

Analisis Porositas dan Kuat Tekan Campuran Tanah Liat Kaolin dan Kuarsa sebagai Keramik

F Setiawan [✉], L Arifani M, A Yulianto, M P Aji

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 11 Januari 2017

Disetujui 23 Maret 2017

Dipublikasikan 1 April 2017

Keywords:

ceramics; kaolin; quartz sand;
porosity; violence

Abstrak

Keramik merupakan bahan komposit yang memiliki tahanan suhu tinggi, keausan dan korosi yang lebih baik daripada super alloy namun memiliki sifat getas. Penelitian bertujuan untuk mengetahui karakteristik keramik dengan penambahan campuran pasir kuarsa terhadap sifat mekaniknya. Preparasi lempung dan pasir kuarsa dilakukan dengan cara ditumbuk menggunakan cawan dan mortar, sehingga diperoleh material serbuk. Penentuan komposisi bahan dihitung berdasarkan persentase massa. Sampel keramik dibuat dengan komposisi berbeda sebanyak 6 sampel, dengan variasi perbandingan kaolin dan pasir kuarsa 8:0, 7:1, 6:2, 5:3, 4:4, 3:5. Pembentukan sampel dengan cara cetak dan proses sintering menggunakan furnace hingga mencapai suhu 750 °C dengan waktu penahanan 1,5 jam. Parameter karakterisasi sampel meliputi porositas dan kekerasan. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa sifat mekanik optimum keramik dihasilkan pada komposisi 50% kaolin dan 50% pasir kuarsa. Pada komposisi tersebut dihasilkan karakteristik porositas 34,83% dan kekerasan 342,53 kgf/cm².

Abstract

Keramik merupakan bahan material yang banyak dimanfaatkan masyarakat Indonesia sebagai produk kerajinan dan sebagai bahan material bangunan. Produk dari kerajinan keramik dapat berupa porselen, ubin, kendi, patung, atau kerajinan yang tidak banyak menerima beban kerja secara terus menerus. Keramik merupakan bahan komposit yang memiliki tahanan suhu tinggi, keausan dan korosi yang lebih baik daripada super alloy namun memiliki sifat getas (Subiyanto & Subowo 2003). Untuk mendapatkan keramik yang baik, dibutuhkan uji mekanis keramik. Kajian penelitian tentang kekuatan mekanis masih sangat jarang dilakukan karena belum menjadi perhatian utama dalam produksi keramik. Untuk meningkatkan kualitas produk keramik perlu rekayasa sifat mekanis sehingga meminimalisir cacat atau rusak saat pengiriman maupun ketahanan pada produk keramik. Kekerasan keramik kaolin semakin naik seiring dengan naiknya suhu sinter dan tekanan kompaksi (Amin & Irawan 2008). Material keramik berkembang dengan pesat, perkembangan tersebut meliputi kuat tekan keramik, struktur dalam berupa porositas, densitas keramik dan juga komposisi keramik. Penelitian mengenai kuat tekan keramik dan pengujian porositas dengan bahan yang berbeda-beda masih jarang dilakukan. Uji kuat tekan dan porositas bisa digunakan untuk menentukan kualitas keramik yang baik.

© 2017 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:

E-mail: setiawanfjr@outlook.com

PENDAHULUAN

Keramik merupakan bahan material yang banyak dimanfaatkan masyarakat Indonesia sebagai produk kerajinan dan sebagai bahan material bangunan. Produk dari kerajinan keramik dapat berupa porselen, ubin, kendi, patung, atau kerajinan yang tidak banyak menerima beban kerja secara terus menerus. Keramik merupakan bahan komposit yang memiliki tahanan suhu tinggi, keausan dan korosi yang lebih baik daripada super *alloy* namun memiliki sifat getas (Subiyanto & Subowo 2003). Untuk mendapatkan keramik yang baik, dibutuhkan uji mekanis keramik. Kajian penelitian tentang kekuatan mekanis masih sangat jarang dilakukan karena belum menjadi perhatian utama dalam produksi keramik. Untuk meningkatkan kualitas produk keramik perlu rekayasa sifat mekanis sehingga meminimalisir cacat atau rusak saat pengiriman maupun ketahanan pada produk keramik. Kekerasan keramik kaolin semakin naik seiring dengan naiknya suhu sinter dan tekanan kompaksi (Amin & Irawan 2008). Material keramik berkembang dengan pesat, perkembangan tersebut meliputi kuat tekan keramik, struktur dalam berupa porositas, densitas keramik dan juga komposisi keramik. Penelitian mengenai kuat tekan keramik dan pengujian porositas dengan bahan yang berbeda-beda masih jarang dilakukan. Uji kuat tekan dan porositas bisa digunakan untuk menentukan kualitas keramik yang baik.

