit dimana sangat cocok bila dijadikan sebagai media adsorben [4]. Mineral zeolit yang dominan di Hargomulyo, Kecamatan Gedangsari Gunungkidul adalah mordenit, klinoptilolit dan heulandit, yang mendukung interpretasi genesis dari zeolit yang terbentuk dari alterasi air tanah dan proses diagenetik [5]. Zeolit alam yang telah diaktivasi memiliki potensi untuk menyerap uap air, CO₂ dan H₂S yang merupakan gas pengotor utama dalam biogas, sedangkan metana tidak terserap. Zeolit lokal Gunungkidul – Yogyakarta merupakan adsorber potensial dalam upaya optimasi sistem biogas khususnya untuk meningkatkan kemurnian metananya melalui sifatnya yang multi-adsorpsi [6]. Modifikasi zeolit Gunungkidul dengan kaolin lokal Semin – Gunungkidul untuk pemurnian metana pada biogas dapat menghasilkan listrik dari generator sebesar 181,9 V ; 1,13 A [7].

Penelitian tentang penggunaan batu zeolit Gunungkidul sebagai media adsorben telah banyak dilakukan. Meskipun demikian, penelitian mengenai nilai kadar emisi gas buang khususnya CO dan HC dan kaitannya dengan baku mutu emisi gas buang pada pemakaian batu zeolit Gunungkidul sebagai *catalytic converter* sepeda motor belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemakaian *catalytic converter* berbahan batu zeolit Gunungkidul pada nilai kadar emisi gas buang serta prosentase penyerapannya. Selain itu, pemakaian *catalytic converter* dapat menimbulkan hambatan aliran udara pada knalpot / *exhaust manifold* sepeda motor. Hal ini dapat berpotensi menurunkan kinerja (*performance*) mesin sepeda motor khususnya penurunan daya dan torsi mesin serta kenaikan konsumsi bahan bakar. Oleh karena itu, penelitian ini juga bertujuan mengetahui sejauhmana pengaruh pemakaian *catalytic converter* berbahan batu zeolit Gunungkidul pada kinerja mesin sepeda motor.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Pembuatan dan Pemasangan Catalytic Converter

Batu zeolite Gunungkidul dibubut menjadi berbentuk silinder dengan diameter sebesar 35 mm dan panjang 43 mm serta diberi 3 lubang dengan diameter 8 mm (Gambar 1). Setelah itu *catalytic converter* dipasang pada muffler / knalpot sepedamotor jenis Honda Supra X 125 cc buatan tahun 2009 (Gambar 2)



Gambar 1. Dimensi dan bentuk riil *catalytic converter* 3 lubang



Gambar 2. Pemasangan *catalytic converter* ke dalam knalpot

2.2. Pengujian Emisi, Daya, Torsi dan Konsumsi Bahan Bakar

Pengukuran emisi gas buang menggunakan *gas analyzer* merk *Stargas* di Badan Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta. Kandungan gas CO dan HC pada gas buang telah diukur pada putaran mesin 2000 rpm, 4000 rpm dan 6000 rpm.

Pengukuran daya dan torsi menggunakan alat *Dynotest Sportdyno v3.3* di Bengkel Mototech Singosaren, Banguntapan, Bantul. Daya dan torsi telah diukur pada rentang putaran mesin 3250 rpm sampai dengan 8750 rpm

Pengukuran konsumsi bahan bakar menggunakan buret dan stopwatch di Laboratorium Prestasi Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta (Gambar 3). Pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan dengan cara mengukur waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan 5 ml bahan bakar pertalite pada putaran mesin 2000 rpm, 4000 rpm dan 6000 rpm. Setelah itu laju aliran massa bahan bakar dapat ditentukan dengan persamaan [8] :

