

KEKUATAN IMPAK KOMPOSIT *CLAY* DAN ALUMINA UNTUK APLIKASI *FIRE BRICK*

M.S.Hamzah

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin
Universitas Tadulako, Jl. Soekarno Hatta Palu
e-mail: muh.sadathamzah_untad@yahoo.co.id

Abstract: Clay and Alumina Impact Strength for Fire Brick Application. This study aims to utilize the clay material obtained from Central Sulawesi with the composition of Al_2O_3 27,445%; SiO_2 50,251%; Fe_2O_3 9,331%; Na_2O 4,041%; CaO 3,263%; K_2O 3,733%; MgO 2,40%; TiO_2 0,168% as a matrix composites reinforced alumina clay. Alumina powder is a ceramic material that is hard and resistant to high temperatures. Alumina powder as much as 0%; 15%; 30%; 45%, and 60% by weight fraction of powder mixed with clay that has been calcined at a temperature of 800 ° C for 30 minutes (size ≤ 74 m). Each mixture is stirred using a mixer brands Stuart Scientific for 2 hours. A mixture of clay and alumina powder uniaxially compacted at a pressure of 50 MPa and then sintered in an atmospheric environment with a temperature of 1000 ° C, 1100 ° C, 1200 ° C and 1300 ° C. This experiment is testing the density and impact strength.

The test results showed that with an increase in the weight fraction of alumina and sintering temperature will increase the relative density and the force of impact, but if the increase is not accompanied by an increase in the weight fraction of alumina, alumina rise sinter temperature will reduce the value of the relative density and bending strength. The values of relative density and bending strength were obtained at the highest weight fraction of 60% alumina and sintering temperature of 1300 ° C respectively is 72.28% and 62,14MPa.

Keywords: Clay, Alumina, Sintering, Impact

Abstrak: Kekuatan Impak Komposit *Clay* dan Alumina Untuk Aplikasi *Fire Brick*

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan bahan clay yang diperoleh dari Sulawesi Tengah dengan komposisi Al_2O_3 27,445%; SiO_2 50,251%; Fe_2O_3 9,331%; Na_2O 4,041%; CaO 3,263%; K_2O 3,733%; MgO 2,40%; TiO_2 0,168% sebagai matrik komposit clay yang diperkuat alumina. Serbuk alumina merupakan bahan keramik yang keras dan memiliki ketahanan terhadap temperatur tinggi. Serbuk alumina sebanyak 0%; 15%; 30%; 45%, dan 60% fraksi berat dicampur dengan serbuk clay yang sudah dikalsinasi pada suhu 800°C selama 30 menit (ukuran ≤ 74 μm). Setiap campuran diaduk menggunakan mixer merk Stuart Scientific selama 2 jam. Campuran serbuk clay dan aluminadikompaksi secara uniaksial dengan tekanan 50 MPa dan kemudian disinter pada lingkungan atmosfer dengan temperatur 1000°C, 1100°C, 1200°C dan 1300°C. Pengujian yang dilakukan adalah densitas dan kekuatan impact.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan meningkatnya fraksi berat alumina dan temperatur sinter akan meningkatkan densitas relatif dan kekuatan impact, tetapi jika kenaikan fraksi berat alumina tidak diiringi kenaikan suhu sinter akan menurunkan nilai densitas relatif dan kekuatan bending. Nilai densitas relatif dan kekuatan bending tertinggi diperoleh pada komposit dengan fraksi berat 60% alumina dan suhu sinter 1300°C berturut-turut adalah 72,28% dan 62,14MPa.

Kata kunci: Clay, alumina, sintering, impact

PENDAHULUAN

Clay (tanah liat) sebagai salah satu bahan pokok untuk pembuatan keramik, merupakan bahan yang kegunaannya sangat menguntungkan bagi manusia karena bahannya yang mudah didapat, pemakaian hasilnya yang sangat luas dan ramah lingkungan. Kira-kira 70% atau 80%

dari kulit bumi terdiri dari batuan yang merupakan sumber *clay* (Ariwahjoedi, 2003).

