Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)
Jilid 15, Nomor 3. Desember 2019
Hal: 86 - 89

ISSN Cetak: 1858-330X dan
ISSN Online: 2548-6373
Website:*http://ojs.unm.ac.id*

SINTESIS GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR LEMPUNG LATERITE DENGAN PENAMBAHAN ZnO SEBAGAI KOMPOSIT FUNGSIONAL

[1)]Muhammad Zulkifli, [2)]Subaer, [3)]Nurhayati
Universitas Negeri Makassar
Kampus UNM Parangtambung Jln. Daeng Tata Raya, Makassar, 90224
[1)]e-mail : zoelkifli6@gmail.com

Abstract. *The main purpose of this research is to study the microstructure and thermal properties of geopolymers by adding ZnO as a functional composite. Functional composite materials synthesized by alkali activation, using metalempung as the base material and ZnO as aggregate. ZnO was synthesized from $ZnSO_4$ using the precipitation method. The addition of ZnO mass in geopolymer paste was varied from 0.10g; 0.20g; and 0.30g. X-Ray Difraction (XRD) was used to determine the phase formed in functional composite material. The thermal characteristic of the samples was examined by means of Differential Scanning Calorimetry (DSC). The results showed that the composition of ZnO did have a significant effect on changes in microstructure sample. Functional composite materials also had entalphy change and exsoterm peak smaller than sample geopolymer.*

Keywords: *Geopolymers, Functional Composite, Microstructure, Thermal Characteristic*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur mikro dan sifat termal geopolimer dengan penambahan ZnO sebagai komposit fungsional. Material komposit fungsional disentesis menggunakan aktivasi alkali, dengan menggunakan metalempung sebagai bahan dasar dan ZnO sebagai agregat. ZnO disintesis dari $ZnSO_4$ dengan menggunakan metode presipitasi. Massa ZnO divariasikan didalam pasta geopolimer yaitu mulai dari 0,10g ; 0,20g ; dan 0,30g. Pengujian *X-Ray Difraction* (XRD) dilakukan untuk mengetahui fasa yang terbentuk pada material komposit fungsional. Dan untuk mengetahui sifat termal dari sampel dilakukan pengujian *Differential Scanning Calorimetry* (DSC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa ZnO memberikan pengaruh signifikan terhadap perubahan struktur mikro sampel. Material komposit fungsional juga memiliki nilai entalpi dan puncak eksoterm yang lebih rendah dibanding sampel geopolimer.

Kata kunci : *Geopolimer, Komposit Fungsional, Struktur Mikro, Sifat Termal*

PENDAHULUAN

Material, energi, dan sains modern merupakan tiga pilar dari teknologi modern. Pengembangan material baru dan penelitian yang berkaitan dengan rekayasa material adalah dasar dari bidang *high-tech* di abad 21 ini. Salah satu material yang banyak diproduksi dan diaplikasikan dalam kehidupan adalah material fungsional yang merupakan jenis baru dari komposit material. Material ini digunakan pada pesawat ulang-alik generasi baru karena perannya dalam '*high performance'* dan '*multi-functional'* (Udupa, et al., 2014).

Material fungsional umumnya dibuat untuk dioperasikan pada lingkungan dengan temperatur tinggi. Material fungsional dikembangkan untuk mengurangi dampak seperti tegangan termal dan sebagai penahan temperatur yang sangat tinggi (Sharma, et al., 2015). Untuk mendapatkan hasil pengujian termal yang baik, maka diperlukan bahan material yang mempunyai sifat konduktor termal yang bagus. Salah satu senyawa yang merupakan konduktor termal yang baik adalah seng oksida (ZnO). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Turko (2016), menemukan bahwa koefisien konduktifitas termal pada komposit material yang menggunakan bubuk ZnO bergantung pada ukuran butir bubuk ZnO. Semakin kecil ukuran butir ZnO yang digunakan, maka konduktifitas termal yang dihasilkan akan semakin besar. Dalam hal sifat termal, seng oksida merupakan konduktor termal yang baik dengan kapasitas termal yang tinggi (Lim, et al., 2013).

Penelitian ini memanfaatkan lempung *laterite* Gowa sebagai bahan dasar pasta geopolimer. Lempung *laterite* ini nantinya akan didehidroksilasi pada suhu 750°C menghasilkan metalempung. Hasil penilitian oleh Subaer (Subaer, et al., 2017) menunjukkan bahwa lempung *laterite* Gowa mengandung zat besi dan aluminium yang banyak. Hal ini membuat lempung *laterite* sangat cocok digunakan sebagai

bahan dasar dalam pembuatan refraktori. Penambahan ZnO pada geopolimer dimaksudkan agar untuk memperkuat sifat termal pada geopolimer.