METODE

Untuk melakukan uji kuat tekan dan uji porositas keramik langkah pertama yang harus dilakukan yaitu membuat sampel keramik. Sampel keramik dibuat dari bahan kaolin (material lempung) dan pasir kuarsa melalui proses homogenisasi, pencetakan (kompaksi), pembakaran, dan pendinginan. Dalam proses homogenisasi pencampuran bahan dilakukan dengan menggunakan *ball mill* dan mangkuk porselin dengan tujuan untuk memperoleh bagian yang homogen. Proses selanjutnya yaitu

pencetakan sampel dengan cara serbuk keramik dimasukkan kedalam suatu wadah kemudian ditekan dengan alat press dalam hal ini menggunakan dongkrak hidrolik dengan tekanan maksimum 4 ton. Sampel dibuat sebanyak 6 buah dengan perbandingan kaolin:pasir kuarsa yaitu 8:0,7:1,6:2,5:3,4:4,3:5 dan dibakar menggunakan *furnace* dengan suhu 750°C dengan waktu penahanan (*holding time*) 90 menit. Setelah dilakukan pembakaran menggunakan *furnace* selanjutnya sampel didinginkan hingga suhu kamar hal ini dilakukan supaya menghindari sampel mengalami retak-retak.

Karakterisasi keramik (porositas dan kuat tekan) dilakukan dengan cara sederhana. Untuk menguji porositas keramik kaolin dan pasir kuarsa yang telah dibuat dilakukan dengan cara merendam sampel ke dalam air selama 10 jam pada suhu dan tekanan ruang (Gambar 1a). Setelah direndam, sampel ditimbang massanya dengan menggunakan neraca digital. Kekerasan adalah ukuran ketahanan dari suatu bahan untuk menahan deformasi permanen. Kekerasan suatu bahan diukur dengan menekan sebuah beban ke permukaan bahan. Pengujian kuat tekan keramik juga dilakukan cara sederhana menggunakan alat press hidrolik (Gambar 1b). Sampel diletakkan di tengah-tengah alat kemudian ditekan dengan tekanan sebesar 4 ton. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah uji porositas karena uji kuat tekan keramik merupakan pengujian yang merusak sampel, keramik ditekan sampai keramik retak dan hancur.

Data yang didapat dari eksperimen pengujian porositas maupun pengujian kuat tekan kemudian dianalisis. Porositas keramik dianalisis dengan menggunakan persamaan:

$$\text{porositas} = \frac{p_2 - p_1}{p_1} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan: ρ_1 = massa jenis sampel kering (g/cm^3)

ρ_2 = massa jenis sampel basah (g/cm^3)

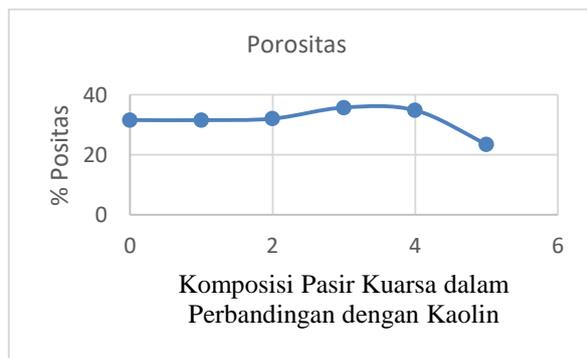
Sementara untuk menghitung kuat tekan keramik digunakan rumus: $\sigma = \frac{P}{A}$ (2). Dengan σ = kekerasan (kgf/cm^2) P= gaya tekan maksimum (kgf) dan A = luasan dari sampel (cm^2)



Gambar 1. (a) pengujian porositas dengan waktu perendaman 10 jam. (b) pengujian kuat tekan dengan alat press hidrolik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai porositas diukur dan dihitung menggunakan prinsip Archimedes. Grafik hasil pengukuran porositas keramik dengan komposisi lempung dan pasir kuarsa dapat dilihat pada Gambar 2.