Fire brick (Refraktori) merupakan material keramik yang mampu dipergunakan pada temperatur yang tinggi tanpa terjadi perubahan bentuk maupun struktur kristalnya (Charles, 2004), ini

banyak dijumpai di dunia industri utamanya untuk keperluan perlengkapan tungku pembakaran. Di Indonesia terdapat bahan mentah lokal yang potensial untuk dikembangkan menjadi bahan baku industri seperti *clay*, batu kapur, bauksit, alumina dan dolomit (Sukandarrumidi, 2009). Bahan baku tersebut belum dimanfaatkan secara baik, seperti yang terlihat di Sulawesi Tengah sekitar 60% lahannya merupakan *clay*, selama ini belum diolah secara baik sehingga sangat potensial untuk dikembangkan menjadi keramik *fire brick*.

Clay di Sulawesi Tengah mempunyai kandungan alumina 19,6, silica 57,27 dan 23,13% oksida lain (Hamzah dan Alimuddin, 2013). Sesuai dengan sifat *fire brick* kandungan alumina berkisar 25,4–41,9% dan silica 53,2% (Charles, 2004). Hasil ini menunjukkan bahwa komposisi pada *clay* tersebut tidak memenuhi standar untuk bahan *fire brick*, maka perlu diberikan bahan penambah .

Seiring dengan kemajuan teknologi di bidang material maka berbagai upaya penelitian dilakukan untuk mendapatkan material yang sesuai dengan aplikasi tertentu, salah satu diantaranya *clay* dikembangkan dalam pembuatan komposit dengan menambahkan alumina (Al_2O_3) untuk mengatasi kelemahan yang ada pada produk *clay*. Sebagai bahan penambah alumina merupakan salah satu material yang sangat penting dalam industri keramik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan alumina dan suhu sintering terhadap kekuatan impak komposit *clay* dan alumina untuk aplikasi *fire brick*.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk *clay* yang diperoleh dari Sulawesi Tengah dan telah dikalsinasi pada suhu 800°C dengan *time holding* 30 menit, yang dijadikan sebagai matrik dan serbuk alumina buatan *Nippon*

Light Metal sebagai penguat. Serbuk *clay* kalsinasi yang digunakan telah diuji komposisi dan *discreening*.

Alumina dan *clay* kalsinasi yang digunakan dengan ukuran serbuk $\leq 74 \mu m$, serbuk alumina dengan variasi fraksi berat 0%, 15%, 30%, 45% dan 60% dicampur dengan serbuk *clay* menggunakan *mixer merk Stuart Scientific* selama 2 jam. Sebelum dicampur, serbuk ditambahkan alkohol agar terjadi campuran homogen, campuran serbuk *clay* dan alumina kemudian dibuat *green body* dengan ukuran 55 mm x 10mm x 10 mm mengacu pada standar ASTM E 23, dikompaksi secara uniaksial pada tekanan 50 MPa . Setelah itu *green body* disinter di lingkungan atmosfer dengan temperatur 1000, 1100, 1200 dan 1300°C. Benda uji hasil sinter diuji densitas relatif dan kekuatan impak.

Prinsip Archimedes digunakan untuk mengukur densitas, yaitu dengan cara menimbang benda uji di dalam fluida dan di udara. Densitas benda uji dapat dihitung sebagai berikut (Barsoum, 1997):

$$\rho_c = \frac{W_{udara}}{(W_{udara} - W_{fluida})} \times \rho_{fluida} \quad (1)$$

Dalam hal ini :

ρ_c = berat jenis spesimen ($g.cm^{-3}$)

ρ_{fluida} = berat jenis fluida ($g.cm^{-3}$)

W_{udara} = berat spesimen di udara (g)

W_{fluida} = berat spesimen di fluida (g)

Berat jenis relatif diukur dengan membandingkan antara berat jenis hasil pengujian dengan berat jenis teoritis.

$$\rho_{rel} = \frac{\rho_c}{\rho_t} \times 100 \% \quad (2)$$

Dalam hal ini :

ρ_{rel} = berat jenis relatif ($g.cm^{-3}$)

ρ_c = berat jenis hasil pengujian ($g.cm^{-3}$)

ρ_t = berat jenis teoritis ($g.cm^{-3}$)

Ketangguhan impak adalah banyaknya energi yang diserap suatu bahan untuk terjadi perpatahan.

