

SIFAT FISIK DAN KEKUATAN *BENDING* PADA KOMPOSIT *FELDSPAR-KAOLINE CLAY*

Dony Hidayat AJ, Rahmat DW

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan komposisi *Kaoline Clay* dan suhu *sinter* terhadap densitas dan kekekuatan *bending* komposit keramik *Feldspar/Kaoline Clay*. Variasi komposisi *Kaoline Clay* dalam penelitian ini yaitu 0, 10, dan 20% (dalam persen berat) terhadap material komposit *Feldspar/Kaoline Clay*. Sedangkan variasi temperatur sintering adalah 900, 1000, dan 1100°C. Penelitian ini menggunakan bahan dasar *Feldspar/Kaoline Clay* (teknis) dengan variasi penambahan *Kaoline Clay* sebesar 0%, 10%, dan 20% berat. Pencetakan dilakukan dengan beban kompaksi sebesar 3000 kgf atau sama dengan tekanan kompaksi 166,42 MPa untuk spesimen silinder ($d = 15$ mm dan $t = 8$ mm) dan 58,84 MPa untuk spesimen balok ($B = 10$ mm, $W = 8$ mm, dan $L = 50$ mm). Dilanjutkan proses *sintering* pada suhu 900, 1000 dan 1100 °C. Pengujian meliputi uji komposisi *Feldspar* dan *Kaoline Clay*, uji densitas dengan metode *Archimedes*, dan uji kekuatan *bending* dengan *four point bending test*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa densitas komposit keramik *Feldspar/Kaoline Clay* meningkat terus sampai suhu *sinter* 1100 °C terhadap semua variasi komposisi *Kaoline Clay*. Suhu *sinter* optimum komposit keramik *Feldspar/Kaoline Clay* belum dapat diperoleh karena trend grafik pengujian densitas masih mengalami peningkatan walau sampai temperatur sinter 1100°C. Kekuatan komposit keramik *Feldspar/Kaoline Clay* yang paling tinggi yaitu pada komposisi 80% *Feldspar* dan 20% *Kaoline Clay* sebesar 10,54 MPa.

Kata kunci : *Feldspar*, *Kaoline Clay*, densitas, dan kekuatan *bending*.

PENDAHULUAN

Material komposit *feldspar-kaoline clay* merupakan salah satu material keramik yang dikenal sebagai material tahan suhu tinggi (*refractory materials*) dan material yang *melting point*-nya tinggi (Somiya dkk, 2003). Material *feldspar* mengandung senyawa-senyawa oksida seperti silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), magnesia (MgO), dan besi oksida (Fe_2O_3), sehingga dapat dikelompokkan ke dalam material keramik refraktori alumina rendah yang memiliki *melting point* $\pm 1500^\circ\text{C}$. Penambangan material *feldspar* tersebut dapat kita jumpai di desa Clering Kecamatan Keling Kabupaten Jepara. *Feldspar* yang ditambang dari daerah tersebut digunakan

sebagai bahan dasar pembuatan campuran semen, porcelain, dan *fire brick*, sedangkan untuk penggunaan dibidang teknik masih sangat kurang. (Richerson, 1992).

Selain *feldspar*, Indonesia juga mempunyai potensi tambang tanah liat (*clay*), baik *clay* berwarna merah, coklat, dan putih (*kaoline clay*) yang cukup besar. Menurut Hartono (1998) untuk endapan *kaoline clay* di Indonesia yang terkenal terdapat di daerah Bangka Belitung, dan di Jawa seperti: Karaha, Tumpakrejo, dan Jelok, sedangkan di Maluku Utara terdapat di bukit Gumena. *Kaoline clay* ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) merupakan salah satu material keramik yang berbasis *aluminosilicate* dan digolongkan pada jenis refraktori alumina rendah, *melting pointnya* $\pm 1800^\circ C$, dan banyak digunakan untuk *porcelain*, *chinaware*, *furnace lining*, bata tahan api, dan bahan *abrasive* (Norton, 1949). Namun demikian, penggunaannya dibidang teknik masih belum dioptimalkan, dan masih sedikitnya penelitian yang telah dilakukan.

