

Proses Sintering dan Karakterisasi pada Keramik Zircon Silikat ($ZrSiO_4$)

Suprapedi¹, dan Mulyadi^{2,*}

¹Program Studi Magister Teknik Informatika, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang

²Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Banten

E-mail: *dosen01545@unpam.ac.id

Masuk : 10 Maret 2020

Direvisi : 2 April 2020

Disetujui : 15 April 2020

Abstrak: Zircon silikat ($ZrSiO_4$) merupakan jenis keramik berbasis oksida dan banyak dipergunakan sebagai bahan refraktori. Untuk mengetahui proses sintering yang optimal maka pada penelitian ini di gunakan bahan alami yaitu zircon silikat. Preparasi bahan dilakukan melalui proses pencampuran menggunakan wet *milling* dengan alat ball mill selama 12 jam. Selanjutnya dilakukan proses pengeringan dan pencetakan membentuk sampel pelet. Pada proses pencetakan tekanan yang diberikan pada saat proses pencetakan sampel menggunakan gaya sebesar 10000 kgf. Selanjutnya dilakukan proses sintering (pembakaran) dengan variasi suhu 1200°C, 1300°C, dan 1400°C menggunakan tungku listrik dan ditahan selama 60 menit. Sampel pelet yang telah disintering dilakukan pengujian antara lain : densitas, kekerasan, dan kuat tekan. Hasil karakterisasi keramik zircon silikat ($ZrSiO_4$) menunjukkan bahwa densitas maksimum terdapat pada sampel dengan suhu sintering 1400°C dengan nilai 3,93 g/cm³. Dalam pengujian kekerasan menunjukan nilai kekerasan tertinggi dicapai pada suhu 1400°C dengan nilai 570 Hv. Sedangkan pada pengujian kuat tekan nilai tertinggi dicapai dengan suhu sintering 1400°C mendapat angka kuat tekan sebesar 792,63 kg/cm²

Kata kunci: zircon silikat ($ZrSiO_4$), sintering, refraktori, densitas, kekerasan, kuat tekan.

Abstract: Zircon silicate ($ZrSiO_4$) is a type of oxide-based ceramic and is widely used as a refractory material. To determine the optimal sintering process, this study used a natural material, namely zircon silicate. Material preparation was carried out through a mixing process using wet milling with a ball mill for 12 hours. Furthermore, the drying and printing processes are carried out to form pellet samples. In the printing process, the pressure applied during the printing process uses a force of 10000 kgf. Furthermore, the sintering process is carried out with temperature variations of 1200°C, 1300°C, and 1400°C using an electric furnace and held for 60 minutes. The samples of pellets that have been sintered are tested, including: density, hardness and compressive strength. The characterization results of zircon silicate ceramics ($ZrSiO_4$) show that the maximum density is found in the sample with a sintering temperature of 1400 °C with a value of 3.93 g / cm³. In hardness testing, it shows that the highest hardness value is reached at a temperature of 1400 °C with a value of 570 Hv. Whereas in the compressive strength test the highest value was achieved with a sintering temperature of 1400 °C getting a compressive strength figure of 792.63 kg / cm²

Keywords: zircon silicate ($ZrSiO_4$), sintering, refractory, density, hardness, compressive strength.

PENDAHULUAN

Pembuatan keramik pada zaman dahulu hanya dilakukan dengan membakar satu bahan saja, yaitu dengan lempung (tanah liat). Seni dan Industri keramik telah berlangsung sejak ribuan tahun yang lalu, proses pembuatan keramik pada zaman dahulu dengan cara dibakar menggunakan bahan dan peralatan sederhana. Bahan yang dipakai adalah *feldspar* (seperti batuan beku asam, dan granit), tanah liat dan lempung [1]. Hal ini disebabkan karena pengetahuan tentang keramik belum menandai.

Seiring dengan perkembangan ilmu bahan maka proses pembuatan keramik dari tahun ke tahun mengalami kemajuan. Pada awalnya diproduksi secara tradisional dari mineral alam, namun sekarang kegunaan keramik sudah bermacam-macam fungsinya, dulu hanya digunakan sebagai barang pecah belah, gerabah. Sekarang telah

menjadi industri yang cukup besar dengan aplikasi kegunaan seperti keramik poselin salah satu bahan isolator listrik, komponen mekanik, bahan refraktori dan lainnya.

