KARAKTERISASI BAHAN KERAMIK BERPORI DENGAN ADITIF TEMBAGA (Cu) UNTUK APLIKASI FILTER GAS

M. Rezalul Fikri
Mahasiswa S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang
email: rezalul@gmail.com

Abstrak

Karbon aktif dapat berguna untuk mengurangi kandungan logam berat pada asap kendaraan bermotor. Dengan dipadukan dengan zat-zat aditif lain seperti Tembaga (Cu), Clay, dan TiO_2 dapat dibuat sebuah keramik berpori yang nantinya bisa bermanfaat untuk mengurangi kandungan logam berat pada asap kendaraan bermotor. Riset ini bertujuan untuk mengetahui nilai susut pembakaran, densitas, porositas, dan struktur mikro dari specimen paduan yang terdiri dari tembaga, karbon aktif, clay, dan TiO_2.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tingi kadar Tembaga yang terkandung pada keramik berpori, nilai densitas meningkat sedang porositas menurun. Nilai densitas pada keramik dengan kadar Cu 0% dan tekanan 20 MPa yaitu 2.01gr/cm^3, nilai densitas meningkat tajam dan mendapat nilai maksimum pada keramik dengan kadar Cu 40% dengan tekanan 30 MPa yaitu sebesar 4.71 gr/cm^3. Sedangkan untuk porositas nilai maksimum ada pada keramik dengan kadar Cu 0% dengan tekanan 30 MPa sebesar 43.61% dan nilai minimum ada pada keramik dengan kadar Cu 40% dengan tekanan 25 MPa yaitu 28.26%.

Kata kunci : Tembaga, Clay, TiO_2, Karbon Aktif.

Pendahuluan

Keramik adalah salah satu satu solusi yang bisa digunakan untuk menjadi filter gas buang tersebut. Keramik berpori telah berhasil dibuat dan dimanfaatkan dalam penuangan logam cair, sebagai katalisator yang biasa ditempatkan dalam system gas buang kendaraan bermotor. Untuk itu, dalam penelitian ini akan dirancang suatu keramik berpori campuran arang aktif sebagai pengikat Pb (timah hitam) dengan bahan Tembaga (Cu), Lempung lapindo serta TiO_2 dan dipakai untuk filter gas buang yang berasal dari kendaraan bermotor.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakterisasi material logam dan keramik yang dipadukan dalam bentuk komposit, sehingga memiliki kemampuan ganda yaitu sebagai katalis dan absorben.

repository.unimus.ac.id

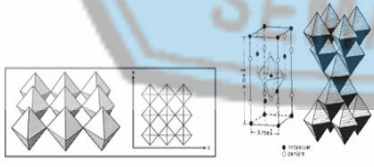
Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui nilai dan karakterisasi dari spesimen antara lain uji susut bakar, uji densitas, uji porositas, uji struktur mikro, uji komposisi *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS), dan uji *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Bahan Paduan Kerami Berpori

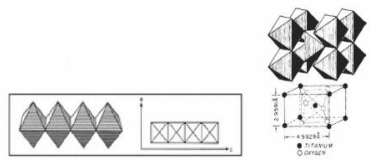
1) TiO_2

TiO_2 dapat berfungsi sebagai fotokatalis yaitu mempercepat reaksi yang diindikasikan oleh cahaya karena mempunyai struktur semikonduktor elektronik yang dikarakterisasi oleh adanya pita valensi (valensi band : vb) terisi dan pita konduksi (conduction band ; cb) yang kosong. Kedua pita tersebut dipisahkan oleh energy celah pita (band gap energy ; Eg). Eg TiO_2 jenis anatase sebesar 3.2 eV dan jenis rutile sebesar 3.0 eV, sehingga jenis anatase lebih foto reaktif daripada jenis rutile.

Dilihat dari struktur kristalnya, katalis TiO_2 memiliki 3 jenis struktur Kristal yaitu anatase, rutile dan brookite. Gambaran struktur anatase dan rutile dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1 Struktur Kristal Anatase



Gambar 2 Struktur Kristal Ruttile

2) Karbon Aktif

Arang aktif dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m2/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai daya serap yang bagus. Arang aktif dapat dibuat melalui dua tahap, yaitu tahap karbonasi dan aktivasi. Bahan baku yang dapat dibuat menjadi karbon aktif adalah semua bahan yang mengandung karbon, baik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, binatang ataupun barang tambang. Bahan-bahan tersebut adalah berbagai jenis kayu, sekam padi, tulang binatang, batu-bara, tempurung kelapa, kulit biji kopi.

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 CuI – CuII. Senyawa tembaga memiliki banyak kegunaan dalam kimia organik untukoksidasi, misalnya oksidasi fenol dengan kompleks Cu2+, -

repository.unimus.ac.id

amina, halogenasi,reaksi kopling, dan sejenisnya. Tembaga(II) dianggap penting dalam biokimia.

