EFEK DARI AKTIVASI H_2SO_4 MENGGUNAKAN BRIKET YANG DIRENDAM VARIASI WAKTU TERHADAP PENURUNAN EMISI GAS BUANG PADA KENDARAAN BERMOTOR

Lyra Oktarina[1], Syamsuri[2], Hery Irawan[3]

Prodi Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3]
e-mail: syamsuri@itats.ac.id [2], hery@itats.ac.id [3]

ABSTRACT

The increasing dependence on fossil fuels in the transportation sector, particularly for motor vehicles, is a major contributor to air pollution. In Indonesia, transportation emissions consist of approximately 70.5% carbon monoxide (CO), 18.34% hydrocarbons (HC), 8.89% nitrogen oxides (NOx), 0.88% sulphur oxides (SOx), and 1.33% particulate matter. Among these pollutants, CO poses a serious health risk because prolonged inhalation can lead to severe or fatal poisoning. Therefore, effective technologies are needed to reduce harmful emissions from motor vehicles. One promising solution is the implementation of catalytic converters. However, catalytic converters utilizing chemically activated fly ash briquettes through a soaking process remain relatively limited in research. This study used an experimental method to investigate the effect of chemical activation duration using H_2SO_4 for 30, 45, and 60 minutes. Exhaust emissions were measured using a gas analyser at engine speeds of 1000 and 2000 rpm, while engine performance was evaluated using a dynamometer over a range of 1000–10,000 rpm. The effect of activation on briquette pore characteristics was also examined using SEM/EDX at 5000× magnification. The results indicated that Model 3, with a 60-minute activation period, achieved the lowest CO emissions compared with the standard exhaust system and other catalyst models. The findings demonstrate the potential of chemically activated fly ash briquettes as an effective and environmentally friendly material for reducing vehicle exhaust emissions.

Keywords: *chemical activation, CO and HC emissions, gas analyser, fly ash briquettes*

ABSTRAK

Penggunaan bahan bakar fosil pada alat transportasi, khususnya kendaraan bermotor berpengaruh pada polusi udara. Jumlah persentase pencemaran udara dari sumber transportasi di Indonesia adalah 70,5 % CO, 18,34 % HC, 8,89 % NOx, 0,88% SOx, dan 1,33% partikel. Mengingat bahaya emisi gas buang, terutama karbon monoksida yang dapat menyebabkan kematian bagi manusia yang menghirupnya, oleh karena itu diperlukan upaya untuk mengendalikan pencemaranudara dari kendaraan bermotor. Salah satu cara ubtuk mengurangi emisi gas buang pada kendaraan bermotor adaah penggunaan katalitik converter. Pengunaan katalitik konverter dengan briket *fly ash* yang di aktivasi kimia dengan perendaman masih jarang dilakukan. Pada studi kali ini menggunakan metode eksperimen. Eksperimen dilakukan dengan memvariasikan waktu perendaman 30 menit , 45 menit dan 60 menit dengan menggunakan H_2SO_4 (aktivasi kimia). Di uji emisi dengan gas analyzer pada 1000 dan 2000 rpm. Di uji performansi mesinnya dengan dynotest pada rpm 1000 sampai dengan rpm 10.000. Untuk melihat efek dari aktivasi kimia dalam hal ini lebar pori dari briket maka diuji juga dengan SEM/EDX dengan pembersaran 5000. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model 3 yakni perendaman 60 menit menghasilkan emisi gas buang CO yang lebih kecil dibandingan dengan knalpot standar dan variasi katalis yang lainnya. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi penyaringan emisi yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Aktivasi kimia, Emisi CO dan HC, Gas analyzer, Briket

ISSN 2775-5630

PENDAHULUAN

Lingkungan menjadi salah satu aspek penting dalam keberlangsungan kehidupan manusia karena kualitas lingkungan sangat berpengaruh terhadap kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Salah satu permasalahan lingkungan yang terus berkembang adalah pencemaran udara yang berasal dari berbagai aktivitas manusia, termasuk sektor transportasi. Kendaraan bermotor menjadi salah satu sumber emisi udara karena proses pembakaran bahan bakar menghasilkan berbagai polutan, seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NO_x), dan karbon dioksida (CO_2). Sektor transportasi darat diketahui memberikan kontribusi yang signifikan terhadap beban pencemaran udara, sehingga pengendalian emisi kendaraan menjadi salah satu langkah penting dalam menjaga kualitas udara [1].