Untuk memanfaatkan potensi material *feldspar* dan *clay*, khususnya *kaoline clay* lebih optimal, maka perlu dilakukan penelitian dari material komposit keramik sertsebut untuk dijadikan material *crucible furnace*. Pada material komposit sebagai material matrik adalah *feldspar* dan *clay* sebagai material penguatnya (*reinforcement*) dengan variasi komposisinya adalah: 100% *feldspar* - 0% *kaoline clay*, 90% *feldspar* - 10% *kaoline clay*, dan 80% *feldspar* - 20% *kaoline clay*, persentase di sini adalah dalam persentase berat. Dalam hal ini penambahan komposisi *clay* dimaksudkan sebagai bahan perekat dan untuk memperoleh sifat fisik (densitas), serta kekuatan *bending* yang lebih baik dari bahan utama *feldspar*. Keramik dengan bahan dasar *feldspar* dan ditambah *clay* (*kaoline clay*) ini diharapkan dapat juga diaplikasikan pada pembuatan *furnace lining*, *fire bricks* dan bahan isolator listrik.

METODE

Penelitian ini bahan yang digunakan untuk pembuatan spesimen terdiri dari: *Feldspar* yang berbentuk serbuk sebagai matrik atau bahan dasar keramik yang diperoleh dari penambangan material *feldspar* di desa Clering Kecamatan Keling Kabupaten Jepara. Serbuk *Clay* yang dipergunakan adalah *kaoline clay* ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) dengan ukuran partikel rata-rata 325 Mesh (45 μm menurut ISO 565) dari Brataco Chemika. Kalsinasi atau pemanasan awal terhadap *feldspar* dan *kaoline clay* sampai suhu $900^\circ C$ di dalam tungku pemanas (*furnace*) selama 3 jam agar semua komponen-komponen yang menguap di bawah $900^\circ C$ dapat hilang. Menghaluskan butiran *feldspar* dan *kaoline clay* dengan menggunakan *blender*. Penyaringan terhadap *feldspar* dan *kaoline clay* dengan ayakan 100 mesh, sehingga diperoleh ukuran butiran yang homogen. Menimbang material *feldspar* dan serbuk *kaoline clay* dengan perbandingan komposisi: *Feldspar* 100%, Campuran *feldspar* 90% dan *Kaoline clay* 10%, Campuran *feldspar* 80% dan *Kaoline clay* 20% dalam perosentase berat. Mencampur kedua material dengan penambahan alkohol 400 ml tiap 400 g (*feldspar* + *Kaoline clay*) pada tiap item, kemudian dimixing selama 5 jam

dengan bola kelereng. Dikeringkan di udara terbuka sampai kering kemudian dimixing kembali selama 3 jam. Serbuk campuran (*feldspar + Kaoline clay*) ditimbang berdasarkan kebutuhan tiap spesimen, dan ditambahkan tetes tebu sebanyak 20% dari berat campuran serbuk untuk memperoleh *wet powder* kemudian dimasukkan ke dalam cetakan. Pada proses ini dilakukan *compaction (pressing)* dengan *uniaxial pressing single action* pada produk untuk mendapatkan ikatan awal antar partikel walaupun masih lemah (*green body*). Pencetakan ini dilakukan dengan pencetakan basah dengan beban kompaksi 3000 kgf atau sama dengan tekanan kompaksi 166,42 MPa untuk spesimen silinder dan 58,84 MPa untuk spesimen balok. Ukuran spesimen silindris dia.15 mm, tebal 8 mm, dan spesimen balok 10 x 8 x 50 mm. Kemudian disinter dengan variasi temperatur sinter 900, 1000, dan 1100° C. Setelah itu dilakukan uji densitas. Densitas komposit ditentukan berdasarkan pada teori *Archimedes* (Barsoum, 1997).

$$\rho_{bulk} = \frac{W_{Udara}}{W_{Udara} - W_{Fluida}} \cdot \rho_{Fluida} \quad \rho_{bulk} = \frac{W_{Udara}}{W_{Udara} - W_{Fluida}} \cdot \rho_{Fluida} \quad \dots\dots\dots(1)$$

- Dimana: ρ_{bulk} = densitas *actual* (g/cm³)
 W_{udara} = berat spesimen di udara (g)
 ρ_{fluida} = berat jenis fluida (g/cm³)
 W_{fluida} = berat spesimen di dalam fluida (g)

