

PENGARUH PERSENTASE ZEOLIT ALAM TERHADAP TEGANGAN GESER PADA UJI PULLOUT SERAT KONTINYU BAJA TAHAN KARAT

Sri M. B. Respati*

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim
Jl. Menoreh Tengah X/22 Sampangan Semarang

*Email: bondan@unwahas.ac.id

Abstrak

Keramik alumina merupakan bahan yang dapat digunakan sebagai biokompatibel. Sifat keramik alumina yang rapuh harus dapat diperkuat dengan menggunakan bahan yang lebih ulet. Bahan yang lebih ulet dapat dipakai logam. Logam yang dipilih adalah baja tahan karat 316 agar tetap biokompatibel. Penggabungan dua bahan ini sangat kontras sifatnya sehingga perlu adanya penelitian hubungan antar interfce keduanya. Tetapi suhu leleh baja tahan karat masih dibawah suhu sintering alumina maka perlu adanya tambahan bahan lain agar dapat menurunkan suhu sintering alumina dibawah suhu leleh baja tahan karat. Bahan tambahan lain yaitu zeolit alam. Studi tentang ikatan antara serat baja tahan karat dengan matrik keramik alumina-zeolit alam untuk menghasilkan keramik metal komposit. Pengujian pullout pada temperatur kamar dilakukan untuk mengetahui tegangan ikatan permukaan antara serat dengan matriknya. Spesimen pullout menggunakan bahan matrik alumina-zeolit alam dengan variabel persen berat zeolit alam. Sintering pada temperatur tinggi menggunakan burner furnace dilakukan untuk menyatukan antara serat dengan matriknya. Tegangan dan gaya pullout didapat dari uji pullout untuk mengetahui gaya ikatan permukaan. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa tegangan tertinggi pada campuran 30% berat zeolit.

Kata Kunci: alumina, natural zeolite, ss316, ceramic matrix composite, sintering.

1. Pendahuluan

Baja tahan karat 316 baik untuk biomaterial tetapi mempunyai koefisien muai yang tinggi (Callister, 2001). Hal ini menyebabkan tidak sinkron dengan tulang. Untuk itu perlu adanya jaket yang dapat melindungi baja tahan karat 316 dari perubahan suhu. Bahan sedikit terpengaruh oleh suhu karena koefisien muainya kecil adalah keramik. Menurut Hench (1991) keramik sudah digunakan dalam dunia kedokteran sebagai tepat obat karena tidak bereaksi jika dicampurkan dengan bahan lain. Suh (1998) mengatakan bahan keramik yang tepat untuk biomaterial adalah alumina. Dari dua bahan tersebut dicoba untuk dijadikan satu dalam bahan komposit.

Saat ini dikembangkan keramik metal komposit. Hal ini merupakan suatu tantangan tersendiri bagi penelitian tentang keramik metal komposit. Dua bahan tersebut adalah dua bahan yang sifatnya saling bertolak belakang. Auerkari (1996) menyatakan bahwa alumina bahan keramik yang sangat keras tetapi rapuh. Dia juga dapat disintering pada suhu 1500-1900 °C dan suhu lelehnya adalah 2050 °C. Sedangkan baja tahan karat menurut Osterman and Antes (2010) titik leleh dari baja tahan karat 316 adalah 1370-1400° C. Dari pernyataan dua tulisan tersebut dapat dibuat pengertian bahwa alumina sulit dibuat sebagai matrik dari serat baja tahan karat. Hal ini karena baja tahan karat akan meleleh duluan jika di sintering pada suhu sintering alumina. Untuk menghindari hal tersebut maka perlu adanya tambahan bahan yang dapat menurunkan suhu sintering alumina. Dalam hal ini peneliti mencoba menambahkan zeolit alam sebagai penambah bahan pada keramik alumina. Zeolit alam yang digunakan menggunakan zeolit alam yang ada di Indonesia sehingga menambah kegunaan dari bahan alam. Zeolit alam baru-baru ini dikembangkan dalam biomaterial keramik untuk melapisi logam agar lebih biokompatibel (Bedi, 2012). Zeolit alam mempunyai suhu leleh 1320-1470° C (de' Gennaro, dkk 2003) sehingga diharapkan mampu menurunkan suhu sintering dari bahan alumina. Dari peneletian sebelumnya Respati, dkk (2014) membuat keramik alumina zeolit yang disintering pada suhu 1250 °C yang menghasilkan keramik berpori.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara keramik alumina zeolit dengan serat baja tahan karat 316. Dugaan hubungan yang terjadi adalah hubungan mekanis karena terdapat penyusutan pada keramik alumina zeolit saat sintering sehingga dapat menekan serat baja tahan karat yang ditanam dalam keramik alumina zeolit.