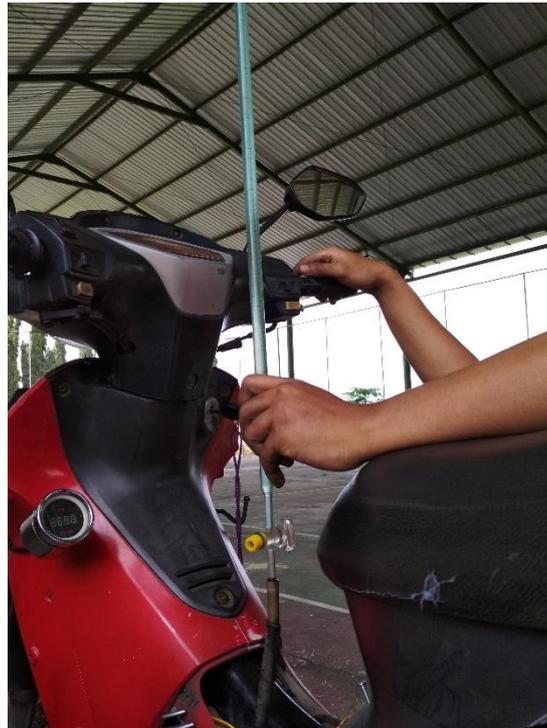
$$\dot{m}_f = \frac{\rho \times V_f \times 10^{-3}}{t_f} \times 3600 \quad (1)$$

dimana \dot{m}_f adalah laju aliran massa bahan bakar (kg/jam), ρ adalah massa jenis bahan bakar (kg/m^3), V_f adalah volume bahan bakar yang diuji (ml) dan t_f adalah waktu untuk menghabiskan bahan bakar yang diuji (detik).

Konsumsi bahan bakar spesifik dapat ditentukan dengan persamaan [8] :

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{P} \quad (2)$$

dimana *Sfc* adalah *specific fuel consumption* (Kg/kWh), \dot{m}_f adalah laju aliran massa bahan bakar (kg/jam) dan *P* adalah daya (kW).

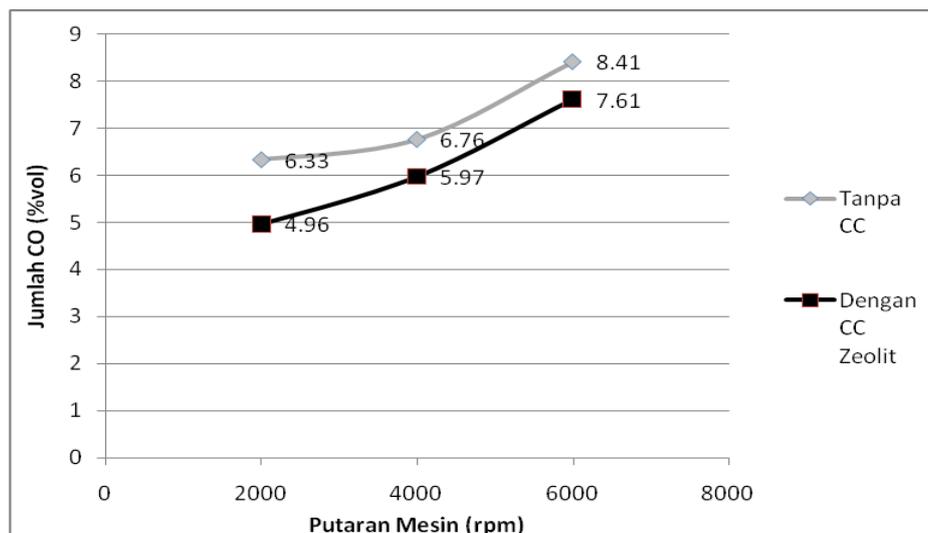


Gambar 3 Pemasangan buret pada motor

3. Hasil dan Pembahasan

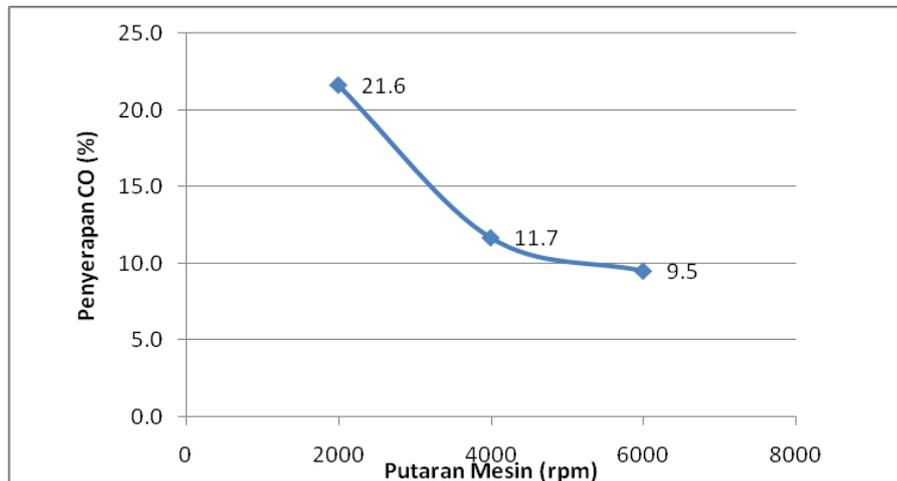
3.1. Hasil Pengujian Emisi Gas Karbon Monoksida (CO)