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor sejalan dengan meningkatnya aktivitas masyarakat dalam menggunakan kendaraan sebagai sarana transportasi. Selain kendaraan pribadi, peningkatan jumlah kendaraan pada sektor perdagangan, perkantoran, dan jasa transportasi turut berkontribusi terhadap peningkatan emisi. Kondisi tersebut menyebabkan sektor transportasi menjadi salah satu sumber penting pencemar udara di wilayah perkotaan. Inventarisasi emisi di beberapa wilayah Indonesia menunjukkan bahwa kendaraan bermotor menghasilkan berbagai jenis polutan, termasuk CO, HC, NO_x, SO_2, dan partikulat [1], [2].

Emisi kendaraan bermotor menjadi perhatian karena mengandung senyawa yang berpotensi memberikan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Karbon monoksida (CO), misalnya, merupakan gas beracun yang dapat mengganggu kemampuan darah dalam membawa oksigen. Selain itu, HC dan NO_x juga berperan dalam pembentukan polusi udara sekunder dan berbagai permasalahan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan teknologi pengendalian emisi yang mampu mengurangi konsentrasi polutan sebelum gas buang dilepaskan ke atmosfer [3].

Salah satu teknologi yang banyak digunakan untuk mengendalikan emisi kendaraan adalah *catalytic converter*. Perangkat ini dipasang pada sistem pembuangan kendaraan dan berfungsi mengubah senyawa berbahaya menjadi senyawa yang relatif lebih aman melalui reaksi katalitik. Pada kendaraan berbahan bakar bensin, *three-way catalytic converter* mampu mengoksidasi CO dan HC serta mereduksi NO_x menjadi produk dengan tingkat bahaya yang lebih rendah [3], [4]. Katalis konvensional umumnya menggunakan logam kelompok platinum, yaitu platinum (Pt), palladium (Pd), dan rhodium (Rh). Pt dan Pd terutama berperan dalam oksidasi CO dan HC, sedangkan Rh berperan penting dalam reduksi NO_x [4], [5]. Meskipun memiliki efektivitas yang tinggi, penggunaan logam mulia sebagai material katalis menghadapi kendala berupa harga yang relatif mahal dan keterbatasan ketersediaan bahan. Kondisi tersebut mendorong penelitian mengenai material alternatif yang lebih murah dan mudah diperoleh tanpa mengurangi kemampuan katalitiknya [3], [4]. Salah satu material alternatif yang berpotensi digunakan adalah *fly ash* atau abu terbang batu bara. Fly ash merupakan limbah hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali sebagai material katalis. Pemanfaatan *fly ash* sebagai katalis juga dapat memberikan manfaat tambahan berupa pengurangan limbah industri.

ISSN 2775-5630

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fly ash yang telah diaktivasi dapat digunakan sebagai material *catalytic converter* untuk menurunkan emisi kendaraan. Penggunaan *fly ash* teraktivasi dilaporkan mampu menurunkan emisi HC dan CO secara signifikan, sehingga material tersebut memiliki potensi sebagai alternatif bahan *catalytic converter* [6]. Penelitian lain juga mengembangkan material berbentuk briket dengan aktivasi menggunakan H_2SO_4 untuk aplikasi pengurangan emisi kendaraan bermotor [7].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh aktivasi H_2SO_4 terhadap briket *fly ash* dengan variasi waktu perendaman 30, 45, dan 60 menit terhadap penurunan emisi gas buang kendaraan bermotor. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan alternatif material *catalytic converter* yang lebih ekonomis sekaligus memberikan solusi pemanfaatan limbah *fly ash*. Dengan demikian, penggunaan *fly ash* sebagai material katalis tidak hanya berpotensi mengurangi emisi CO dan HC kendaraan bermotor, tetapi juga mendukung upaya pemanfaatan limbah industri secara lebih berkelanjutan [6], [7].

