

PENGARUH PENAMBAHAN TEMBAGA TERHADAP DENSITAS MATERIAL CERAMIC MATRIX COMPOSIT (CMC) UNTUK APLIKASI FILTER GAS EMISI KENDARAAN

Muh Amin¹ dan Muhammad Subri²

Abstrak

Perkembangan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia terus mengalami peningkatan dan tidak diimbangi dengan program pelestarian lingkungan dengan baik sehingga menyebabkan tingginya polusi udara yang menjadi penyebab berbagai penyakit, misalnya: meningkatnya penyakit mata, kanker kulit, hipertensi, daya tahan tubuh menurun, anemia dan penurunan kemampuan otak. Perkembangan penggunaan filter gas emisi kendaraan bermotor di Indonesia masih rendah dan belum diaplikasikan di semua kendaraan bermotor. Hal ini disebabkan material filter gas emisi yang banyak dipakai oleh pabrikan yaitu terbuat dari material keramik berserat yang dilapisi dengan logam mulia seperti *Platinum (Pt)*, *Palladium (Pd)* dan *Rhodium (Rh)* dengan biaya pembuatan yang relatif cukup mahal. Penelitian pembuatan filter gas emisi dari material lokal dengan kelimpahan tinggi, seperti Tembaga dan Kuningan sudah banyak dilakukan akan tetapi memiliki efisiensi yang rendah. Sedangkan penelitian filter gas emisi dari material keramik masih dalam skala Laboratorium. Oleh karena itulah pada penelitian ini dikembangkan pembuatan filter gas emisi kendaraan dengan menggabungkan antara material logam dan keramik dalam bentuk komposit/*Ceramic Matrix Composite (CMC)* sehingga memiliki kemampuan ganda yaitu sebagai katalis dan adsorben. Material filter gas emisi kendaraan yang dibuat dengan *uniaxial pressing* pada tekanan kompaksi 25 MPa dan suhu sintering 950°C dengan komposisi 80% volume Clay, 10% volume TiO₂ dan 10% Karbon Aktif dengan bahan aditif Tembaga (Cu) sebesar 30% dan 40% volume diperoleh densitas terbaik untuk masing-masing tekanan.

Keyword: Filter Gas Emisi Kendaraan, Keramik, CMC, Katalis, Adsorben

PENDAHULUAN

Efek dari penggunaan kendaraan bermotor yang dirasakan oleh masyarakat dan lingkungannya adalah pencemaran (polusi) udara yang membahayakan kesehatan dan

¹ Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang

² Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang

lingkungan, seperti: Karbon Monoksida (CO), berbagai senyawa Hidrokarbon (HC), berbagai Oksida Nitrogen (NO_x) dan Sulfur (SO_x), dan Timbal (Pb). Gas CO, NO_x, CO₂ dan HC yang ditimbulkan dari gas pembakaran bahan bakar di engine selama ini diyakini sebagai penyebab berbagai penyakit, misalnya: berkembangnya berbagai penyakit menular, daya tahan tubuh menurun, meningkatnya penyakit mata (katarak dan kebutaan) dan kanker kulit (**Hasibuan. R. A, 2012**). Sedangkan dampak Timbal terhadap kesehatan adalah hipertensi, anemia, penurunan kemampuan otak dan dapat menghambat pembentukan darah merah (**Mumpuni. P, dkk, 2010**).

Salah satu usaha untuk menurunkan kadar gas emisi yang berbahaya adalah dengan menggunakan filter gas. Filter gas buang yang selama ini diaplikasikan pada kendaraan-kendaraan bermotor di Indonesia cenderung menggunakan prinsip katalis sehingga penurunan kadar Timbal kurang diperhatikan. Meskipun Timbal hanya disebabkan penggunaan bahan bakar ber-Timbal seperti Premium, akan tetapi pada saat ini masih banyak kendaraan di Negara kita masih menggunakan premium sebagai bahan bakar kendaraannya.

Selama ini filter gas buang kendaraan bermotor di Indonesia mengadopsi dari Negara-Negara yang sudah menggunakan bahan bakar tanpa Timbal, yaitu dengan menggunakan bahan-bahan logam murni yang cenderung relative mahal harganya. Sedangkan di Indonesia masih banyak kendaraan dengan bahan bakar ber-Timbal. Sehingga filter yang digunakan tidak mampu menurunkan kadar Timbal.