Data hasil pengujian emisi gas karbon monoksida (CO) pada knalpot tanpa *catalytic converter* (CC) dan knalpot yang telah diberi *catalytic converter* (CC) berbahan batu zeolit gunungkidul pada kondisi putaran mesin 2000 rpm, 4000 rpm dan 6000 rpm ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4. Baku mutu emisi CO sepeda motor pada putaran mesin rendah adalah 5% [9] sedangkan emisi CO terukur adalah 4,96%. Dengan demikian, penggunaan batu zeolit Gunungkidul sebagai *catalytic converter* bisa memenuhi baku mutu emisi gas CO.



Gambar 4. Grafik Jumlah CO dalam gas buang

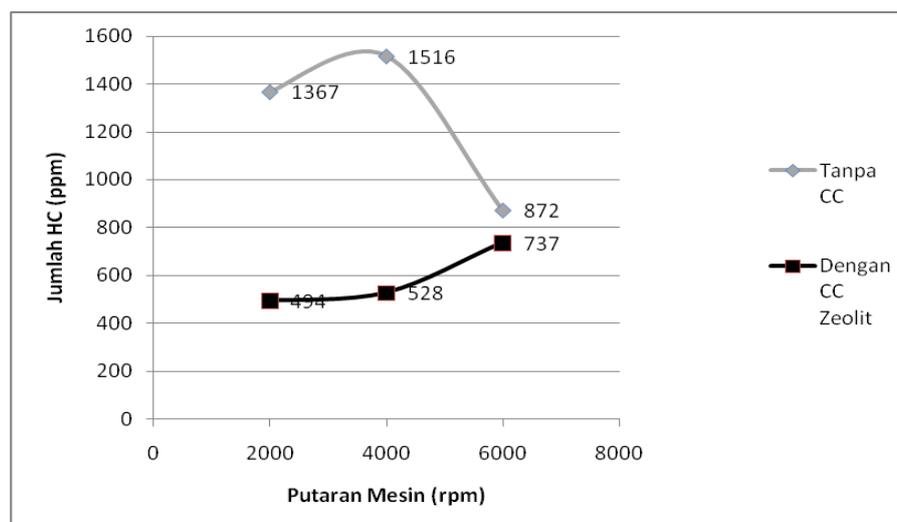
Data prosentase penyerapan emisi gas karbon monoksida (CO) pada knalpot yang telah diberi *catalytic converter* (CC) berbahan batu zeolit gunungkidul pada kondisi putaran mesin 2000 rpm, 4000 rpm dan 6000 rpm ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 5. Terlihat bahwa pada putaran mesin semakin tinggi, daya penyerapan CO menurun. Dari kedua grafik di atas terlihat bahwa pemakaian batu zeolit gunungkidul sebagai *catalytic converter* dapat menyerap CO cukup baik (9,5% - 21,6%). Selain itu terlihat bahwa pada putaran mesin semakin tinggi, daya penyerapan CO semakin turun.



Gambar 5. Grafik Penyerapan CO vs Putaran Mesin

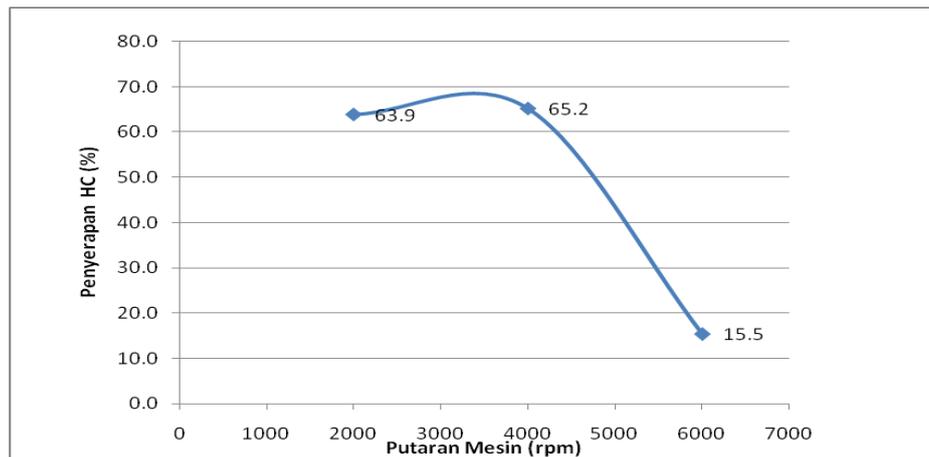
3.2. Pengujian Emisi Gas Hidrokarbon (HC)

