

# KARAKTERISASI MATERIAL KERAMIK BERPENGUAT TEMBAGA UNTUK APLIKASI FILTER GAS EMISI KENDARAAN

**Adhi Wicaksono**

Mahasiswa S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah

[email: adhi99wicaksono@gmail.com](mailto:adhi99wicaksono@gmail.com)

## Abstrak

Penggunaan material absorben dan katalis dalam pembuatan material keramik telah berhasil dilakukan dengan mencampurkan beberapa bahan Clay dari Sidoarjo,  $\text{TiO}_2$ , Karbon Aktif dan Tembaga (Cu). Pembuatan material filter dilakukan dengan metode Keramik Berpori dan menggunakan Tembaga (Cu) sebagai absorben. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakterisasi material berpori yang dipadukan dalam bentuk komposit. Komposisi yang dipergunakan 90% vol Clay Sidoarjo, 5 % vol  $\text{TiO}_2$  dan 5 % vol Karbon Aktif dan ditambahkan Cu dengan variasi penambahan (0, 10, 20,) % volume. Pembuatan keramik porous dengan bahan baku 90% vol Clay, 5% vol  $\text{TiO}_2$ , 5% vol Karbon Aktif yang dicetak dengan tekanan press 30 MPa dan suhu sintering 900oC ditahan selama 1 jam adalah 43.02% volume. Densitas dan uji kekerasan material keramik berpori mengalami peningkatan dengan bertambahnya kadar Tembaga pada penambahan Tembaga 20 % volume dan suhu sintering 900°C mempunyai nilai densitas yang paling besar yaitu 3.52 gr/mm<sup>3</sup> dan nilai kekerasannya yaitu 36.486,93 gr/mm<sup>2</sup>.

**Kata kunci : Clay Sidoarjo, Tembaga , Kekerasan, Keramik Berpori.**

## Pendahuluan

Kandungan yang terdapat pada gas buang kendaraan bermotor bisa berupa karbon, nitrogen, sulfur, timbal, dan ozon. Beberapa sumber menyebutkan bahwa unsur-unsur tersebut dapat menimbulkan gangguan pernafasan, kanker, menurunkan tingkat kecerdasan, bahkan bisa mematikan. Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka kami melakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik material

keramik berpori. Untuk itu, dalam penelitian ini akan dirancang suatu keramik berpori campuran arang aktif sebagai pengikat Pb (timah hitam) dengan bahan Tembaga (Cu).

## Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik material berpori yang dipadukan dalam bentuk komposit. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui karakterisasi dari spesimen antara lain uji kekerasan, uji

struktur mikro, uji komposisi *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS), dan uji *Scanning Electron Microscope* (SEM).

### **Bahan Paduan Kerami Berpori**

#### 1) TiO<sub>2</sub>

Dilihat dari struktur kristalnya, katalis TiO<sub>2</sub> memiliki 3 jenis struktur Kristal yaitu *anatase*, *rutile* dan *brookite*. Berbeda dengan struktur *anatase* dan *rutile*, struktur *brookite* sulit untuk dipreparasi sehingga biasanya hanya struktur Kristal *rutile* dan *anatase* yang umum digunakan pada reaksi fotokatalis. Secara fotokatalis, struktur *anatase* menunjukkan aktifitas yang lebih baik dari segi kereaktifan dibandingkan dengan struktur *rutile*. Struktur *anatase* merupakan bentuk yang paling sering digunakan karena memiliki luas permukaan serbuk yang lebih besarserta ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan dengan struktur *rutile* dan struktur ini muncul pada rentang suhu pemanasan dekomposisi senyawa titanium (400 – 650 °C). Selain itu *bandgap* energy *anatase* lebih besar daripada *rutile*. Letak pita konduksi *anatase* lebih tinggi sehingga mampu menghasilkan superoksida.