Sebagai alternative, telah dilakukan pembuatan filter gas buang dari bahan logam seperti Tembaga, Kuningan, dll yang harganya relative lebih rendah. Akan tetapi dalam aplikasinya, bahan-bahan tersebut kurang optimal. Biasanya dalam pembuatan filter gas buang dibuat model *honeycomb* (sarang lebah) dengan cara lembaran plat dibentuk dengan cara di tekuk. Sehingga luas permukaan bidang kontak kurang optimal apabila dibandingkan dengan dibuat material berpori (porous material). Disamping itu, pemakaian bahan keramik diharapkan dapat menyimpan panas sehingga dapat memperbaiki proses fotikatalitis.

Pembuatan filter gas emisi kendaraan dimodifikasi dari bahan yang dipergunakan sampai dengan optimalisasi luas permukaan bidang katalis. Misalnya bahan Tembaga dapat dipadu dengan Mangan (**Irawan. B, dkk, 2013**) dengan cara dilapiskan pada permukaannya. Penelitian mengenai penurunan kadar Timbal pada gas emisi kendaraan bermotor juga telah

dilakukan dalam skala lab. Penggunaan Karbon Aktif, Zeolit, TiO_2 telah banyak dipergunakan oleh para peneliti untuk menurunkan kadar Timbal karena Timbal hanya dapat direduksi dengan cara adsorpsi. Penggunaan Karbon Aktif dalam menurunkan Timbal telah dilakukan oleh **Murhadi, dkk (2013)**. Karbon Aktif dengan merk dagang “MERCK” dengan seri 1.02186 K 23361386 yang diuji dengan *Atomic Absorbance Spectrophotometer (AAS)* LOD 0,001 mg/m³ diperoleh hasil 100% dalam penurunan kadar Timbal.

Penggunaan Clay sendiri sebagai matrik dalam pembuatan filter tidak dapat berfungsi untuk menurunkan gas-gas emisi. Akan tetapi dengan menggunakan Alumina dapat memberikan efek yang lebih baik apabila dipadukan dengan TiO_2 . Penggunaan TiO_2 dan Alumina (**Basuki, K. T, 2007**) yang dipadukan dengan Karbon Aktif dapat berfungsi sebagai katalis yang mempercepat terjadinya penyerapan gas oleh Karbon Aktif (**Ibosuki, 1996**).

Oleh karena itu pada penelitian ini diupayakan pembuatan filter gas buang dengan **fungsi ganda** yaitu sebagai **katalis** dan **adsorben** yang mampu mereduksi gas-gas CO , CO_2 , SO_2 , NO_x , Karbon dan Timbal (Pb). Bahan katalis yang dipergunakan adalah Tembaga dan TiO_2 . Sedangkan bahan adsorben dari Karbon Aktif dengan diikat dalam bentuk keramik dengan matrik Clay dari Lumpur Sidoarjo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kadar Tembaga terhadap densitas material CMC untuk aplikasi filter gas emisi kendaraan bermotor.

METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan material filter gas emisi kendaraan bermotor dilakukan dengan menggunakan metode *Ceramic Matrix Composit (CMC)* dengan matrik Clay dari Sidoarjo Jatim dengan aditif Tembaga (Cu).

Material Penelitian

Material utama yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah Clay dari Sidoarjo, Tembaga (Cu), TiO_2 dan Karbon Aktif. Pembuatan material filter gas emisi dilakukan dengan metode Ceramic Matrix Composit (CMC) Berpori dengan menggunakan perekat dan foaming agent *Poly Vinyl Alcohol (PVA)*. Alumina (Al_2O_3) dengan 20% Silika dipergunakan sebagai matrik dengan aditif (20 % vol TiO_2 dan 30 % vol Karbon Aktif) harus ditambahkan Cu dengan variasi penambahan (10, 20, 30, 40) % volume.

Design Riset

Kegiatan penelitian dilakukan berdasarkan sebagai berikut:

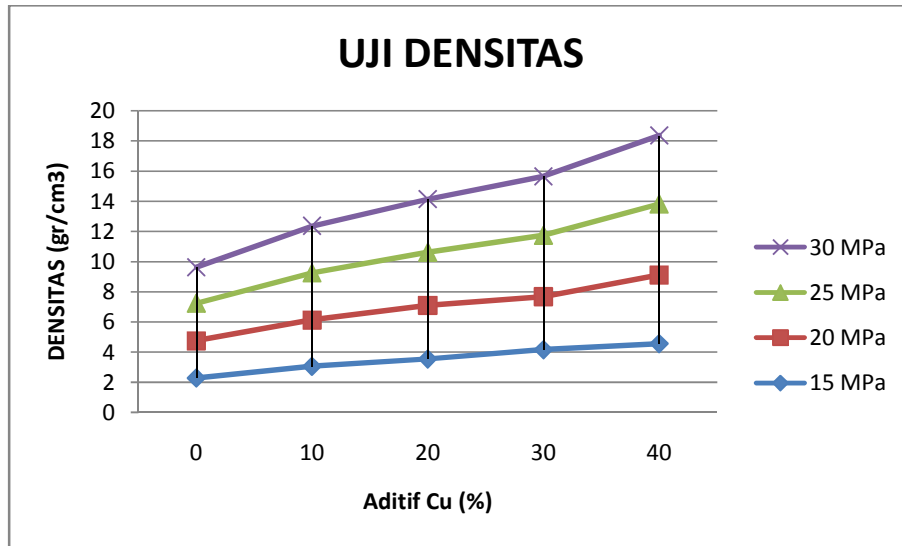
- Penyiapan bahan Alumina, Tembaga, TiO₂ dan Karbon Aktif serta PVA sebagai foaming agent.
- Pengujian komposisi kimia dan *XRD (X-Ray Diffraction)* untuk semua bahan baku.
- Meshing semua bahan hingga lolos 100 mesh.
- Pencampuran bahan (80%vol Clay, 10%vol TiO₂, 10%vol Karbon Aktif) dengan aditif (0, 10, 20, 30 dan 40)% Tembaga.
- Mixing dengan ball milling menggunakan kecepatan putar 64 rpm.
- Pencetakan dengan variasi tekanan press (15, 20, 25 dan 30) MPa.
- Sintering dilakukan pada temperatur 950°C dengan laju pemanasan 5°C/menit dan holding time 2 jam. Penurunan temperatur dilakukan dengan mematikan tobol off pada furnace dan dibiarkan sampai dingin di dalam furnice.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

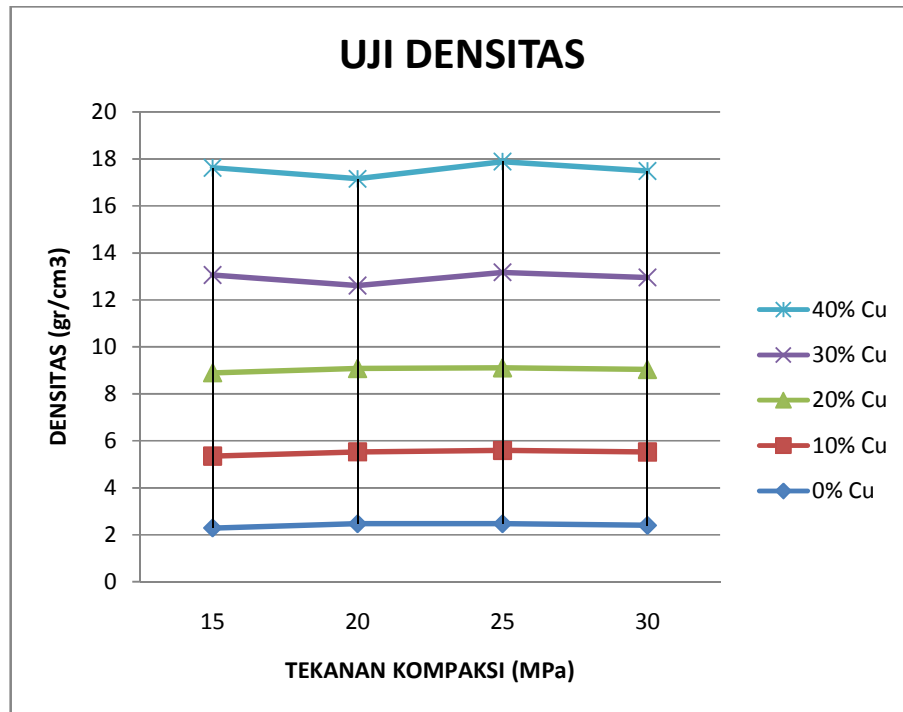
Pengujian densitas dilakukan dengan menggunakan teori Archimedes yaitu dengan cara menimbang spesimen di udara (W_{udara}) dan di air (W_{fluida}). Berdasarkan hasil penimbangan spesimen di dalam air akan diperoleh pengurangan berat sebesar berat air yang dipindahkan oleh spesimen tersebut. Dengan menggunakan persamaan (1) diperoleh harga densitas aktual dari material keramik filter gas emisi tersebut. Sedangkan hasil pengujian densitas ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2.

$$Densitas = \frac{Berat_{di-udara}}{(Berat_{di-udara} - Berat_{di-air})} \dots\dots\dots (1)$$

Pada Gambar 1 menunjukkan hubungan antara harga Densitas dengan prosentase penambahan Tembaga (Cu). Dengan penambahan konsentrasi Cu pada campuran keramik diperoleh harga densitas yang terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi Cu pada berbagai tekanan (15, 20, 25 dan 30) MPa. Hal ini dapat dipahami mengingat Tembaga memiliki harga densitas yang lebih tinggi dari pada bahan campuran yang lain.