Data hasil pengujian emisi gas hidrokarbon (HC) pada knalpot tanpa *catalytic converter* (CC) dan knalpot yang telah diberi *catalytic converter* (CC) berbahan batu zeolit gunungkidul pada putaran mesin 2000 rpm, 4000 rpm dan 6000 rpm ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 6. Baku mutu emisi HC sepeda motor pada putaran mesin rendah adalah 2400 ppm [9] sedangkan emisi HC terukur adalah 494 ppm Dengan demikian, penggunaan batu zeolit Gunungkidul sebagai *catalytic converter* bisa memenuhi baku mutu emisi gas HC.



Gambar 6. Grafik jumlah CO vs putaran mesin

Data prosentase penyerapan emisi gas hidrokarbon (HC) pada knalpot yang telah diberi *catalytic converter* (CC) berbahan batu zeolit gunungkidul pada kondisi putaran mesin 2000 rpm, 4000 rpm dan 6000 rpm ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 7. Baku mutu emisi CO sepeda motor pada putaran mesin rendah adalah 2400 ppm [9] sedangkan emisi CO terukur adalah 494 ppm. Dengan demikian, penggunaan batu zeolit Gunungkidul sebagai *catalytic converter* bisa memenuhi baku mutu emisi CO.

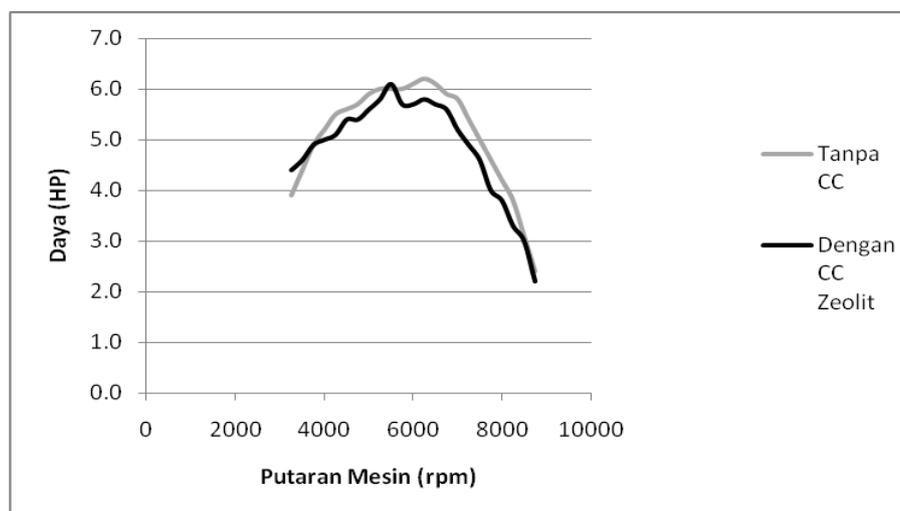


Gambar 7. Grafik Penyerapan HC vs Putaran Mesin

Dari kedua grafik di atas terlihat bahwa pemakaian batu zeolit gunungkidul sebagai *catalytic converter* dapat menyerap gas HC cukup baik (15,5% - 63,9%). Selain itu terlihat bahwa pada putaran mesin semakin tinggi, daya penyerapan HC semakin turun.