#### 2) Karbon Aktif

Karbon aktif adalah bahan yang mengandung karbon yang telah ditingkatkan daya absorpsinya. Karbonasi merupakan proses pengurangan dalam ruangan tanpa adanya oksigen dan bahan

kimia lainnya, pada proses ini pembentukan struktur pori dimulai, sedangkan aktivasi dilakukan dengan perendaman arang dalam, arang direndam dalam larutan pengaktif bahan pengaktif masuk di antara sela-sela lapisan heksagonal karbon aktif dan selanjutnya membuka permukaan yang tertutup dan memperbesar pori. Kualitas arang aktif yang baik menurut Standar Industri Indonesia (SII No 0258-79) yaitu kadar air maksimum 15% dan kadar abu maksimum 10%. Kadar abu yang rendah akan mempunyai daya serap yang lebih bagus.

#### 3) Tembaga (Cu)

Senyawa tembaga mengkatalisis sederatan reaksi yang sangat beragam, heterogen, homogen, dalam fase uap, dalam pelarut organik, dan dalam larutan akua. Banyak dari reaksi ini, khususnya bila dalam larutan akua, melibatkan sistem oksidasi-reduksi dan suatu siklus redoks Cu<sup>I</sup> – Cu<sup>II</sup>. Senyawa tembaga memiliki banyak kegunaan dalam kimia organik untuk oksidasi, misalnya oksidasi fenol dengan kompleks Cu<sup>2+</sup>, -amina, halogenasi, reaksi kopling, dan sejenisnya. Tembaga(II) dianggap penting dalam biokimia.

#### 4) Lempung (Clay)

Lempung (clay) dikenali sebagai tanah liat, merupakan sejenis mineral halus, berbentuk kepingan, gentian atau hablur yang terbentuk dari batuan sedimen (*sedimentary rock*) dengan ukuran butir < 1/256 mm (*skala wentworth*), clay tersusun atas group

alumina silikat (seperti Al, Fe, Mg, Si) bisa terbentuk di laut (*marine clay*), atau di darat (*terrestrial clay*), dengan proses pembentukan dapat secara allogenic clay (dari luar cekungan sedimentasi), atau secara *authigenic clay* (terbentuk di dalam lingkaran sedimentasi).

### Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan setelah menyiapkan bahan-bahan yang dapat menghasilkan keramik yang sudah berbentuk serbuk dengan ukuran partikel mesh 100. Setelah itu bahan dicampur sesuai komposisi dan dicetak berbentuk silinder. Kemudian keramik yang dihasilkan di sintering dengan suhu 900° C. hasil keramik yang sudah dipanaskan kemudian di karakterisasi sesuai dengan kebutuhan data yang diperlukan

### Hasil dan Pembahasan

#### 1. Densitas

Densitas merupakan suatu ukuran massa per unit volume dan dinyatakan dalam gram per centimeter kubik (g/cm<sup>3</sup>) atau pound per inch kuadrat (lb/in<sup>2</sup>). Adapun persamaan yang digunakan untuk pengujian densitas adalah sebagai berikut.

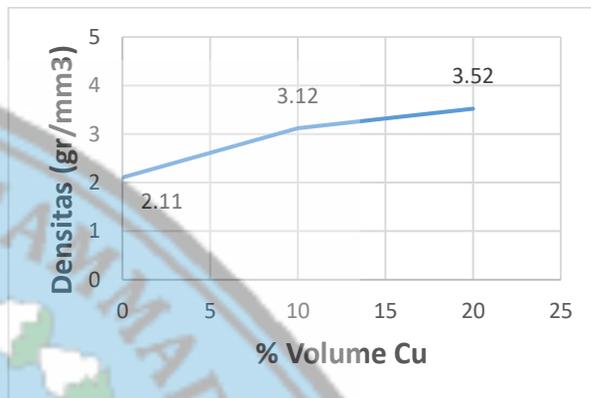
$$\text{Densitas} = \frac{W_{di-udara}}{W_{di-udara} - W_{di-air}}$$

#### 2. Porositas

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui ruang kosong diantara material penyusun keramik. Nilai

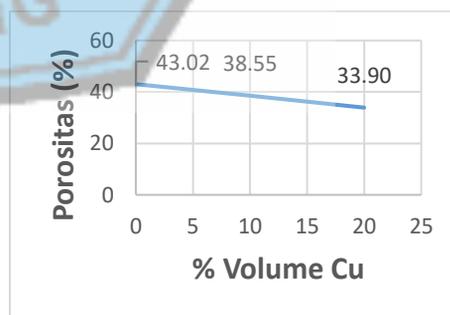
porositas dapat diketahui dengan menggunakan :

$$\text{Porositas} = \frac{m_b - m_k}{v_b} \times \frac{1}{\rho_{air}} \times 100 \%$$