METODE

Metalempung yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui proses dehidroksilasi lempung *laterite* pada suhu 750°C selama 6 jam. Senyawa ZnO yang digunakan diperoleh dari hasil sintesis $ZnSO_4$ dan NaOH. Bubuk $ZnSO_4$ terlebih dulu dilarutkan dengan menggunakan aquades kemudian distirring selama 3 jam. Larutan NaOH dimasukkan ke dalam larutan $ZnSO_4$ selama proses stirring. Larutan yang telah distirring kemudian dicuci menggunakan aquades dan alkohol kemudian dikeringkan kedalam oven dengan suhu 110°C selama 4 jam.

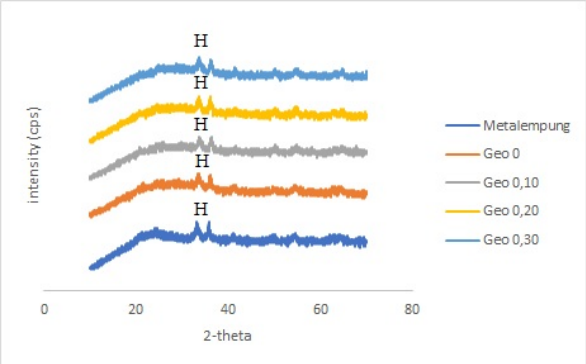
Pasta geopolimer diperoleh melalui aktivasi metalempung dengan larutan alkali yang diaduk secara manual hingga diperoleh gel yang homogen. Pasta geopolimer kemudian dibagi menjadi 3 bagian yang sama. Senyawa ZnO ditambahkan kedalam salah satu pasta geopolimer kemudian ditempatkan dibagian tengah sampel. Pasta kemudian dicetak pada pot obat lalu di curing pada suhu 60°C selama 2 jam.

Mikrostruktur sampel dilihat dengan menggunakan alat XRD (*X-Ray Diffraction*). Sedangkan untuk sifat termal sampel diukur dengan menggunakan DSC (*Differential Scanning Calorymetri*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil XRD Sampel

Analisis kualitatif dan kuantitatif awal terhadap sampel dengan pengujian XRD (*X-Ray Diffraction*) memberikan informasi mengenai kandungan fasa yang terdapat pada sampel. Proses pengukuran dilakukan dari sudut difraksi (2θ) pada rentang 10^0 hingga 70^0. Gambar 1 memperlihatkan difraktogram komposit geopolimer sampel tanpa dan dengan penambahan ZnO. Tampak bahwa penambahan ZnO terhadap pasta geopolimer mempengaruhi struktur jaringan amorf geopolimer. Puncak *Hematite* mendominasi fase kristal di dalam struktur jaringan geopolimer.



Gambar 1 Difraktogram sampel geopolimer

Tabel 1 Kandungan Fasa dalam Sampel

Kode Sampel	Massa ZnO (g)	Kandungan Fasa		
		Fasa	Rumus senyawa	wt%
Geo 0	0	Zeolite	$Na_3(Al_{18}Si_{82}O_{128})$. 14 H_2O	70%
		Hematite	Fe_2O_3	21%
Geo 0,10	0,10	Analcime	$Na(AlSi_2O_6)$. H_2O	90%
		Hematite	Fe_2O_3	7,40%
		Zinc Oxide	ZnO	2,40%
Geo 0,20	0,20	Aluminium Silicon Oxide	Al_4SiO_9	88%
		Hematite	Fe_2O_3	7%
		Zinc Oxide	ZnO	5%
Geo 0,30	0,30	Sillimanite	$Al_2(SiO_4)O$	78%
		Hematite	Fe_2O_3	15%
		Zinc Oxide	ZnO	7,30%

Tabel 1 memperlihatkan kandungan fasa yang terkandung pada masing-masing sampel geopolimer. Diketahui bahwa sampel geopolimer tanpa penambahan ZnO mengandung fasa *Zeolite*

ISSN Cetak: 1858-330X dan
ISSN Online: 2548-6373
Website:*http://ojs.unm.ac.id*

yang lebih banyak yakni 70 wt%. Sampel geopolimer dengan penambahan ZnO 0,10 g mengandung fasa *Analcime* yang lebih banyak yakni 90 wt%. Untuk sampel geopolimer dengan penambahan 0,20 g mengandung fasa *Aluminium Silicon Oxide* yang lebih banyak yakni 88 wt%. Sedangkan untuk sampel geopolimer dengan penambahan ZnO 0,30 g mengandung lebih banyak fasa *Sillimanite* yakni 78 wt%.

B. Hasil DSC Sampel

Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran DSC (*Differential Scanning Calorimetry*) untuk sampel geopolimer dan sampel komposit fungsional. Pengukuran dilakukan pada kisaran suhu antara 30^{o}C hingga 400^{o}C dengan laju pemanasan 20^{o}C/menit. Pengujian sampel geopolimer dengan penambahan agregat ZnO menghasilkan puncak eksotermik yang lebih tinggi serta entalpi yang lebih rendah daripada sampel geopolimer murni.