Setelah disinter, spesimen balok dilakukan uji bending. Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui *flextural strength* atau *modulus of rapture* dengan menggunakan metode *four point bending*.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *four point bending* yang mengacu standard JIS R 1601 (Somiya, 1989), dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I} = \frac{M \cdot y}{I} \quad \dots\dots\dots(2)$$

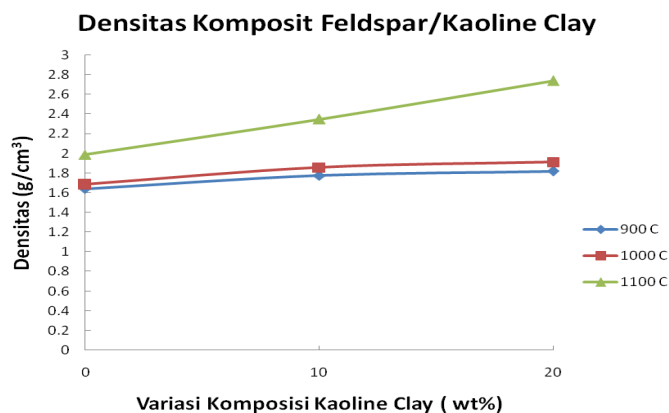
$$\sigma = \frac{3 \cdot (S_1 - S_2) \cdot F_{fail}}{2 \cdot B \cdot W^2} = \frac{3 \cdot (S_1 - S_2) \cdot F_{fail}}{2 \cdot B \cdot W^2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

- Dimana : σ = kekuatan *bending* (MPa)
 F_{fail} = gaya tekan (N)
 S_1 = jarak antara kedua tumpuan (mm)
 S_2 = jarak antara kedua gaya (mm)
 B = lebar spesimen (mm), W = tinggi spesimen (mm)
 y = $\frac{W}{2}$ (mm)
 M = momen (N.mm),
 I = momen inersia (mm⁴)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Densitas

Pengujian densitas dilakukan dengan menggunakan teori Archimedes pada spesimen silinder dengan temperatur *sinter* 900, 1000 dan 1100 °C persamaan (1) yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar. 2.



Gambar 2. Pengaruh variasi komposisi *Kaoline Clay* terhadap densitas

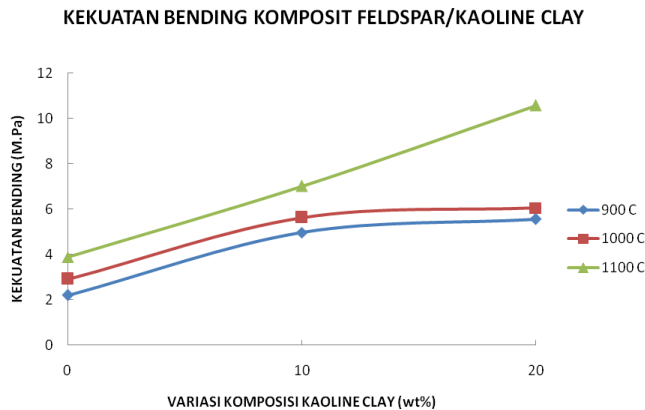
Densitas pada penambahan komposisi *clay* (*kaoline clay*) sampai dengan 20 wt% dan tiap perlakuan *sinter* baik pada 900, 1000, dan 1100° C, ternd grafiknya masih mengalami kenaikan, sehingga kita belum dapat melihat temperatur *sinter* optimum yang sesungguhnya berada pada temperature berapa. Hal ini dikarenakan keterbatasan alat (*furnace*) yang digunakan dalam peneltian ini yang maksimal sampai temperatur 1100° C. Oleh sebab itu perlu kiranya dimasa datang untuk dilakukan peneliti lanjutan dengan menggunakan *furnace* yang memiliki kemampuan lebih tinggi.

Rendahnya nilai densitas pada suhu *sinter* 900 dan 1000 °C dikarenakan silika sebagai komponen utama dalam komposit keramik *feldspar* dan *kaoline clay* belum seluruhnya mengalami fase ke *glass* dan mengikat unsur-unsur lain yang terkandung dalam badan keramik.

Meningkatnya nilai densitas pada suhu *sinter* 1100 °C dikarenakan pada suhu tersebut silika telah mengalami fase ke *glass* dan mengikat unsur-unsur lain yang terkandung dalam badan keramik serta terjadi ikatan antar partikel secara difusi (Barsoum, 1997).