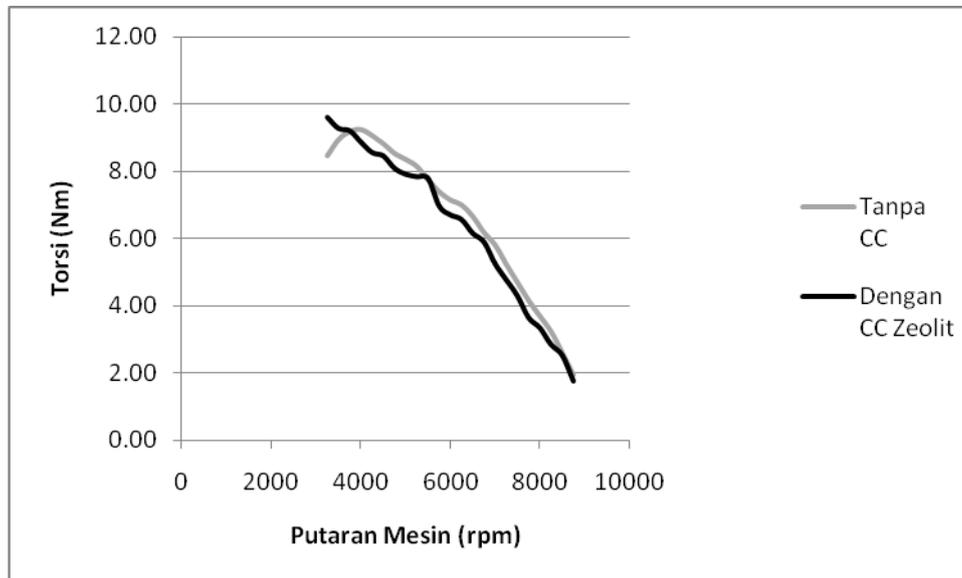
3.3. Pengujian Daya dan Torsi

Hasil pengujian daya pada motor dengan knalpot tanpa *catalytic converter* (CC) dan knalpot yang telah diberi *catalytic converter* (CC) berbahan batu zeolit gunungkidul ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 8. Dari grafik di atas terlihat bahwa pemakaian batu zeolit gunungkidul sebagai *catalytic converter* mempunyai efek samping menurunkan daya motor namun penurunan daya rata-rata relatif cukup kecil (5%).



Gambar 8. Grafik Daya Motor vs Putaran Mesin

Hasil pengujian torsi sebelum pemasangan *catalytic converter* dan setelah pemasangan *catalytic converter* pada knalpot motor diperlihatkan pada Gambar 9. Dari grafik terlihat bahwa pemakaian batu zeolit gunungkidul sebagai *catalytic converter* mempunyai efek samping menurunkan torsi motor namun penurunan daya motor relatif cukup kecil (3,8%).



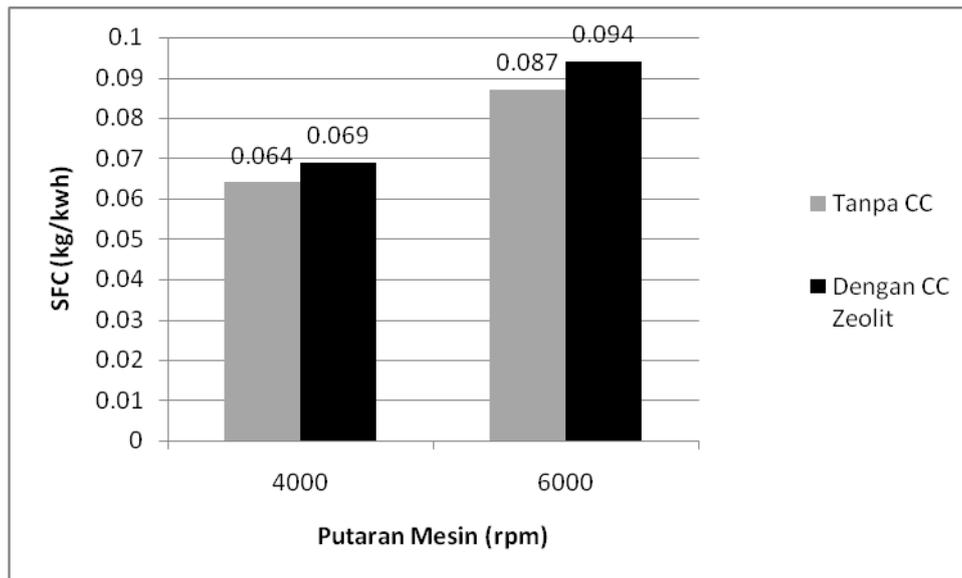
Gambar 9. Grafik Torsi vs Putaran Mesin

3.4. Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Hasil pengukuran waktu yang diperlukan untuk menghabiskan 5 ml bahan bakar pertalite pada motor dengan knalpot tanpa *catalytic converter* (CC) dan knalpot yang telah diberi *catalytic converter* (CC) berbahan batu zeolit gunungkidul ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan data pada Tabel 1, konsumsi bahan bakar spesifik / *Specific Fuel Consumption* (SFC) bisa dihitung menggunakan persamaan (1) dan (2) dan hasilnya ditampilkan secara grafik pada Gambar 10.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Waktu Konsumsi Bahan Bakar