Pengukuran ketangguhan menggunakan standar pengujian ASTM E-23 seperti Gambar 1, , besarnya ketangguhan dapat dihitung dengan persamaan

a. Energi patah spesimen

$$W = G \times R (\cos \beta - \cos \alpha) \quad (3)$$

Keterangan:

W = energi patah spesimen (J)

G = berat pendulum (N)

R = jarak pendulum ke pusat rotasi (m)

β = sudut pendulum ke pusat rotasi ($^{\circ}$)

α = sudut pendulum tanpa spesimen ($^{\circ}$)

b. Kekuatan *impact* spesimen

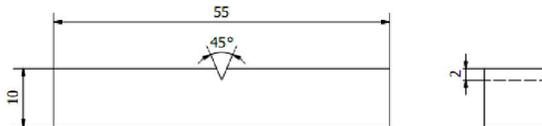
$$a = \frac{W}{b \times h} \quad (4)$$

a = kekuatan impact spesimen (J/mm²)

b = lebar specimen (mm)

W = energi terserap spesimen (J)

h = tebal specimen (mm)

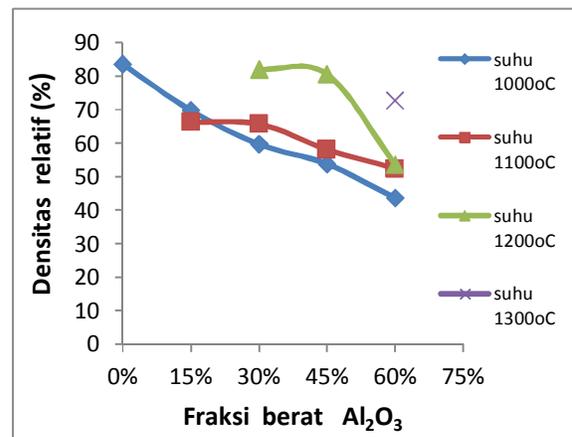


Gambar 1. Spesimen uji impact (ASTM E23)

HASIL DAN DISKUSI

Gambar 3. menunjukkan pengaruh fraksi berat alumina terhadap densitas relatif komposit. Densitas relatif semakin meningkat dengan meningkatnya fraksi berat alumina dan temperatur sinter, namun pada suhu sinter 1000°C dengan penambahan fraksi berat alumina densitas relatif menurun. Pengaruh tersebut disebabkan ikatan antar serbuk belum terikat sempurna pada saat disinter, namun pada komposisi alumina lebih rendah dengan temperatur sinter yang tinggi terjadi *over* sintering . Penyebab lain menurunnya densitas dengan bertambahnya jumlah alumina adalah antar partikel alumina yang bersentuhan tidak memungkinkan terjadinya sinter pada suhu rendah. Temperatur sinter dalam penelitian ini adalah 1000°C, 1100°C, 1200°C dan 1300°C sedang untuk terjadinya sinter

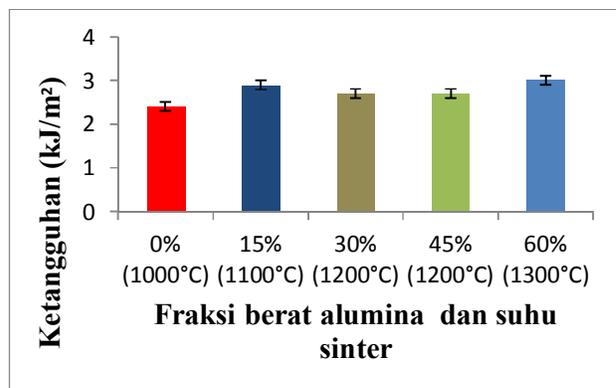
antar partikel alumina diperlukan temperatur yang lebih tinggi lagi (>1640°C) (Barsoum, 1997).



Gambar 3. Pengaruh Temperatur sinter terhadap densitas relatif komposit clay/alumina (Hamzah dan Alimuddin, 2013)

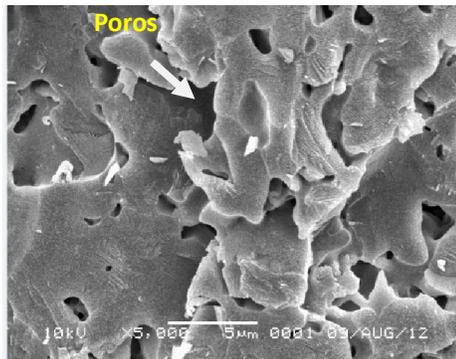
Dalam penelitian digunakan beberapa sampel dengan fraksi berat dan suhu sinter berbeda. pada suhu 1000°C fraksi berat 0%, 1100 °C fraksi berat 15%, 1200 °C fraksi berat 30% dan 45% serta 1300°C fraksi berat 60% alumina.