Pengujian Kekuatan *Bending*

Pengujian kekuatan *bending* dilakukan dengan metode *four point bending* pada spesimen balok dengan variasi suhu *sinter* 900, 1000, dan 1100 °C. Hasil pengujian kekuatan *bending* ditampilkan pada Gambar .3.



Gambar.3 Pengaruh penambahan *Kaoline Clay* terhadap nilai kekuatan *bending*

Pada spesimen dengan komposisi 100% *feldspar*; temperatur sinter 900°C memiliki kekuatan *bending* yang paling minimum yaitu sebesar $2,2 \pm 0,165$ MPa, nilai kekuatan *bending*nya terus meningkat seiring bertambahnya variasi *kaoline clay* dan bertambahnya temperatur sinter sampai pada komposisi 20% *kaoline clay*. Nilai kekuatan *bending* maksimum yang dapat dicapai dalam penelitian ini berada pada kondisi komposisi 20% *kaoline clay* temperatur sinter 1100°C sebesar $10,541 \pm 0,1611$ MPa. Hal ini juga disebabkan meningkatnya kandungan alumina pada komposisi 20% *kaoline clay*, dimana kandungan alumina pada 100% *kaoline clay* adalah 34,33% sedangkan pada spesimen 100% *feldspar* hanya 26,20%, ini akan lebih meningkatkan kekuatan (*strength*) dari material komposit tersebut. Alumina sendiri dikenal sebagai salah satu material keramik yang memiliki kekerasan dan kekuatan yang tinggi 2100 kg/mm² dan 275 – 550 M.Pa. Kandungan alumina yang lebih besar menjadikan badan keramik semakin kuat dan pori-pori yang terbentuk semakin kecil sehingga kekuatan *bending*nya akan meningkat (Callister, 1997)

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Densitas komposit keramik *feldspar-clay (kaoline clay)* meningkat pada suhu sinter 900-1100°C di tiap variasi komposisi *kaoline clay*. Nilai densitas tertinggi dicapai pada komposisi penambahan 20% *kaoline clay* dengan suhu sinter 1100 °C. Dalam penelitian ini belum dapat diketahui temperatur sinter optimumnya yang ditandai dengan optimumnya nilai densitas, sehingga nilai densitas tertingginya yang diperoleh dalam penelitian ini belum dapat dikatakan sebagai nilai densitas yang paling optimum.
2. Penambahan *kaoline clay* akan meningkatkan nilai kekuatan *bending* komposit *feldspar-clay*

(*kaoline clay*), hal ini dikarena dengan meningkatnya kandungan alumina pada komposisi 20% *kaoline clay*, akan lebih meningkatkan kekuatan (*strength*) dari material komposit tersebut. Nilai maksimum kekuatan *bending* dicapai pada penambahan 20% *kaoline clay*. Pada komposisi ini dapat dijadikan pijakan awal untuk mendesain dan membuat karakteristik *crucible furnace* yang lebih baik bila dibanding menggunakan komposisi 0% ataupun 10% *kaoline clay* pada material komposit *feldspar-clay (kaoline clay)*.

Saran

Penelitian komposit keramik *feldspar-clay (kaoline clay)* yang berikutnya sebaiknya dilakukan dengan melakukan proses sintering di atas temperatur 1100 °C dan variasi komposisi *kaoline clay* di atas 20% berat, agar didapat nilai densitas yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Barsoum, M., 1997, *Fundamentals of Ceramic*, Mc Graw-Hill Companies, New York.
- Callister, W.D., 1997, *Material Science and Engineering an Introduction*, Fourth Edition, Jhon Wiley & Sons, New York.
- Hartono, Y.M.V., 1998, Bahan Mentah Tahan Api di Indonesia, Informasi Teknologi Keramik dan Gelas, No. 38 Tahun X, pp.27-40.
- Richerson, D.W., 1992, *Modern Ceramic Engineering*, Marcel Dekkerine, Inc, New York.
- Somiya, S., 1989, “*Advanced Technical Ceramics*”, Acedemic Press Inc, Tokyo.
- Somiya.S., Aldinger.F., Claussen.N., Spriggs.R.M., Uchino.K., Koumoto, Kaneno.M., 2003, *Handbook of Advanced Ceramics*, Vol. 1 & 2, Academic Press, USA.