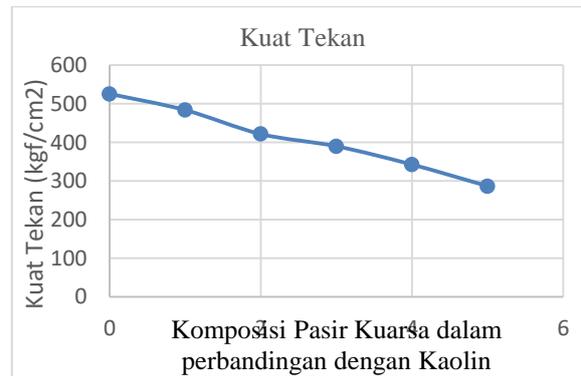


Gambar 2. Distribusi porositas keramik dengan komposisi lempung dan pasir kuarsa.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan pasir kuarsa nilai porositas keramik cenderung semakin tinggi, namun data yang ke-6 menunjukkan penurunan. Hasil pengukuran porositas keramik dalam penelitian ini berkisar antara 23,51% hingga 35,80%. Hasil ini sedikit lebih besar daripada porositas keramik yang ada di pasaran yaitu antara 20% - 30% (Kiswanto 2011). Nilai porositas sampel komposit keramik berbasis pasir silika-MgO berada dalam rentang 36,37(1)-38,23(3)% (Istiqomah & Pratapa 2013). Keramik lumpur lapindo dengan *pressureless sintering* dengan tekanan kompaksi 100 MPa (pada pembuatan *green body*), suhu sinter 800°C diperoleh harga kekerasan Vickers tertinggi 914,340±92, 06 MPa (Amin & Irawan 2010).

Untuk nilai porositas diperlihatkan bahwa setiap penambahan 5% pasir kuarsa maka porositas bertambah, artinya bahwa penambahan pasir kuarsa berbanding lurus dengan naiknya porositas. Fungsi awal pasir kuarsa dalam hal ini adalah bahan aditif sebagai penguat ternyata sebaliknya sehingga mempengaruhi nilai porositas keramik (Sriatun *et al.* 2013). Hal ini dikarenakan selama proses sintering pori-pori dalam keramik terisi oleh butiran-butiran pasir kuarsa yang banyak mengandung silika karena ukuran butir silika relatif lebih kecil dari 33 butiran lempung. Besar kecilnya nilai porositas dipengaruhi pada proses pencetakan.

Nilai kekerasan dari hasil pengujian menggunakan alat press di laboratorium komposit berkisar antara 286,76 kgf/cm² hingga 525,54 kgf/cm². Hasil uji kekerasan diperlihatkan pada Gambar 3. Kekerasan keramik semakin menurun dengan bertambahnya pasir kuarsa, artinya bahwa kekerasan berbanding terbalik terhadap penambahan pasir kuarsa.



Gambar 3. Distribusi kekerasan keramik dengan komposisi kaolin dan pasir kuarsa, penambahan pasir kuarsa mempengaruhi kekerasan pada keramik