4) Lempung (Clay)

Semua mineral lempung mempunyai sifat plastis dan mudah dicetak untuk butiaran yang serta pada waktu basah, sifat plastisitas dan kemampuan kerja dari lempung kebanyakan dipergunakan olah kondisi fisik, kaku setelah dikeringkan vitreous (bersifat kaca) setelah dipanaskan pada temperatur yang sesuai.

Metodologi Penelitian

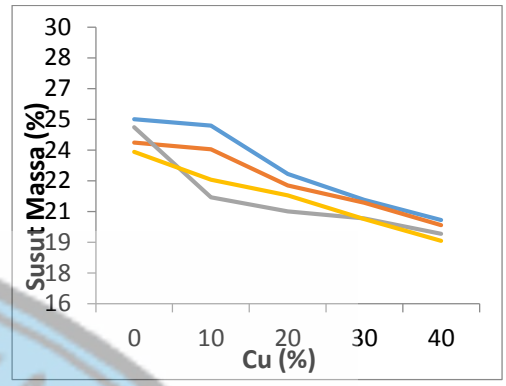
Penelitian ini dilakukan setelah menyiapkan bahan-bahan yang dapat menghasilkan keramik yaitu, clay, karbon aktif. TiO2 dan PVA yang sudah dihasilkan hingga berbentuk serbuk dengan ukuran partikel mesh 100. Setelah itu bahan dicampur sesuai komposisi pada tabel diatas dan dicetak berbentu silinder pejal. Kemudian keramik yang dihasilkan di sintering dengan suhu 950o C. hasil keramik yang sudah dipanaskan kemudian di karakterisasi sesuai dengan kebutuhan data yang diperlukan.

Hasil dan Pembahasan

1. Susut Pemanasan

Perhitungan susut massa dilakukan bedasarkan persentase penurunan berat bahan sejak awal hingga ahkhir pembakaran menggunakan rumus sebagai berikut:

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



Gambar 3 Grafik Penyusutan Massa (Horizontal Axis Cu % volume)

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.

2. Susut Volume

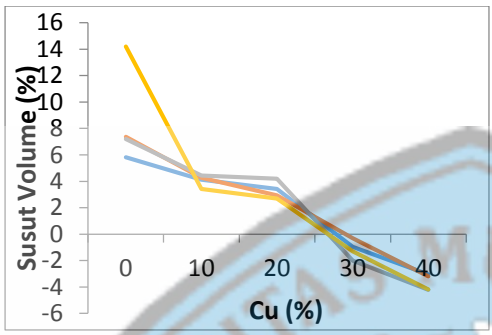
Susut volume adalah persentase penyusutan volume sebelum dan sesudah pembakaran. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin besar kandungan Cu pada material, semakin sedikit pula susut volume yang terjadi. Hal ini disebabkan pemuaian pada Cu yang terjadi ketika

repository.unimus.ac.id

dibakar yang kemudian mengikat zat-zat lainnya ketika terjadi pendinginan.

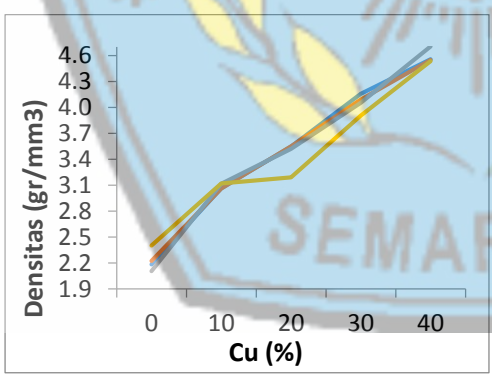


Gambar 4 Grafik Densitas (Horizontal Axis Cu % volume)

3. Pengujian Densitas

Densitas merupakan suatu ukuran massa per unit volume dan dinyatakan dalam gram per centimeter kubik (g/cm^3). Adapun persamaan yang digunakan untuk pengujian densitas adalah sebagai berikut.

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



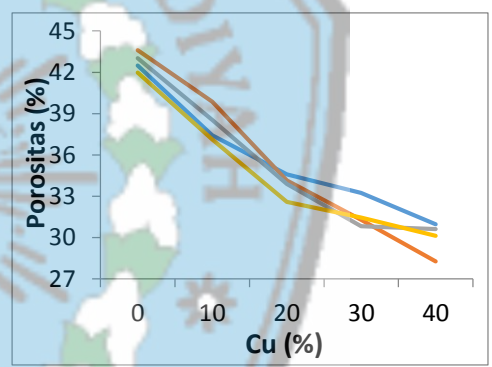
Gambar 5 Grafik Densitas (Horizontal Axis Cu % volume)

Gambar 5 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 mebuat material. sehingga semakin banyak kadar Cu dalam material maka densitas material tersebut pun akan semakin tinggi.

4. Pengujian Porositas

Pengujian porositas bentujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat porositas pada keramik berpori dengan mengunakan persamaan berikut:

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



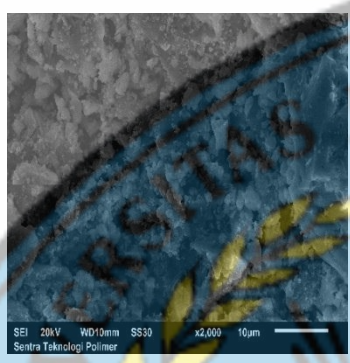
Gambar 6 Grafik Porositas (Horizontal Axis Cu % volume)

Gambar 6 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.