Gambar 1 Grafik Densitas (Horizontal Axis Cu % volume)

Gambar 1 menunjukkan bahwa densitas material semakin bertambah tinggi seiring dengan penambahan kadar Cu pada saat pembuatan material. hal ini dikarenakan Cu memang memiliki densitas yang paling besar diantara bahan-bahan lain yang digunakan untuk membuat material. sehingga semakin banyak kadar Cu dalam material maka densitas material tersebut pun akan semakin tinggi.



Gambar 2 Grafik Porositas (Horizontal Axis Cu % volume)

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin besar kadar Cu yang digunakan dalam pembuatan material, semakin rendah nilai porositas material tersebut. Hal ini disebabkan kerapatan massa Cu yang memang lebih tinggi daripada material lainnya, sehingga membuat material yang memiliki kadar Cu lebih tinggi akan lebih padat. Ini mengakibatkan pori pada material jadi lebih tertutup dan porositas material tersebut lebih kecil daripada material dengan kadar Cu yang lebih rendah.

### 3. Susut Massa

Perhitungan susut massa dilakukan berdasarkan persentase penurunan berat bahan sejak awal hingga akhir pembakaran. Digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{susut massa} = \frac{(m_0 - m_1)}{m_0} \times 100\%$$



Gambar 3 Grafik Penyusutan Massa

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar kandungan Cu pada spesimen, maka semakin rendah penyusutan massa pada material tersebut. Hal ini dikarenakan, penambahan Cu yang semakin banyak membuat material semakin padat

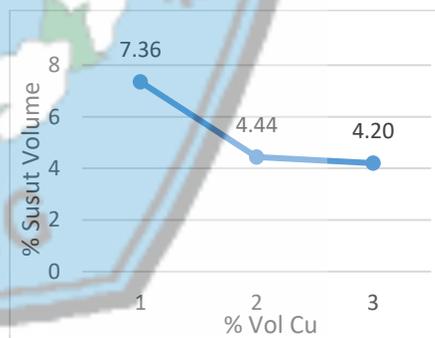
apalagi setelah dilakukan proses pembakaran. dengan semakin padatnya material tersebut, maka bahan-bahan yang menguap pada saat proses pembakaran pun semakin berkurang sehingga penyusutan massa menjadi lebih rendah.

### 4. Susut Volume

Susut volume adalah persentase penyusutan volume sebelum dan sesudah pembakaran. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{susut vol} = \frac{V_0 - V_1}{V_0} \times 100\%$$

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin besar kandungan Cu pada material, semakin sedikit pula susut volume yang terjadi. Hal ini disebabkan pemuainan pada Cu yang terjadi ketika dibakar yang kemudian mengikat zat-zat lainnya ketika terjadi pendinginan.

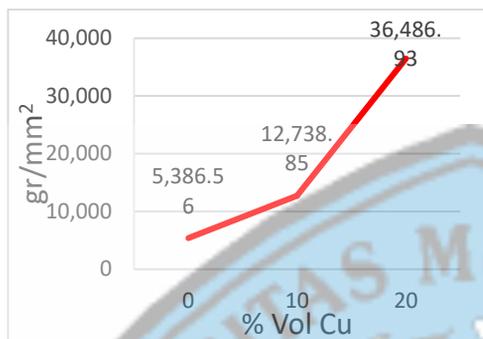


Gambar 4 Grafik Penyusutan Massa

### 5. Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan pada filter keramik berpori untuk mengetahui nilai kekerasan filter tersebut. Dalam penelitian penulis menggunakan

metode uji kekerasan TPA (*Texture Profile Analyzer*).