Dalam penelitian ini, nilai kekerasan optimum dicapai (yaitu sebesar 525,54 kgf/cm²) pada sampel keramik dengan komposisi perbandingan massa kaolin dan pasir silika (kaolin 8 : 0 silika), kaolin sebanyak 32 gram dan silika 0 gram. Nilai kekerasan keramik pada penelitian ini cukup baik, karena keramik dicetak dengan beban penekanan yang tinggi dan diberi aditif. Dengan beban penekanan yang tinggi, dapat diperoleh sampel keramik yang lebih padat. Kekerasan keramik yang berbanding terbalik dengan

penambahan pasir kuarsa sebagai aditif, dikarenakan perbedaan titik lebur antara kaolin dan pasir kuarsa. Titik lebur kaolin lebih rendah dari pasir kuarsa, sehingga butiran material kaolin menyusut lebih cepat pada saat pembakaran dan butiran pasir kuarsa mengisi kekosongan rongga pada keramik. Pasir kuarsa yang banyak mengandung silika berpengaruh mengurangi kekuatan badan keramik, kecuali dalam bentuk butir-butir yang sangat halus, kadang dapat bertindak sebagai pelebur (Bayuseno 2009). Hal ini yang menyebabkan keramik mudah retak dan rapuh karena penambahan kadar pasir kuarsa yang terlalu banyak. Berdasarkan penelitian Karo-Karo & Komaro (2006), kegagalan produk keramik dapat diakibatkan karena bahan mentah kasar mengandung 30,2% kerikil serta pasir yang memiliki susut kering serta susut bakar lebih kecil dibanding lanau atau bahan lainnya yang lebih halus. Bahan mentah juga mengandung 15,91% senyawa montmorillonit yang merupakan senyawa lapis tiga yang dapat menyerap air 16 kali volume awalnya atau memiliki penyusutan yang sangat besar. Kondisi yang berlawanan ini menyebabkan terjadi kerusakan atau pecah ketika pengeringan atau pembakaran

SIMPULAN

Pada penambahan pasir kuarsa diperoleh keramik dengan nilai porositas 23,51-35,78 % dan nilai kekerasan 286,76-525,54 kgf/cm². Nilai kekerasan dan sifat fisik sampel keramik didapatkan komposisi optimum pada komposisi 50% kaolin dan 50% pasir kuarsa, dengan nilai porositas 34,83 %, nilai kekerasan 342,53

kgf/cm². Penambahan pasir kuarsa mempengaruhi sifat mekanik keramik dengan semakin banyak penambahan pasir kuarsa maka semakin kecil nilai kekerasan. Ukuran butir pasir kuarsa yang relatif lebih kecil dari ukuran butir kaolin menunjukkan persebaran pasir kuarsa pada sampel keramik terlihat kompak dan merata dengan kaolin.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin M & Irawan B. 2008. Pengaruh Tekanan Kompaksi Terhadap Karakterisasi Keramik Kaolin Yang Dibuat Dengan Proses Pressureless Sintering. *Traksi*. 8(1): 40-54
- Amin M & Irawan B. 2010. Pengaruh Tekanan Kompaksi Dan Suhu Sintering Terhadap Densitas Keramik Lumpur Lapindo. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*. <http://jurnal.unimus.ac.id>. Hal: 290-295
- Bayuseno AP. 2009. Pengembangan dan Karakterisasi Material Keramik Untuk Dinding Bata Tahan Api Tungku Hoffman K1. *Rotasi*. 11(4):
- Istiqomah & Pratapa S. 2013. Sifat Fisis Dan Fasa Komposit Keramik Berbasis Pasir Silika-MgO. *Jurnal Teknik POMITS*. 1(1): 1-3
- Karo-karo U & Komaro M. 2006. Karakterisasi Bahan Mentah dan Analisa Kegagalan Produk Keramik. *TORSI*. IV(2)
- Kiswanto H. 2011. Optimasi Sifat-sifat Mekanik Genteng Press dengan Bahan Aditif Silika dan Dolomit. *Skripsi*. Jurusan Fisika, Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Sriatun, Yulianto A. & Sulhadi. 2013. Analisis Sifat Mekanik Genteng Keramik Hasil Campuran Lumpur Lapindo. *Unnes Physics Journal*. 2 (1):
- Subiyanto H. & Subowo. 2003. Pengaruh Temperatur Sintering Terhadap Sifat Mekanik Keramik Insulator Listrik. *Jurnal Teknik Mesin*. 3(1):