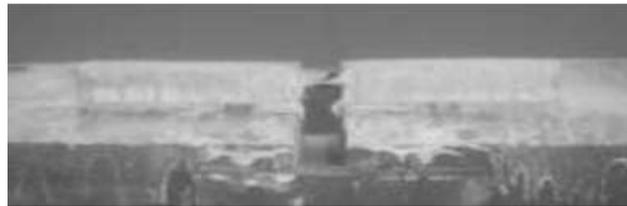
2. Bahan dan Metode

Berawal dari serat baja tahan karat dengan ukuran diameter penampang 0,8 mm yang dipotong-potong sesuai kedalaman tanam (50 mm). Pada penelitian sebelumnya Cailleux (2002) yang mencoba uji *pullout* pada keramik metal menggunakan bahan alumina dan baja tahan karat 310 dengan kedalaman 6-12 mm menghasilkan gaya yang kecil dibawah 50 N. Pada penelitian ini agar didapat gaya yang elbih besar maka baja tahan karat 316 dibenamkan lebih dalam dan selain itu untuk mengetahui bahan keramik alumina zeolit jadi retak atau tidak jika terdapat serat baja tahan karat didalamnya. Bahan keramik yang digunakan adalah campuran alumina zeolit alam dengan 10, 20, 30, dan 40 % berat zeolit. Bentuk spesimen uji *pullout* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spesimen uji pullout

Pencampuran bahan keramik menggunakan pengaduk silinder mendatar yang diputar selama 8 jam. Pembuatan *green part* dengan menggunakan cetakan seperti tercantum pada Gambar 2.



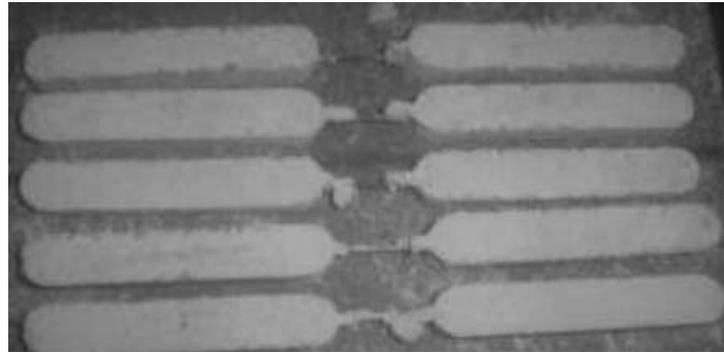
Gambar 2. Spesimen Green Part yang dikeluarkan dari cetakan

Sintering spesimen *pullout* menggunakan *burner furnace* berbahan bakar gas LPG dan oksigen pada suhu 1250 °C dengan waktu penahanan 3 jam. Pendinginan spesimen dibiarkan dalam dapur pemanas tertutup sampai suhu kamar kurang lebih 12 jam. Spesimen dimasukkan ke dalam tempat batu api tipis agar tidak terkena angin dari penyemprotan bahan bakar, seperti terlihat pada Gambar 3. Batu api dibuat tipis agar panas dari api dapat masuk ke dalam ruangan pembakaran. Tempat batu tahan api ini juga diharapkan panasnya merata ke seluruh ruangan pembakaran karena tempat lebih kecil.



Gambar 3. Pembakaran Spesimen

Hasil pembakaran berupa spesimen uji *pullout*, dapat dilihat pada Gambar 4. Spesimen ini pada bagian tengah masih terlihat kotoran keramik yang menempel pada serat baja tahan karat. Sebelum dilakukan uji *pullout* dibersihkan lebih dahulu agar dapat masuk ke dalam jig.



Gambar 4. Spesimen uji pullout yang sudah dibakar

Penarikan *pullout* menggunakan jig yang dibuat khusus untuk menahan keramik sehingga keramik dapat bergerak bebas. bagian keramik yang tertahan adalah yang sebidang dengan serat baja tahan karat 316 dan tidak terjepit pada penjepit alat uji tarik. Bentuk jig dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Jig uji pullout

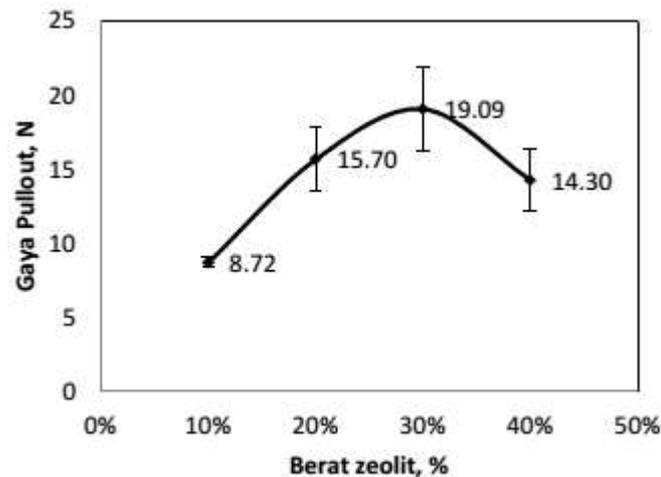
Jig ini didesain sesuai dengan bentuk spesimen dan alat uji *pullout*-nya. Cara pemasangan saat uji pullout dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Uji Pullout