Pada Gambar 4. Hasil pengujian impact *test* menunjukkan secara umum bahwa ketangguhan komposit meningkat seiring dengan meningkatnya fraksi berat alumina dan suhu sinter. Peningkatan maksimum terjadi pada persentase alumina 60% yaitu sebesar 3 kJ/m² pada suhu1300°C.

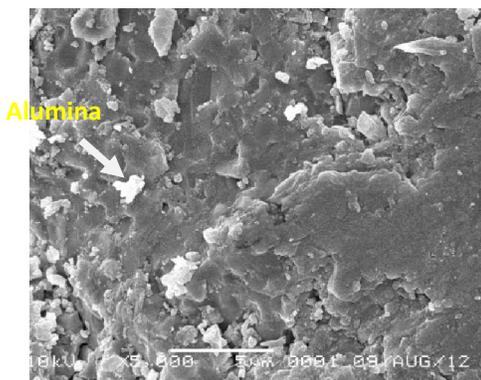


Gambar 4. Pengaruh fraksi berat alumina dan temperatur sinter terhadap ketangguhan komposit *clay*/alumina

Ini disebabkan karena partikel serbuk telah terikat dengan lebih baik akibat tingginya suhu sintering, kekuatan dan ketangguhan meningkat akibat kenaikan fraksi berat alumina (Chen dan Tuan, 2000). Harga ketangguhan dipengaruhi oleh takikan awal pada spesimen uji yang boleh jadi retakan tersebut merambat kedalam spesimen sehingga ini dapat menyebabkan berkurangnya ketangguhan akibat cacat tersebut (Barsoum,1997). Selain takikan awal ketangguhan juga akan dipengaruhi porositas yang terbentuk pada spesimen, di mana porositas (Gambar 5 dan 6) yang terbentuk akan menjadi titik lemah sehingga menimbulkan konsentrasi tegangan.



Gambar 5. Foto SEM komposit clay/alumina Fraksi berat alumina 0% suhu 1000oC pembesaran 5000x (pada saat pengambilan Gambar)



Gambar 6. Foto SEM komposit clay/alumina Fraksi berat alumina 60% suhu 1300oC pembesaran 5000x (pada saat pengambilan Gambar)

KESIMPULAN

Dari pengujian impak Pada komposisi 0%, 15%, 30%, 45% dan 60% fraksi berat alumina, Nilai kekuatan impak tertinggi diperoleh pada komposit dengan fraksi berat 60% alumina dan suhu sinter 1300°C adalah sebesar 3 kJ/m².

DAFTAR RUJUKAN

Ariwahjoedi, B., 2003, *Kimia Fisik Material Berbasis Lempung dan Retrospeksi Potensi Lempung Nasional dalam Pengembangan Industri Bahan Kimia Khusus*. Prosiding, Pada Seminar Upaya Membina Kemandirian Bangsa Melalui Sains dan Teknologi Material, I T B, Bandung.

ASTM E23-00 *Standart Test Methodes for Notched Bar Impact Testing of Metalilc Materials*

Barsoum, M.W., 1997, "*Fundamental of Ceramics*", Mc Graw-Hill Book Co New York.

Charles A.S., 2004, "*Refractories Handbook*", Marcel Dekker, New York.

Chen, C. Y., Lan, G.S., Tuan, W.H 2000, "Preparation of Mullite by The Reaction Sintering of Kaolin and Alumina", *Jurnal of The European Ceramic Society*

Hamzah M.S., dan Alimuddin S., 2013. "Kekuatan Bending Komposit *Clay* Diperkuat Dengan Alumina Untuk Aplikasi *Fire Brick*", *Jurnal Mekanikal* Vol. 4 no. 2 Juli 2013.

Johan, A., 2009. "Karakterisasi Sifat Fisik dan Mekanik Bahan Refraktori α -Al₂O₃ Pengaruh Penambahan TiO₂", Thesis Program Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin USU.

Sukandarrumidi., 2009, "*Bahan Galian Industri*", Gadjah Madah University, Yogyakarta.

Wang, H., Rui Z., Xing H., Chang-An W., dan Yong H., 2008, "*Characterization of a powder metallurgy SiC/Cu-Al composite*",

Journal of Materials Processing Technology
Vol. 197 : p43-48