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Motor Bensin

Motor bensin merupakan jenis mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) yang mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik. Pada motor bensin, campuran udara dan bahan bakar dikompresi di dalam silinder kemudian dinyalakan oleh percikan bunga api dari busi. Tekanan hasil pembakaran mendorong piston sehingga menghasilkan gerak translasi yang selanjutnya diubah menjadi gerak rotasi oleh mekanisme batang penghubung (*connecting rod*) dan poros engkol (*crankshaft*) [8], [9]. Berdasarkan siklus kerjanya, motor bensin dapat dibedakan menjadi mesin dua langkah (*two-stroke*) dan empat langkah (*four-stroke*). Pada mesin empat langkah, satu siklus kerja terdiri atas langkah hisap, kompresi, usaha, dan buang. Satu siklus tersebut membutuhkan dua putaran poros engkol atau 720° dan menghasilkan satu langkah usaha. Sementara itu, mesin dua langkah menyelesaikan rangkaian proses kerja dalam satu putaran poros engkol [8], [9].

Prinsip dan Cara Kerja Motor Empat Langkah

Motor bensin empat langkah bekerja berdasarkan siklus *spark ignition* yang terdiri atas empat tahapan utama, yaitu hisap, kompresi, usaha, dan buang. Selama satu siklus, piston bergerak dua kali dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) dan sebaliknya, sedangkan poros engkol berputar sebanyak dua putaran [8], [9].

1. Langkah Hisap (*Intake Stroke*)

Pada langkah hisap, katup masuk terbuka sedangkan katup buang tertutup. Piston bergerak dari TMA menuju TMB sehingga volume silinder meningkat dan tekanan di dalam silinder menjadi lebih rendah. Kondisi tersebut menyebabkan campuran udara dan bahan bakar masuk ke dalam silinder melalui saluran masuk [8], [9].

ISSN 2775-5630

2. Langkah Kompresi (*Compression Stroke*)

Setelah langkah hisap selesai, katup masuk dan katup buang berada dalam kondisi tertutup. Piston bergerak dari TMB menuju TMA sehingga campuran udara dan bahan bakar mengalami pemampatan. Menjelang TMA, busi menghasilkan percikan api untuk memulai proses pembakaran [8], [9].

3. Langkah Usaha (*Power Stroke*)

Pembakaran campuran udara dan bahan bakar menghasilkan peningkatan tekanan dan temperatur di dalam silinder. Tekanan tersebut mendorong piston dari TMA menuju TMB dan menghasilkan kerja mekanis yang diteruskan melalui *connecting rod* menuju poros engkol [8].

4. Langkah Buang (*Exhaust Stroke*)

Pada tahap ini, katup buang terbuka dan piston bergerak dari TMB menuju TMA. Gerakan piston mendorong gas hasil pembakaran keluar dari silinder melalui saluran buang. Setelah proses tersebut selesai, siklus kembali memasuki langkah hisap [8], [9].

Prinsip Kerja *Catalytic Converter*

Catalytic converter merupakan perangkat pengendalian emisi yang dipasang pada sistem gas buang kendaraan. Perangkat ini menggunakan material katalitik untuk mempercepat reaksi kimia sehingga polutan hasil pembakaran dapat dikonversi menjadi senyawa yang relatif lebih aman [3], [4].

Gas buang kendaraan bermotor umumnya mengandung karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan nitrogen oksida (NO_x). Pada *three-way catalytic converter*, CO dan HC mengalami reaksi oksidasi, sedangkan NO_x mengalami reaksi reduksi. Logam mulia seperti platinum (Pt), palladium (Pd), dan rhodium (Rh) banyak digunakan karena memiliki aktivitas katalitik yang tinggi. Pt dan Pd terutama berperan dalam oksidasi CO dan HC, sedangkan Rh memiliki peran penting dalam reduksi NO_x [3], [4].