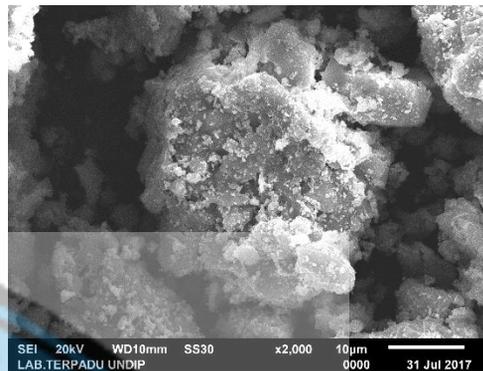


Gambar 5 Grafik Rata-rata Pengujian Kekerasan pada Hardness 1 dan 2

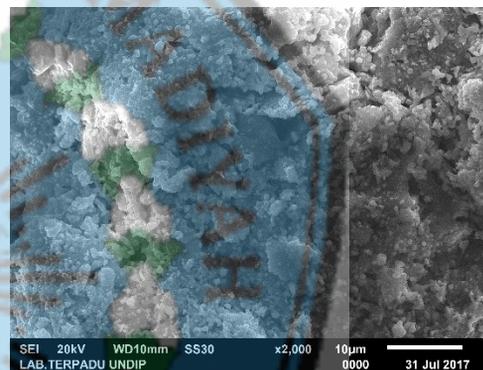
Gambar 5 menunjukkan kenaikan tingkat kekerasan seiring bertambahnya jumlah % volume tembaga yang diberikan kepada campuran filter. Hal ini dikarenakan unsur tembaga memang memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai kekerasan tanpa adanya penambahan tembaga.

## 6. Pengujian SEM

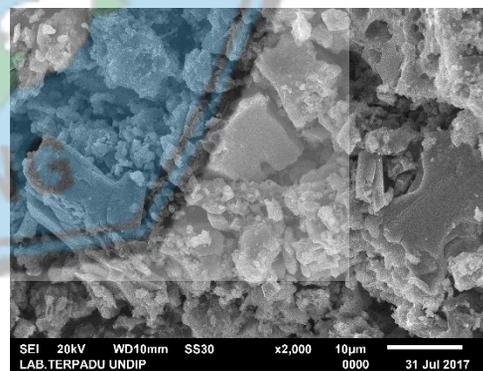
Tujuan analisa dengan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) adalah untuk menganalisa seberapa besar tingkat pori-pori yang ada disetiap sampel filter keramik berpori.



Gambar 6 Foto SEM Keramik Berpori dengan Kadar Cu 0%



Gambar 7 Foto SEM Keramik Berpori dengan Kadar Cu 10%



Gambar 8 Foto SEM Keramik Berpori dengan Kadar Cu 20%

Perbandingan gambar 6 dengan gambar 7 dan 8 menunjukkan bahwa

perbedaan besar butiran pada material tanpa penambahan tembaga dengan material yang diberikan penambahan volume tembaga 10% dan 20%. Pada Gambar 7 dan 8 struktur butiran terlihat lebih besar dan distribusi sebaran partikel kurang seragam. Sedangkan pada Gambar 6 material dengan kadar tembaga 0% distribusi partikel lebih merata dan besar butiran terlihat seragam.

Sedangkan pada Gambar 7 dan 8 terlihat perbedaan struktur butir dimana struktur butir pada Gambar 7 terlihat lebih seragam dibanding Gambar 8. Hal ini dikarenakan pada Gambar 7 memiliki kandungan tembaga yang lebih sedikit dibandingkan dengan gambar 8. Oleh karena itu, pada Gambar 7 memiliki pori yang lebih banyak dibandingkan dengan material pada gambar 8.

### Kesimpulan

1. Nilai kekerasan maksimum pada material filter keramik berpori dengan kadar Cu 20% yaitu 36,486.93 gr/mm<sup>2</sup>. Sedangkan kekerasan minimum pada material filter keramik berpori dengan kadar Cu 0% yaitu sebesar 5,386.56 gr/mm<sup>2</sup>.
2. Nilai densitas tertinggi ada pada material filter keramik dengan penambahan tembaga 20% yaitu sebesar 3.52 gr/mm<sup>3</sup> sedangkan nilai densitas terkecil ada pada material dengan penambahan 0%

volume tembaga yaitu sebesar 2.11 gr/mm<sup>3</sup>.

3. Porositas maksimum pada material filter keramik dengan penambahan 0% volume tembaga yaitu 43.02%, sedangkan porositas minimum pada material filter keramik dengan penambahan 20% volume tembaga yaitu 33.90%.

