

# STUDI TENTANG PENGARUH NANOPARTIKEL ZnO TERHADAP SOLIDIFIKASI DAN WAKTU SETTING GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR METAKAOLIN

Subaer, Nurhayati, A.Irhamsyah, Nurfadilla, Syamsidar  
 Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Makassar  
 e-mail:jzubayir@yahoo.com

## Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mempelajari pengaruh nanopartikel ZnO terhadap solidifikasi dan waktu setting geopolimer berbahan dasar metakaolin. Nanopartikel ZnO disintesis melalui metode presipitasi hidrotermal kristal ZnSO<sub>4</sub>. Ukuran rata-rata partikel ZnO berdasarkan pengukuran dengan *X-Ray Diffraction* (XRD) sebesar 28 nm. Geopolimer disintesis dengan metode aktivasi alkali metakaolin dan curing pada suhu 70°C dan dengan penambahan nanopartikel ZnO hingga 3% relatif terhadap massa metakaolin. Waktu setting terbaik yang diperoleh adalah pada penambahan ZnO sebesar 1% yakni sebesar 38 menit. Karakterisasi dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) memperlihatkan matriks geopolimer yang semakin homogen dengan bertambahnya massa ZnO.

**Kata Kunci:** Nanopartikel ZnO, Solidifikasi, Kaolin

## Abstract

A research has been conducted to investigate the influence of ZnO nanoparticle on the solidification and setting time of geopolimer based on metakaolin. ZnO nanoparticle was synthesized by using hydrothermal precipitation of ZnSO<sub>4</sub>. The average size of ZnO based on *X-Ray Diffraction* (XRD) is 28 nm. Geopolymers were synthesized by using alkali activation of metakaolin cured at 70°C with an addition of ZnO up to 3% relative to metakaolin mass. The best time setting was found to be 38 minute by the addition of 1% ZnO. Scanning Electron Microscopy (SEM) characterization reveals that the matrix of geopolymers become more homogenous by the increase of ZnO mass.

**Keywords:** Nanopartikel ZnO, Solidification, Kaolin

## PENDAHULUAN

Geopolimer merupakan material maju yang dapat digunakan sebagai bahan struktural seperti beton, keramik, komposit dan bahan penyekat limbah cair yang berbahaya. Pemanfaatan geopolimer berkembang pesat dikarenakan memiliki sifat yang keras, tahan terhadap cuaca, serangan zat asam dan suhu tinggi. Bahan dasar geopolimer mudah didapatkan dalam jumlah yang melimpah di permukaan bumi. Geopolimer adalah polimer anorganik yang disintesis secara geokimia dengan menggunakan bahan dasar mineral aluminasilikat (Subaer, 2012).

Produk geopolimer yang disintesis dari bahan dasar kaolin atau abu terbang (*fly ash*) memiliki perbandingan kuat tekan dan kuat lentur yang kurang baik. Selain itu, waktu setting pasta geopolimer pada umumnya terlalu singkat untuk industry skala besar. Oleh karena itu, diperlukan material sisipan yang dapat mengatasi kedua masalah tersebut. Salah satu bahan sisipan yang bisa ditambahkan pada pasta geopolimer yaitu nanokristal atau nano partikel ZnO.

ZnO sesungguhnya merupakan bahan semikonduktor golongan II-VI yang memiliki *band gap* yang lebar. Karena memiliki sifat yang unik maka

ZnO digunakan dalam beberapa aplikasi seperti elektronik transparan, *ultraviolet light emitters*, divais *piezoelectric* dan sensor kimia (Rao, Ravindranadh dan Rose, 2013).

ZnO juga banyak dipakai sebagai katalis atau pendukung katalis, atau sebagai jendela bahan semikonduktor. Karakteristik kristal ZnO tergantung pada ukuran dan metode preparasinya (Cicik, 2012). Karena sifat ZnO yang mudah bereaksi menjadikan bahan tersebut baik digunakan sebagai tambahan pada pasta geopolimer, untuk menghasilkan material struktural yang memiliki kualitas yang cukup baik.

Seng oksida (ZnO) merupakan salah satu persenyawaan dari logam Zn yang tergolong senyawa oksida. Secara umum, ZnO dapat dibuat dengan mereaksikan logam Zn dan oksigen pada suhu tinggi. ZnO memiliki bermacam-macam bentuk kristal. Bentuk kristal ZnO yang telah berhasil ditemukan antara lain *nanorods*, *nanowires*, *nanonails*, *nanobelts*, *nanocomb*, *nanohelices*, *nanorings*, *fiber*, *sheet*, *spherical* (Y.K Tseng dkk., 2012) dan *flower* (Kamalianfar dkk., 2013).