Secara sederhana, reaksi oksidasi CO dapat dituliskan sebagai:

$$\mathbf{2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2} \qquad \textbf{.....1}$$

Sementara itu, hidrokarbon yang belum terbakar dapat dioksidasi menjadi karbon dioksida dan air. Pada sisi reduksi, NO_x dikonversi menjadi nitrogen (N_2) dengan bantuan reaksi katalitik [3], [4].

Secara umum, *catalytic converter* dapat menggunakan katalis oksidasi maupun *three-way catalyst*. Katalis oksidasi terutama digunakan untuk mengurangi CO dan HC, sedangkan *three-way catalyst* dirancang untuk mengendalikan CO, HC, dan NO_x secara simultan pada kondisi operasi yang sesuai [3], [10].

Substrat katalis modern umumnya menggunakan struktur **monolitik** berbahan keramik atau logam yang memiliki banyak saluran kecil. Struktur tersebut memberikan luas permukaan yang besar untuk kontak antara gas buang dan material katalis sekaligus mempertahankan hambatan aliran yang relatif rendah. Material katalitik biasanya diaplikasikan pada permukaan substrat melalui lapisan *washcoat* [4], [10].

Efektivitas *catalytic converter* sangat dipengaruhi oleh temperatur operasi. Katalis perlu mencapai temperatur tertentu agar reaksi konversi polutan berlangsung secara efektif. Oleh karena itu, posisi dan desain *catalytic converter* pada sistem pembuangan perlu diperhatikan agar proses pemanasan katalis berlangsung dengan baik [3], [10]

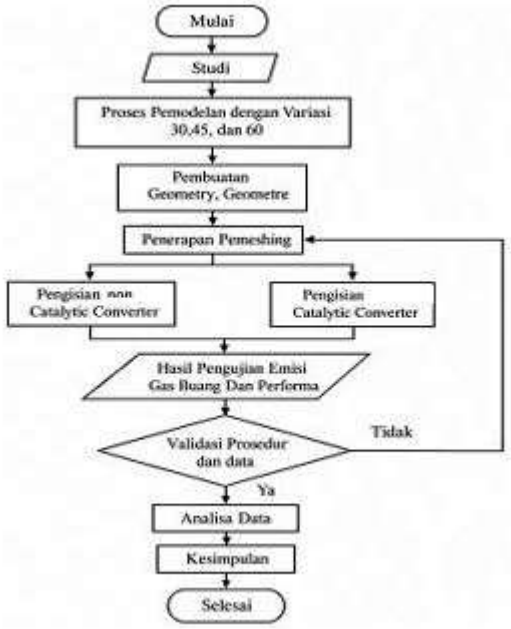
ISSN 2775-5630

METODE

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Metode eksperimen digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap performa sepeda motor melalui pengujian langsung menggunakan *chassis dynamometer* (*dynotest*). Parameter yang diamati meliputi daya, torsi, dan putaran mesin (rpm). Setiap pengujian dilakukan dengan kondisi operasi yang dikendalikan dan prosedur yang sama sehingga hasil antarvariasi dapat dibandingkan secara objektif.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Flowchart

Variabel penelitian:

Variabel bebas **:** variasi perlakuan yang diberikan pada sepeda motor/catalytic converter.

Variabel terikat **:** daya, torsi, dan putaran mesin.

Variabel kontrol**:** jenis kendaraan, bahan bakar, gigi transmisi, temperatur kerja mesin, prosedur pengujian, dan kondisi *dynotest*.

Pengujian *dynotest* dilakukan melalui tahapan berikut:

1. **Persiapan kendaraan**

   Sepeda motor ditempatkan pada *chassis dynamometer* dan dipastikan berada pada posisi yang aman. Kendaraan kemudian dipasang dan dikencangkan menggunakan *tiedown* agar tetap stabil selama pengujian.