Untuk meningkatkan kualitas produk keramik tradisional ini, perlu dilakukan rekayasa sifat mekanis guna meminimalisir cacat atau rusak saat proses produksi. Material industri keramik mengalami perkembangan pesat. Perkembangan tersebut meliputi didalam struktur, komposisi, sifat-sifat fisis dan mekanik. Zirkon silikat tergolong jenis material alam yang memiliki kandungan Zirkonia dan silika yang tinggi. Material keramik yang memiliki kandungan zirkonia dan silika yang tinggi dapat dimanfaatkan sebagai bahan tahan panas, karena memiliki suhu lebur yang tinggi [2]. Proses sintering adalah salah satu tahapan pada produksi keramik, dan kualitas suatu produk keramik dapat tergantung pada proses sintering. Jadi proses sintering merupakan suatu proses konsolidasi serbuk hingga menjadi padatan yang kuat [3, 4]. Setiap material memiliki tingkatan suhu sintering yang berbeda, semakin tinggi suhu leburnya maka semakin tinggi suhu sinteringnya [4]. Parameter-parameter yang mempengaruhi suhu sintering antara lain [4,5] : tingkat kemurnian dari bahan dan tingkat kehalusan bahan [5,6]. Penelitian proses sintering material keramik telah banyak dilakukan diantaranya penelitian yang berkaitan sintering keramik alumina (Al_2O_3) yaitu proses sinteringnya dilakukan pada suhu sangat tinggi yaitu pada suhu $1500-1700^{\circ}C$ karena alumina mempunyai titik lebur mencapai $2050^{\circ}C$ [7]. Pada tulisan ini dibahas tentang proses sintering keramik zirkon silikat serta mengetahui pengaruhnya variasi suhu sintering terhadap karakteristik keramik zirkon silikat.

METODOLOGI

Bahan baku yang digunakan antara lain serbuk zirkon silikat, bahan ini langsung digiling menggunakan ball mill dengan media milling aquades dan waktu milling selama 12 jam. Kemudian sampel di keluarkan dari ball mill dan dikeringkan di pengering pada suhu $110^{\circ}C$ sampai sampel menjadi kering. Selanjutnya serbuk yang telah kering di gerus menggunakan mortar tangan dan di ayak lolos ayakan 200 mesh. Selanjutnya serbuk yang telah halus di campur dengan perekat Poly Vinyl Alcohol (PVA) sebanyak 5 % berat. Kemudian dicetak membentuk pelet berdiameter 18 mm dengan gaya tekan sebesar 10000 kgf. Pelet yang dihasilkan selanjutnya di sintering menggunakan tungku listrik dengan laju kenaikan suhu $10^{\circ}C$ per menit, suhu sintering divariasikan yaitu 1200, 1300 dan $1400^{\circ}C$ dan ditahan untuk masing-masing suhu sintering selama 60 menit.

Sampel yang telah disintering dilakukan pengukuran densitas yang diukur massa sampel dengan timbangan digital, dan diukur dimensi tebal dan diameter sampel, kemudian dihitung volume silinder. Selanjutnya dihiyung nilai densitas dengan persamaan :

$$\text{Densitas} = \rho = \frac{\text{Massa}}{\text{Volume}} \text{ g/cm}^3 \dots\dots\dots(1)$$

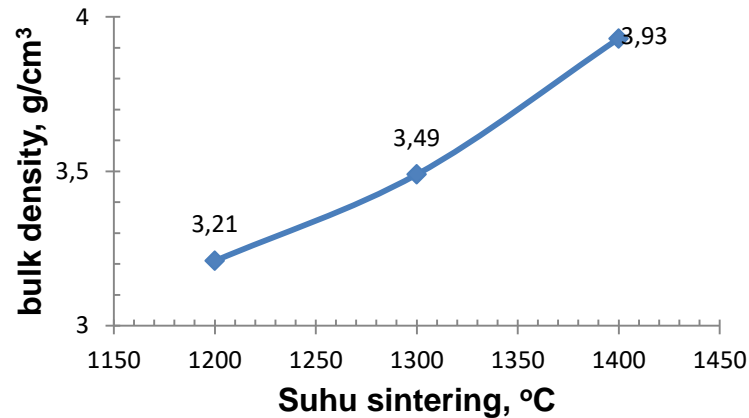
Sedangkan kekerasan vickers sampel diukur menggunakan microhardness tester, dan dilanjutkan dengan pengukuran kuat tekan, perhitungan kuat tekan di lakukan menggunakan persamaan :

$$\text{Kuat tekan} = \frac{\text{Gaya tekan (F)}}{\text{Luas penampang (A)}} \text{ kgf/cm}^2 \dots\dots\dots(2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji densitas Zircon Silikat ($ZrSiO_4$).

Hasil penelitian yang penulis lakukan, maka nilai densitas setelah proses *sintering* dapat diperlihatkan pada Gambar 1.

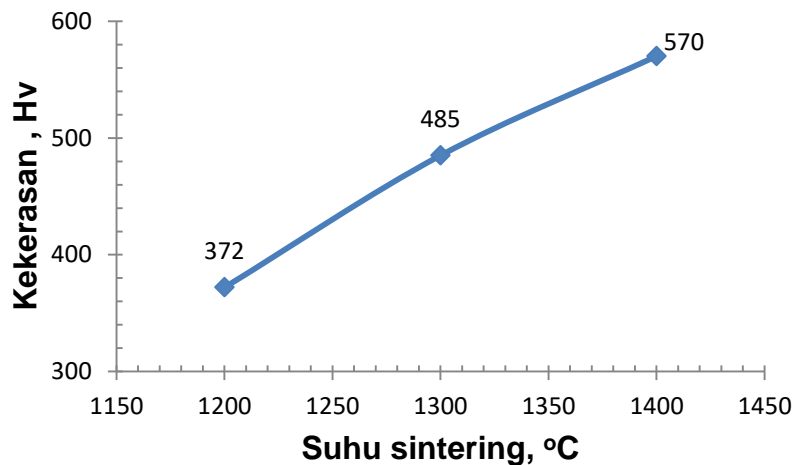


Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Densitas.