Gambar 1. Hubungan Densitas - %Cu



Gambar 2. Hubungan Densitas – Tekanan Kompaksi

Pada Gambar 2 menunjukkan hubungan antara harga densitas dengan variasi tekanan kompaksi (15, 20, 25 dan 30) pada berbagai variasi penambahan Cu (0, 10, 20, 30 dan 40)%.

Pada penambahan dari 0% Cu sampai dengan 20% Cu memiliki harga densitas yang cenderung konstan. Akan tetapi pada penambahan (30 dan 40)% Cu mengalami penambahan harga densitas hingga mencapai tekanan kompaksi 25 MPa. Dan setelah itu harga densitas mengalami penurunan lagi. Dari hasil penelitian ini diperoleh harga densitas yang terbaik sebagai bahan pembuat filter gas emisi adalah pada tekanan kompaksi 25 MPa pada suhu sintering 950°C yaitu sebesar 4,056 gram/cm³ dan 4,707 gram/cm³ untuk prosentase penambahan berturut turut 30% Cu dan 40% Cu.

KESIMPULAN

1. Penambahan bahan Tembaga pada campuran bahan keramik (80% Clay, 10% TiO₂ dan 10% Karbon Aktif) dapat diperoleh pada (30 dan 40)% sehingga diperoleh sifat yang terbaik dalam hal sifat fisis dan mekaanisnya.
2. Harga densitas pada penambahan Tembaga 30% pada campuran CMC adalah 4,056 gram/cm³ dan pada 40% Tembaga adalah 4,707 gram/cm³.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan banyak terimakasih kepada **DIKTI** atas pendanaannya dalam penelitian **Hibah Bersaing untuk Tahun Anggaran 2015**.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, T. K, 2007, Penurunan Konsentrasi CO dan NO₂ pada Emisi Gas Buang dengan Menggunakan Media Penyisipan TiO₂ Lokal pada Karbon Aktif, JFN 1 No. 1, 45-64.
- Basuki, T. K, 2007, Penurunan Konsentrasi HC dan NO₂ pada Emisi Kendaraan Bermotor dengan Menggunakan TiO₂ Lokal yang Disisipkan Karbon Aktif, Prosiding PPI - PDIPTN 200, 7 ISSN 0216 - 3128 105, Pustek Akselerator dan Proses Bahan – BATAN Yogyakarta, 10 Juli 2007
- Hasibuan. R. A, 2012, Modifikasi Zeolit Alam dengan TiO₂ untuk Mereduksi Emisi gas Buang Kendaraan Bermotor, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Indonesia, Depok.
- Ibosuki, Takashi. 1996. *Titanium Dioxide Catalist Break Down Pollutant*. Chemical and Engineering News, Journal.

- Irawan. B, Purwanto dan Hadiyanto, 2013, Unjuk Kemampuan Katalis Tembaga Berlapis Mangan dalam Mengurangi Emisi Gas Carbon Monoksida Motor Bensin, Proseding Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, ISBN 978-602-17001-1-2, Hal. 532-541.
- Irawan. B dan Subri. M, 2005, Unjuk Kerja Catalytic Converter Dengan Katalis Kuningan Untuk Mereduksi Gas Hidro Carbon Motor Bensin, Majalah Ilmiah Traksi Vol. 3 No.2, Desember 2005, Program Studi S1 Teknik Mesin Unimus, Semarang.
- Mumpuni. P, Mifbakhuddin dan Meikawati. W, 2010, Hubungan Antara Paparan Gas Buang Kendaraan (Pb) dengan Kadar Hemoglobin dan Eritrosit Berdasarkan Lama Tugas Pekerja pada Petugas Operator Wanita SSPBU di Wilayah Semarang Selatan, Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang.
- Murhadi, Suyitno, Vistha. F. M, Khasanah. F dan Murtinah. S, 2013, PS Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.

PENULIS

1) MUH AMIN

Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kedungmundu Raya No. 18 Semarang, Indonesia
Phone: (024) 76740296, Fax: (024) 76740294
Email: amin@unimus.ac.id

2) MUHAMMAD SUBRI

Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kedungmundu Raya No. 18 Semarang, Indonesia
Phone: (024) 76740296, Fax: (024) 76740294
Email: subrimakkasau@gmail.com