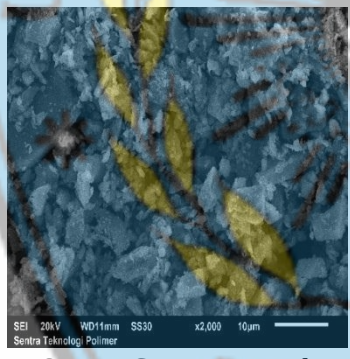
repository.unimus.ac.id

5. Pengujian SEM

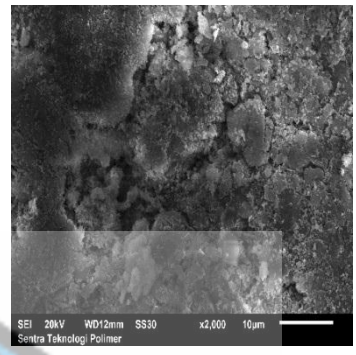
Tujuan analisa dengan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) adalah untuk mempelajari morfologi partikel seperti pori yang dihasilkan dari penambahan PVA dan tembaga.



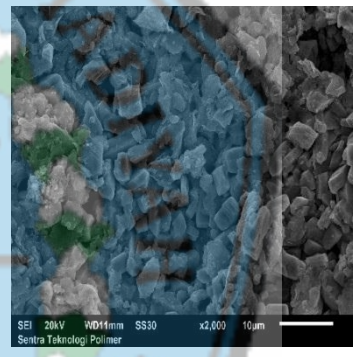
Gambar 7 Foto SEM Keramik Berpori dengan Kadar Cu 0% dan Tanpa Tambahan PVA



Gambar 8 Foto SEM Keramik Berpori dengan Kadar Cu 30% dan Tanpa Tambahan PVA



Gambar 9 Foto SEM Keramik Berpori dengan Kadar Cu 0% dan Penambahan PVA



Gambar 10 Foto SEM Keramik Berpori dengan Kadar Cu 30% dan Penambahan PVA

Pada gambar 8 struktur butiran terlihat lebih besar dan distribusi sebaran partikel kurang seragam. Sedangkan pada gambar 7 material dengan kadar tembaga 0% distribusi partikel lebih merata dan besar butiran terlihat seragam. Rongga yang terlihat pada material dengan kadar tembaga 0% pun terlihat lebih lebih banyak, hal ini dikarenakan sebaran butir yang terdistribusi lebih merata di seluruh permukaan material. Hal serupa juga dapat kita perhatikan dengan

repository.unimus.ac.id

membandingkan gambar 9 dan gambar 10.

Perbedaan material yang menggunakan PVA maupun yang tidak menggunakan PVA dapat kita lihat dengan membandingkan gambar 7 dengan gambar 9 ataupun gambar 8 dengan gambar 10. dapat dilihat pada gambar 7 memiliki rongga yang lebih sedikit dibandingkan dengan gambar 9. sama halnya dengan gambar 8 juga memilik lebih sedikit rongga dibandingkan dengan gambar 10. Hal ini dikarenakan PVA yang menguap ketika dilakukan proses pembakaran. Oleh karena itu material dengan penambahan PVA memiliki lebih banyak rongga dibandingkan material tanpa PVA.

Kesimpulan

1. Susut volume maksimum terdapat pada material dengan kadar Cu 0% dan tekanan 30 MPa yaitu 7,36%. Sedang susut volume minimum pada material dengan kadar Cu 40% dan tekanan 30 MPa sebesar -4.21%.
2. Susut massa massa maksimum pada material dengan kadar Cu 0% dan tekanan 20 MPa sebesar 28.6%. sedang susut massa minimum pada material dengan kadar Cu 40% dan tekanan 35 MPa sebesar 19.08%.
3. Nilai densitas yang tertinggi pada material dengan kadar Cu 40% dan tekanan 30 MPa yaitu 4.71 gr/cm^3. Sedangkan nilai densitas paling rendah pada material dengan kadar Cu 0% dan tekanan 20 MPa yaitu 2.01 gr/cm^3.
4. Porositas maksimum pada material dengan kadar Cu 0% dan tekanan 30 MPa sebesar 43.61%. Sedangkan porositas minimum pada material dengan kadar Cu 40% dan tekanan 25 MPa sebesar 28,26%.

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)

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.

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

repository.unimus.ac.id

Nurlaili dan Haiyum. M, 2009. *Mengukur Massa Jenis Air dan Minyak Tanah dengan Menggunakan Hukum Archimedes*. Jurusan Teknik Mesin. Lhokseumawe, Aceh.

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 HidrotermalTerhadap Kristalinitas Nanopartikel TiO_2 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.

Syakur. 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*. (Jurnal). 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.

repository.unimus.ac.id