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan yakni bersifat laboratories karena sampel yang diproduksi terbatas pada skala laboratorium, namun akan dikembangkan dalam jumlah industri. Bahan dasar ZnO diperoleh dari  $ZnSO_4$  yang ditambahkan dengan larutan NaOH. Adapun sintesis komposit berbahan dasar metakaolin menggunakan metode aktivasi alkali. Sampel yang sudah jadi diberikan perlakuan yakni uji tekan dan

karakteristik struktur mikro dengan teknik SEM untuk mengetahui morfologi sampel dan XRD untuk mengetahui level kekristalan sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh pada penelitian berupa komposit geopolimer nano ZnO berbahan dasar metakaolin. Gambar 1 memperlihatkan contoh sampel penelitian yang dipersiapkan untuk uji mekanik berupa kuat lentur. Sampel dengan 0% ZnO memiliki waktu setting 30 menit, 1% ZnO dengan waktu setting 38 menit, dan sampel dengan 2% ZnO dengan waktu setting 33 menit.



Gambar 1. Prototip sampel geopolimer nano ZnO yang diproduksi untuk uji lentur

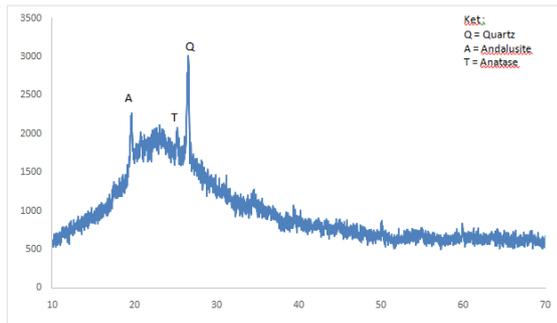
Selanjutnya data hasil penelitian disusun sebagai berikut.

### 1. Karakterisasi Bahan Dasar

#### a. Metakaolin

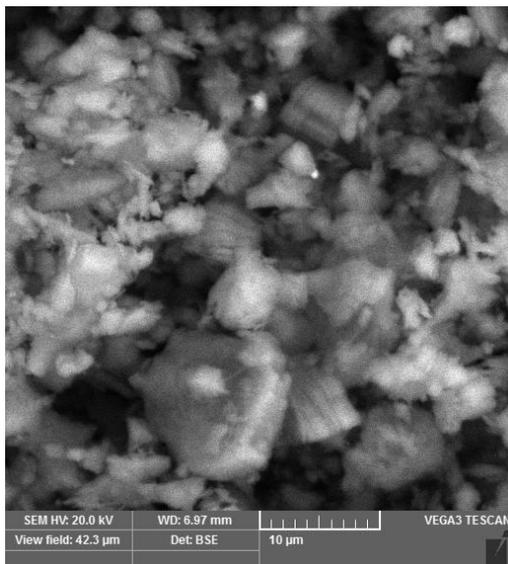
Bahan dasar utama berupa mineral metakaolin diperoleh dari kaolin yang didehidroksilasi pada suhu  $750^{\circ}C$  selama 4 jam. Difraktogram dari uji XRD dari metakaolin yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 2. Tampak bahwa

metakaolin bersifat amorf disertai kristal bawaan berupa quartz, andalusite, dan anatase. Oleh karena bersifat amorf, metakaolin tersebut menyebabkannya menjadi sangat reaktif terhadap larutan alkali.



Gambar 2. Difraktogram Metakaolin

Gambar 3 menunjukkan citra SEM yang menunjukkan struktur penyusun metakaolin berbentuk pipih karena masih mempertahankan bentuk kristal kaolin namun sudah ada beberapa yang mengalami detenuasi akibat pemanasan. Kandungan unsur dan oksida pada metakaolin diketahui berdasarkan hasil analisis SEM-EDS dan diperlihatkan pada Tabel 1.