Dari Gambar 1 grafik di atas terlihat bahwa nilai densitas meningkat seiring dengan bertambahnya suhu sintering. Nilai densitas maksimum di peroleh pada suhu 1400°C dengan waktu sintering selama 60 menit dengan nilai 3,93g/cm³. Sedangkan densitas teoritis untuk zirkonsilikat adalah 4,30 g/cm³ [2]. Bilai hasil dari penelitian ini dibandingkan dengan densitas teoritis masih dibawahnya, dan dikatakan densifikasinya baru tercapai 91 %.

Hasil Uji Kekerasan Zircon Silikat (ZrSiO₄)

Dari hasil penelitian yang penulis lakukan maka hasil dapat di ketahui dengan pengujian kekerasan menggunakan microhardness tester. Hasil pengujian kekerasan vickers diperlihatkan seperti pada Gambar 2.

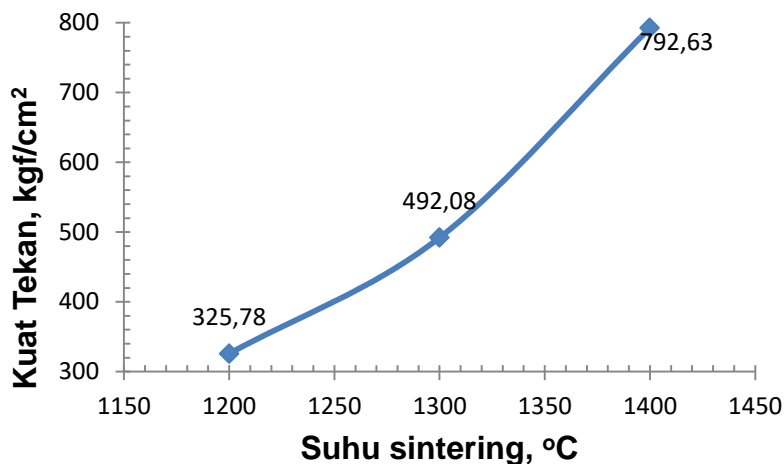


Gambar 2. Kurva hubungan kekerasan terhadap suhu sintering

Dari Gambar 2 dapat dilihat sampel dengan suhu sintering 1400°C menunjukkan nilai kekerasan tertinggi dengan nilai *hardness vickers* 570 Hv. Nilai kekerasan pada suhu 1300°C diperoleh nilai *hardness vickers* dengan nilai 485 Hv. Sedangkan dengan suhu 1200°C didapat kekerasan vickers terendah sebesar 372Hv. Bila dibandingkan dengan kekerasan zirkonia atau alumina masih tergolong lebih rendah.

Hasil uji Kuat Tekan (ZrSiO₄)

Hasil uji kuat tekan dengan variasi suhu sintering di perlihatkan pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Kurva hubungan kuat tekan terhadap suhu sintering.

Dari Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan bahwa angka berkisar antara 325.78 kg/cm² – 792,63 kg/cm². Sesuai dengan nilai densitas atau keketrasan, semakin besar nilai densitas nya akan semakin padat sehingga kuat tekannya juga cenderung meningkat dengan meningkatnya suhu sintering.

KESIMPULAN

Peningkatan suhu sintering dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai densitas, keketrasan dan kuat tekan. Nilai densitas, kekerasan dan kuat tekan tertinggi dari keramik zirkon silikat tercapai setelah proses sintering pada suhu 1400°C.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyadi Utomo Agus, Drs. 2007. Wawasan dan Tinjauan Seni Keramik, Institut Seni Denpasar: Paramita.
- [2] Aprilla Erryani, Pengaruh penambahan Zirkonium silikat sebagai insulator termal terhadap nilai konduktivitas termal liner HTPB, Berita Dirgantara Vol 12 no 4, Desember 2011, 126-151
- [3] Ristic, M.M., Sintering New Developments, Material Science Monographs, vol 4, Proceeding of 4th International Round Table Conference on Sintering, Dubrovnik, Yugoslavia, September 5- 10, 1979, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford, New York.
- [4] German, R. M., 1991, Fundamental of Sintering, Engineering Materials Handbook, vol 4, Ceramic Glasses, W.D Nikki, ed. The Materials Information Society.
- [5] Richerson, D.W., 1982, Modern Ceramic Engineering, p.217 – 239.
- [6] S. Abdolazizi, R. Naghizadehb, S. Baghshahic, The Comparison of MgO and TiO₂ Additives Role on Sintering Behavior and Microstructures of Reaction-Sintered Alumina-Zirconia-Mullite Composite, ACERP: Vol. 1, No. 2, (Summer 2015) 11-17
- [7] Heidy L. CALAMBÁS PULGARÍN and María P. ALBANO, Sintering and Microstructure of Al₂O₃ and Al₂O₃-ZrO₂ Ceramics, Procedia Materials Science 8 (2015) 180 – 189