ISSN 2775-5630

2. **Pemanasan mesin**

   Mesin dihidupkan dan dibiarkan hingga mencapai temperatur kerja normal untuk memastikan kondisi pengujian berada pada keadaan operasional yang stabil.

3. **Persiapan alat**

   Perangkat *dynotest*, komputer, dan sistem akuisisi data dihidupkan. Program pengujian kemudian diatur pada mode *run*.

4. **Penentuan putaran awal**

   Sepeda motor dioperasikan pada **gigi tiga**, kemudian putaran mesin dinaikkan hingga sekitar **9.000 rpm** dengan memastikan roda belakang berputar stabil pada *roller dynotest*.

5. **Pengambilan data**

   Setelah putaran mencapai 9.000 rpm, tombol *start* ditekan bersamaan dengan pembukaan *throttle* secara penuh. Sistem kemudian merekam data performa mesin hingga mencapai putaran maksimum.

6. **Perekaman dan penyelesaian pengujian**

   Setelah mencapai performa maksimum, tombol *start* ditekan kembali untuk menghentikan proses pengukuran. Data hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel.

7. **Penyimpanan data**

   Data hasil pengujian disimpan dan digunakan untuk analisis. Parameter yang dianalisis meliputi **daya (kW/HP), torsi (Nm), dan putaran mesin (rpm)**.

8. **Penghentian mesin**

   Putaran mesin diturunkan secara bertahap hingga mencapai kondisi *idle*, kemudian mesin dimatikan.

9. **Penghentian perangkat pendukung**

   Blower dan perangkat elektronik yang digunakan selama pengujian dimatikan setelah mesin berhenti beroperasi.

10. **Pelepasan kendaraan**

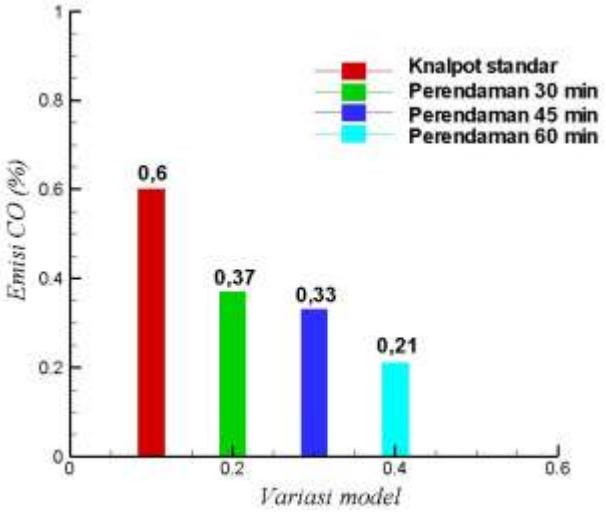
Kabel sensor RPM dilepaskan dari koil. Selanjutnya, *tiedown* dilepas dan sepeda motor diturunkan dari *dynotest* secara hati-hati.

ISSN 2775-5630

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Variasi Katalik Terhadap Emisi Gas Buang CO

Hasil peneltian terhadap pengaruh katalitik converter terhadap emisi gas buang CO seperti terlihat pada gambar 2. di bawah ini,



Gambar 2. Pengaruh variasi model katalis terhadap emisi gas buang CO

Berikut adalah gambar 2. di atas adalah gambar pengaruh variasi model katalis terhadap emisi gas buang CO. Secara umum, pada gambar tersebut terlihat bahwa emisi gas buang CO yang diukur pada knalpot standar adalah 0,6% lebih tinggi dari pada model yang lain perendaman 30 menit , 45 menit dan 60 menit. Ada hal yang menarik disini addalah bahwa katalis dengan perendaman 60 menit memiiki emisi CO sebesar 0,21 paling rendah di bandingkan dengan knalpot standar dan knalpot dengan model katalis lainnya .