Tabel 2 Nilai Entalpi pada Termograf DSC

Kode Sampel	Massa ZnO (g)	Puncak (^{o}C)	Delta H (J/g)
Geo 0	0	120,94	-475.9133
Geo 0,10	0,10	116.27	-312,9507
Geo 0,20	0,20	116,31	-309,0297
Geo 0,30	0,30	117,57	-267,2803

Tabel 2 menunjukkan nilai entalpi yang dimiliki oleh sampel semakin rendah seiring dengan banyaknya massa ZnO yang dicampurkan kedalam pasta geopolimer. Perubahan entalpi yang paling signifikan terlihat pada sampel Geo 0,30 dimana nilai perubahan entalpi yang diperoleh sebesar -267,2803 J/g. Perubahan entalpi bernilai minus ini menandakan bahwa sampel mengalami proses eksoterm. Hal ini berarti bahwa penambahan ZnO pada geopolimer akan menghasilkan perubahan entalpi yang semakin kecil terhadap sampel.

Pada tabel 2 juga menunjukkan nilai puncak eksotermik yang dimiliki oleh setiap sampel Geopolimer pada pengujian DSC. Nilai puncak eksotermik adalah besar panas yang dibutuhkan oleh sampel untuk mengalami perubahan fasa kristalisasi. Terlihat bahwa sampel Geo 0 memiliki puncak tertinggi sebesar 120,94°C. Sedangkan sampel dengan penambahan ZnO memiliki puncak yang semakin membesar seiring dengan semakin banyaknya massa ZnO yang dicampurkan kedalam geopolimer. Hal ini berarti sampel Geo 0 membutuhkan panas yang lebih besar untuk memasuki fasa kristalisasi. Sedangkan untuk sampel dengan penambahan ZnO membutuhkan panas yang semakin besar seiring dengan semakin banyaknya massa ZnO yang dicampurkan kedalam geopolimer. Hal ini dikarenakan untuk merubah senyawa ZnO dari fase amorf ke fase kristal membutuhkan panas yang semakin besar seiring dengan banyaknya massa ZnO yang dipanasi.

Penambahan senyawa ZnO tidak memberikan perubahan yang signifikan terhadap temperatur puncak eksotermik. Besar nilai kenaikan temperatur yang diperoleh berkisar antara 0,04°C sampai 0,26°C. Sedangkan untuk perubahan nilai entalpi terdapat perubahan yang signifikan seiring dengan bertambahnya senyawa ZnO. Nilai perubahan entalpi yang diperoleh akibat penambahan senyawa ZnO semakin berkurang. Nilai entalpi sampel geopolimer tanpa penambahan ZnO diperoleh sebesar -475,9133 J/g. Nilai perubahan entalpi ini semakin menurun pada sampel geopolimer dengan penambahan 0,30g ZnO yakni sebesar -267,2803 J/g. Berdasarkan data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa semakin banyak massa ZnO yang ditambahkan pada sampel maka jumlah kalor yang dilepaskan oleh sampel untuk mengalami kristalisasi adalah semakin kecil. Hal ini berarti bahwa sampel dengan penambahan ZnO lebih mudah untuk mengalami peleburan.

SIMPULAN

Hasil pengujian XRD menunjukan bahwa penambahan massa ZnO terhadap pasta geopolimer memberikan perubahan mikro struktur yang signifikan pada geopolimer. Kandungan mineral Zeolite pada sampel Geo 0 mengalami perubahan setelah penambahan ZnO. Hasil analisis DSC menunjukkan bahwa banyaknya massa ZnO yang ditambahkan ke dalam pasta geopolimer akan mempengaruhi nilai entalpi dan puncak eksotermik yang dimiliki oleh

sampel geopolimer. Semakin banyak massa ZnO yang ditambahkan maka perubahan entalpi yang diperoleh akan semakin kecil sedangkan puncak eksotermik yang didapat akan semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

Lim, J. H. et al., 2013. Effect of Al Doping Concentration to the Physical and Thermoelectric Properties of Zinc Oxide. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences,* Volume 7, pp. 21-25.

Sharma, R., Jadon, V. K. & Singh, B., 2015. Analysis of Temperature Field in A Composite Functionally Graded Material Plate By Finite Element Method. *International Journal of Advances in Materials Science and Engineering,* 4(4), pp. 41-47.

Subaer, et al., 2017. The Potential of Laterite Soils Deposit South Sulawesi as a Precursor for Na-Poly (Ferro-Sialate) Geopolimers. *MATEC Web pf Conferences.*

Turko, B., Kapustianyk, V., Rudyk, V. & Rudyk, Y., 2016. Thermal Conductivity of Zinc Oxide Micro- and Nanocomposites. *Journal of Nano- and Electronic Physics,* 8(2).

Udupa, G., Rao, S. S. & Gangadharan, K. V., 2014. Functionally graded Composite materials: An overview. *Procedia Materials Science,* Volume 5, pp. 1291-1299.