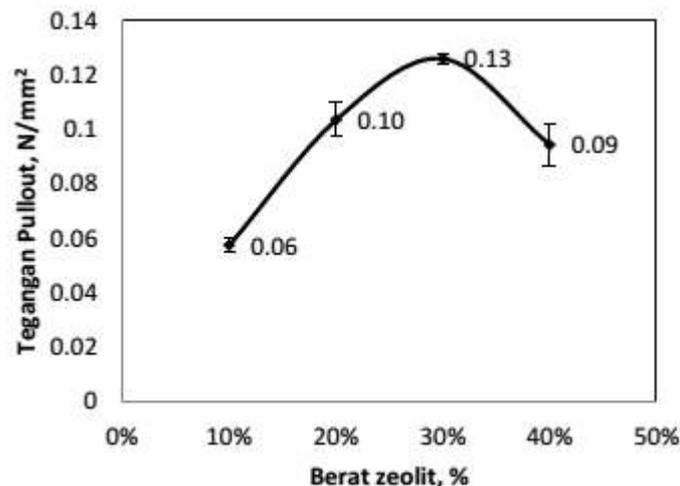
3. Hasil

Dari hasil uji *pullout* didapatkan data dalam bentuk grafik, seperti pada Gambar 7. Dari grafik dapat dianalisa bahwa gaya yang dihasilkan sangat kecil. Hal ini diperkirakan hubungan permukaan antara serat baja tahan karat dengan matrik keramik alumina zeolit hanya menempel.



Gambar 7. Grafik gaya uji pulout terhadap persen berat zeolit

Jika dilihat lebih lanjut maka dari grafik pada Gambar 7 dan 8 dapat dijelaskan semakin banyak campuran zeolit semakin tinggi gaya *pullout* tetapi setelah 30 % berat zeolit pada campuran matrik keramik gaya semakin menurun. Gaya ini bila dibagi dengan luasan kedalam tanam serat maka didapatkan tegangan *pullout* atau geser serat saat akan tertarik.



Gambar 8. Grafik tegangan pullout

Tegangan *pullout* ini terjadi diduga adanya ikatan mekanis antara serat baja tahan karat dengan matrik keramik alumina zeolit. Ikatan mekanis ini terjadi karena adanya penyusutan keramik alumina zeolit saat sintering. Seperti penelitian Respati (2014) sebelumnya yang menyatakan bahwa penyusutan tertinggi pada berat 30 % zeolit maka pada uji *pullout* kali ini juga mengatakan tegangan tertinggi pada berat 30 % zeolit. maka dapat dibuat sebuah penegasan bahwa penyusutan mempengaruhi gaya ikatan mekanis pada permukaan serat baja tahan karat dan matrik keramik alumina zeolit. Penyusutan keramik alumina zeolit yang kecil membuat ikatan mekanisnya juga kecil. Pada spesimen uji *pullout* ini juga banyak yang hancur saat ditarik memperlihatkan bahwa keramik alumina zeolit belum terjadi pengerasan.

4. Kesimpulan

Pada penelitian uji *pullout* ini dapat disimpulkan bahwa ikatan antara serat baja tahan karat dengan matrik keramik alumina zeolit yang terjadi hanya ikatan mekanis saja. Ini terlihat dari gaya *pullout* yang sangat kecil. Ikatan mekanis ini terjadi karena adanya penyusutan dari keramik alumina zeolit. Pengaruh prosentase berat zeolit alam itu sendiri dapat memperkuat ikatan mekanis terhadap baja tahan karat meskipun pada saatnya akan tidak berpengaruh bahkan menurunkan gaya ikatan.

Daftar Pustaka

- Auerkari, P., 1996, *Mecahanical and physical properties of engineering alumina ceramics*, VTT Technical Reserch Centre of Finland.
- Bedi, R. S., 2012, Anticorrosion and biocompatible zeolite based coating for tissue regeneration on metallic bioimplants, *Biomedical Engeenering*
- Cailleux, E., Cutard, T., Bernhart., 2002, Pullout of metallic fibers from a ceramic refractory matrix, *Composite Part A*. 33, 1461-1466
- Callister, W. D., 2001, *Fundamentals of Materials Science and Engineering 5 edition*, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- de' Gennaro, R., Cappelletti, P., Cerri, G., de' Gennaro, M., Dondi, M., Guarini, G., Langellac, A., Naimoa, D., 2003, Influence of zeolites on the sintering and technological properties of porcelain stoneware tiles, *J. European Ceramic Society* 23, pp 2237-2245
- Hench, L., 1991, Bioceramics: From Concept to Clinic, *Journal of the American Ceramic Society*, Vol. 74, No. 7, pp. 1487-1510
- Osterman, V., and Antes Jr., H., 2010, *Critical Melting Points and Reference Data for Vacuum Heat Treating*, Solar Atmospheres INC, Fontana
- Respati, S. M. B., Soenoko, R., Irawan, Y. S., Suprpto, W., 2014, Pengaruh Persentase Zeolit Alam Terhadap *Shrinkage* Matrik Alumina Zeolit Alam Keramik Komposit, SNST 5, D.16 pp 90-94
- Suh, H., 1998, Recent Advance in Biomaterials, *Yonsei Medical Journal*, Vol 39, no 2, pp 87-96.