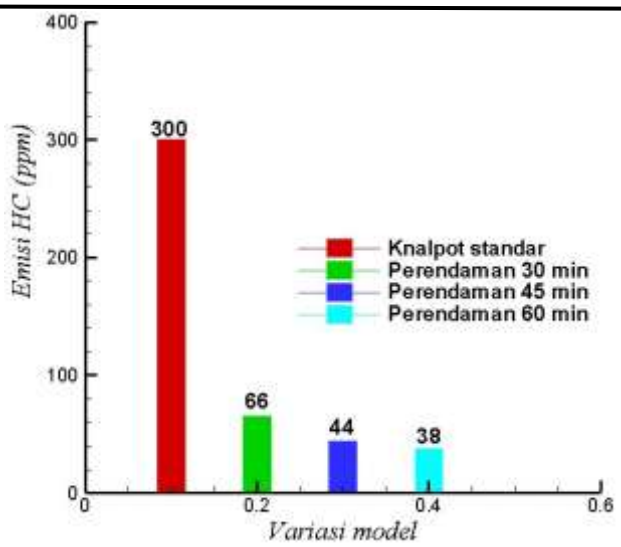
Pengaruh Variasi Katalik Terhadap Emisi Gas Buang HC

Gambar tabel pengaruh variasi model katalis terhadap emisi gas buang HC

Tabel 1 Pengaruh variasi model katalis terhadap emisi gas buang HC

No	Model	HC (ppm)
1	Knalpot standar	300
2	Perendaman 30 menit	65
3	Perendaman 45 menit	44
4	Perendaman 60 menit	38

ISSN 2775-5630



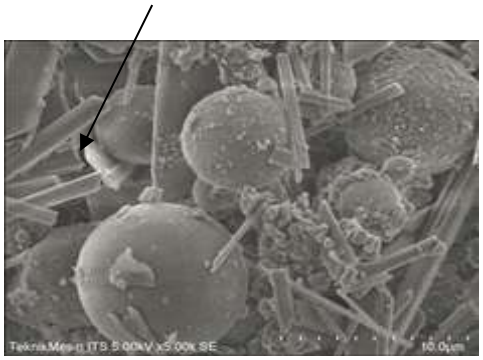
Gambar 3. Pengaruh variasi model katalis terhadap emisi gas buang HC

Gambar 3 adalah pengaruh variasi model katalis terhadap emisi gas buang HC. Secara umum, pada gambar tersebut terlihat bahwa emisi gas buang HC yang diukur pada knalpot standar adalah 300 ppm lebih tinggi dari pada model yang lain yakni perendaman 30 menit, 45 menit dan 60 menit . Ada hal yang menarik disini adalah bahwa perendaman 60 menit memiiki emisi HC sebsar 38 ppm paling rendah di bandingkan dengan knalpot standar dan knalpot dengan model katalis lainnya

Uji SEM-EDX

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah teknik analisis mikroskop elektron yang memindai permukaan sampel menggunakan berkas elektron terfokus untuk menghasilkan gambar berresolusi tinggi dan detail morfologi/struktur. Alat ini digunakan untuk analisis 3D, pengukuran partikel, dan komposisi kimia (terutama jika digabung dengan EDX). Gambar di bawah ini adalah hasil uji sem dari sampel briket yang terbuat dari *fly ash* dilakukan pembesaran 5000x.

ISSN 2775-5630



a) Aktivasi

Gambar 4: Hasil uji SEM tanpa aktivasi



b) Tanpa Aktivasi

Gambar 4: Hasil uji SEM teraktivasi

Hasil pengujian sem yang telah dilakukan terlihat pada gambar 4 diatas , bagian a adalah hasil sem dengan briket *fly ash* dilakukan aktivasi kimia dengan H_2SO_4 sedangkan bagian b adalah hasil sem dengan briket *fly ash* yang dilakukan tanpa aktivasi kimia dengan H_2SO_4.