### Pustaka

- Adi. J dan Maiyanti. A.A, 2014. *Karakteristik Mikroskopik Keramik Batako Terhadap Variasi Penambahan Sekam Tebu*. Surabaya. Universitas Erlangga.
- Amin. M dan Subri. M. 20015. *Pengaruh Tanbahan Tembaga Terhadap Densitas Material Ceramic Matrix Composit (CMC) Untuk Aplikasi Filter Gas Emisi Kendaraan*. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang. Traksi Vol. 15 No. 1 Juni 2015. ISSN: 1693-3451.
- Anwar. K dan Umardani. Y. 2011. *Pengujian Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pisau Hammer Mill Pada Mesin Penggiling Jagung*. Semarang: Jurnal Foundry politeknik menufaktur ISSN 2252-7117 Vol 1. No 1 (2011).
- Amin. M, 2016. *Pengaruh Tekanan Kompaksi dan Suhu Sintering Terhadap Densitas Keramik Lumpur Lapindo*. Traksi Vol. 9 No. 2 Juni. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Auliyah. A. 2009. *Lempung Aktif Sebagai Absorben Ion Fosfat Dalam Air*. Serpong: Universitas

- Multi Media. Jurnal chemica Vol. 10 No. 2 Desember 14-23. ISSN: 1411-6502.
- Callister, William. D, 2007. *Materials Science and Engineering 7th Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Cotton. A, 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Jakarta : Erlangga
- Nugrokho. Y. 2012. *Analisis Kegagalan Las Dan Rekomendasi Standard Operating Procedure (SOP) Pada Pengelasan Pipa Kondensor PT. Siemens Indonesia*. (Jurnal). Semarang: Universitas Diponegoro. [eprints.undip.ac.id](http://eprints.undip.ac.id)
- Puspitasari. D. 2013. *Analisa Sifat Mekanik Dan Foto Mikroskopis Keramik Berbahan Dasar Lempung Bersisik (Scaly Clay) Formasi Karang Sambung Kebumen*. Semarang: Universitas Negeri Semarang. Jurnal Fisika dan Aplikasinya Spektra: Vol 14, No 1 (2013).
- Rahman. R, 2008. *Pengaruh Proses Pengeringan, Anil dan Hidrotermal Terhadap Kristalinitas Nanopartikel TiO<sub>2</sub> Hasil Proses Sol-Gel*. Depok. FT Departemen Metalurgi dan Material.
- Santoso. A. 2008. *Analisa Struktur Dan Komposisi Material Lapisan Tungsten Carbide/Cobalt (WC.Co) Yang Dipersiapkan Dengan Metode HVOF*. (Jurnal). Depok: Universitas Indonesia. FMIPA. UI. 2008.
- Sihite. D. R, 2008. *Pembuatan Dan Karakterisasi Bahan Keramik Berpori Dengan Aditif Sekam Padi Yang Digunakan Sebagai Filter Gas Buang*. (Jurnal). Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Sucipto. D.A, dkk, 2014. *Pengaruh Densitas Bahan Organik Berskala Mili-liter (Ml) dengan Metode Levitasi Magneta-Archimedes menggunakan Sumber Magnet Tunggal*. Malang. Universitas Brawijaya.
- Sukimo, 2014. *Porositas Batu Bata*. Lampung. Universitas Lampung.
- Sutapa. A.G.G, 2011. *Porositas Kekuatan Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton dengan Agregat Kasar Pecah Pasca Dibakar*. Denpasar. Universitas Udayana.
- Syukur. A. 2008. *Pengaruh Unsur Besi dan Stronsium Terhadap Pembentukan Fasa Intermetalik a-Al8Fe2Si*. (Jurnal). Depok: Universitas Indonesia. FT. UI 2008.
- Tambunan. T. D, 2008. *Pembuatan Keramik Berpori Sebagai Filter Gas Buang Dengan Aditif Karbon Aktif*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Widhianti. W.D, 2010. *Pembuatan Arang Aktif dari Biji Kapuk sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B*. Departemen Kimia. Universitas Airlangga.
- Yola. L. H, 2013. *Pemanfaatan Arang Aktif sebagai Absorban Logam Berat dalam Air Lindi di TPA Pakusari Jember*. Jember. Universitas Jember. FMIPA Universitas Jember.