Knalpot	Volume Bahan Bakar	Waktu Konsumsi Bahan Bakar (detik)	
		4000 rpm	6000 rpm
Tanpa CC	5 cc	50.92	32.4
Dengan CC Zeolit	5 cc	49.89	32.33



Gambar 10. Grafik *Specific Fuel Consumption (SFC)* vs Putaran mesin

Dari grafik di atas terlihat bahwa pemakaian batu zeolit gunungkidul sebagai *catalytic converter* mempunyai efek samping menaikkan konsumsi bahan bakar motor namun kenaikan konsumsi bahan bakar relatif cukup kecil yaitu 7,8% pada 4000 rpm dan 8% pada 6000 rpm.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

- Penggunaan *catalytic converter* berbahan zeolite Gunungkidul dapat menurunkan kadar CO sebesar 9,5% - 21,6% dan kadar HC sebesar 15,5% - 63,9% dan bisa memenuhi baku mutu emisi gas buang sepeda motor. Pada putaran mesin semakin tinggi, daya penyerapan CO dan HC menurun.
- Penggunaan *catalytic converter* berbahan zeolite Gunungkidul mempunyai efek samping menurunkan daya motor namun penurunan daya rata-rata relatif cukup kecil (5%)
- Penggunaan *catalytic converter* berbahan zeolite Gunungkidul mempunyai efek samping menurunkan torsi motor namun penurunan torsi rata-rata relatif cukup kecil (3,8%)
- Penggunaan *catalytic converter* berbahan zeolite Gunungkidul mempunyai efek samping meningkatkan konsumsi bahan bakar spesifik namun kenaikannya relatif cukup kecil (7,8%-8%).

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (P3M) Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto yang telah memberi dukungan financial pada penulisan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Puspitawati, I.W. (2014). Polusi Udara dan Uji Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Sebagai Prasyarat Pemberian Perpanjangan STNK. Bappeda Daerah Istimewa Yogyakarta.

- [2] Hermatova, Afi (2006). Pengaruh Modifikasi Intake Manifold dan Variasi aktivasi Zeolit Alam pada Muffler terhadap Kadar Emisi Gas Buang CO Sepeda Motor Yamaha Jupiter tahun 2003. *Jurnal Penelitian*. Universitas Sebelas Maret: Surakarta
- [3] Dahlan, M. H., Handayani, L., & Setiono, E. (2011). Pengaruh Penggunaan Membran Keramik Berbasis Zeolit, Silika, dan Karbon Aktif Terhadap Kadar CO Dan CO₂ Pada Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(8).
- [4] Atikah, W. S. (2017). Karakterisasi Zeolit Alam Gunung Kidul Teraktivasi sebagai Media Adsorben Pewarna Tekstil. *Arena Tekstil*, 32(1).
- [5] Muzwar, K., Hidajat, W. K., & Winarno, T. (2018). Genesis dan Karakteristik Endapan Zeolit Desa Hargomulyo dan Sekitarnya, Kecamatan Gedangsari, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 1(1), 19-24.
- [6] Wahono, S. K. (2008). Kajian: Pemanfaatan Zeolit Lokal Gunungkidul–Yogyakarta untuk Optimasi Sistem Biogas. In *Prosdiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia*
- [7] Wahono, S. K., Maryana, R., Kismurtono, M., Kismurtono, M., & KNisa, K. (2010). Modifikasi Zeolit Lokal Gunungkidul Sebagai Upaya Peningkatan Performa Biogas Untuk Pembangkit Listrik.
- [8] Kristanto, P. (2015). Motor bakar torak. *Yogyakarta: Andi*.
- [9] Peraturan Gubernur (PERGUB) Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta No. 39 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Emisi Gas Buang Sumber Bergerak Kendaraan Bermotor, online: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/27460>. Diakses 12 November 2018.