Morfologi abu layang pada skala mikro diamati dengan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM). Morfologi abu layang batubara sesudah aktivasi ditunjukkan pada Gambar 4. pada abu laying/*fly ash* yang telah teraktivasi dengan H_2SO_4 ini tampak bahwa *fly ash* diselimuti oleh kristal kristal dengan panjang 2 µm. Tampak kristal berbentuk batang mengelilingi permukaan *fly ash*, kristal yang mengelilingi merupakan kristal alum yang dihasilkan dari proses leaching dengan asam sulfat. Proses aktivasi bertujuan untuk menghancurkan lapisan permukaan partikel *fly ash* yang berbentuk glassy sangat rapat dan stabil. Rantai glassy tersebut memiliki kandungan Al dan Fe yang tinggi. Oleh karena itu lapisan permukaan *fly ash* batubara yang berbentuk glassy ini harus dihancurkan agar gugus aktif didalamnya yang berpori dan amorf serta memiliki aktifitas tinggi keluar ke permukaan *fly ash* batubara. Aktifitas tinggi ini yang mampu menyerap gas buang lebih banyak dari yang tdk teraktivasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa model 3 dengan perlakuan perendaman selama 60 menit memberikan hasil terbaik dalam menurunkan emisi gas buang kendaraan bermotor, baik CO maupun HC, dibandingkan dengan knalpot standar dan variasi katalis lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan waktu aktivasi H_2SO_4 hingga 60 menit dapat meningkatkan efektivitas material katalis dalam mengurangi emisi gas buang. Namun, penggunaan katalis tersebut belum memberikan peningkatan yang signifikan terhadap performa mesin, khususnya pada parameter torsi dan daya. Dengan demikian, katalis berbasis briket fly ash dengan aktivasi H_2SO_4 selama 60 menit lebih efektif ditinjau dari aspek pengurangan emisi CO dan HC, tetapi belum menunjukkan pengaruh yang berarti terhadap peningkatan performa mesin.

ISSN 2775-5630

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Rahmasari, D. R. Jati, and Jumiati, "Inventarisasi emisi dari sektor transportasi darat di Kota Pontianak," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 21, no. 3, 2023.

[2] C. S. Rahendaputri, M. Maria, and R. N. Fausia, "Kajian beban emisi pencemar udara (NOx, CO, HC, PM10, SO2, CO2) sektor transportasi darat di lingkungan Institut Teknologi Kalimantan berdasarkan jam sibuk dengan metode Tier 2," *SPECTA Journal of Technology*, vol. 4, no. 1, 2020.

[3] S. Rood, S. Eslava, A. Manigrasso, and C. Bannister, "Recent advances in gasoline three-way catalyst formulation: A review," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 2020.

[4] "Recent advances in the development of automotive catalytic converters: A systematic review," *Energies*, vol. 16, no. 18, 2023.

[5] "A comparative study of Rh-only, Pd-only and Pd/Rh catalysts," *Applied Catalysis B: Environmental*, 2020.

[6] "Potential fly ash waste as catalytic converter for reduction of HC and CO emissions," *Sustainable Environment Research*, vol. 28, no. 6, pp. 357–362, 2018.

[7] S. Syamsuri, E. Yuliawati, M. N. Kusuma, M. R. Triono, and F. L. AlFandi, "Identifying the effect of adding catalytic converter briquette mix variations employing the microwave method with sulfuric acid activation to reduce emissions in motor vehicles," *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2024.

[8] J. E. Johnson and J. D. Naber, "Four-stroke cycle," in *Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance*, 2nd ed., 2022.

[9] U.S. Environmental Protection Agency, *Formation and Control of Combustion Pollutants From Gasoline-Fueled Spark-Ignition Motor Vehicle Engines*. Washington, DC, USA: U.S. EPA, 1990.

[10] S. Roy et al., "Grand challenges in catalytic remediation for environmental and energy applications toward a cleaner and sustainable future," *Frontiers in Environmental Chemistry*, 2020.