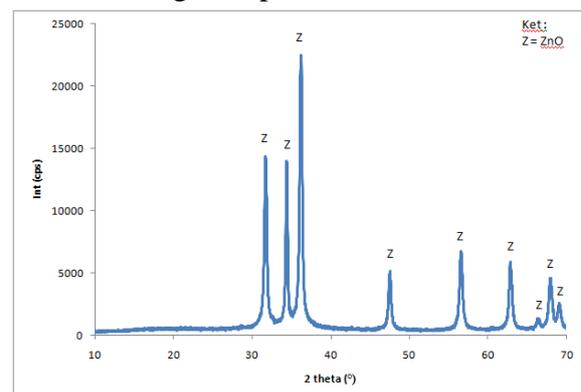
Gambar 3. Citra SEM Metakaolin

Tabel 1. Komposisi kimia (molar unsur dan oksida) mineral metakaolin

No	Unsur	wt % unsur	Oksida	wt % Oksida
1	Oksigen	62.87	-	0.00
2	Silikon	15.77	SiO <sub>2</sub>	46.46
3	Aluminium	20.35	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	50.88
4	Sodium	0.12	Na <sub>2</sub> O	0.18
5	Magnesium	0.15	MgO	0.29
6	Potassium	0.39	K <sub>2</sub> O	0.89
7	Titanium	0.04	TiO <sub>2</sub>	0.16
8	Besi	0.32	FeO	1.14

#### b. ZnO

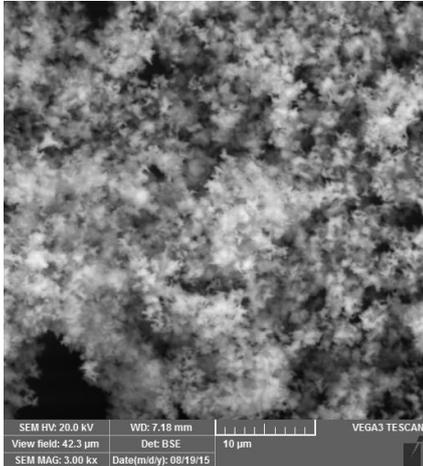
Gambar 4 memperlihatkan struktur kristal bahan dasar ZnO yang digunakan. Terlihat bahwa ZnO yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tingkat kemurnian yang sangat tinggi dan level kekristalan yang sangat baik. Dengan menggunakan persamaan Scherrer diperoleh ukuran rata-rata kristal ZnO sekitar 28 nm. Hal ini menunjukkan bahwa bahan yang digunakan sudah ada dalam rentang nanopartikel.



Gambar 4. Difraktogram ZnO

Citra SEM butiran kristal ZnO yang diproduksi dari ZnSO<sub>4</sub> tampak ukuran butir yang homogen berbentuk bunga sferis dengan ukuran rata-rata 28 nm berdasarkan hasil pengukuran XRD. Dengan menggunakan fasilitas SEM-

EDS diperoleh data yang menunjukkan tingkat kemurnian dari bahan dasar ZnO cukup tinggi, seperti ditunjukkan pada tabel 2.

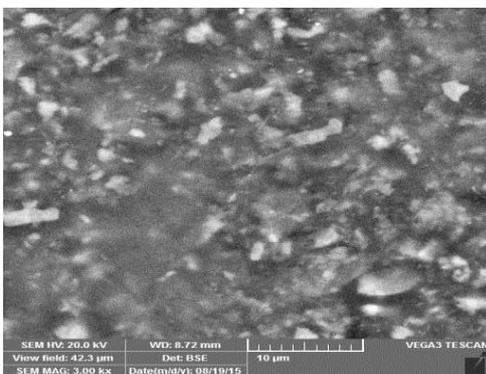


Gambar 5. Citra SEM sampel ZnO  
Tabel 2. Komposisi kimia ZnO

No	Unsur	wt % unsur	Oksida	wt % Oksida
1	Oksigen	50.00	-	0.00
2	Zinc	50.00	ZnO	100.00

### Sampel PGZnO 0%

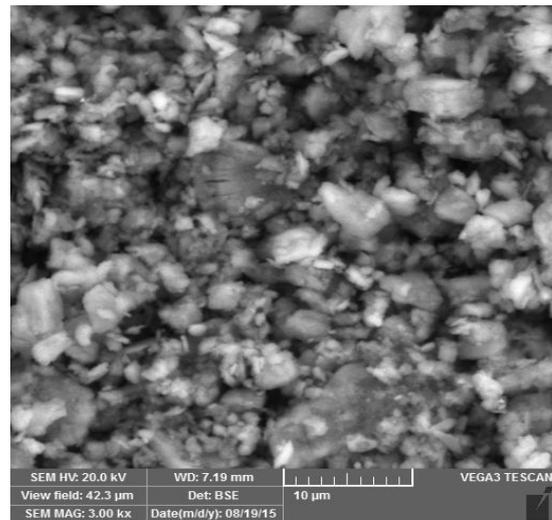
Sampel ini bersifat murni geopolimer atau tidak mengandung nano ZnO. Citra SEM pada permukaan sampel memperlihatkan matriks yang didominasi oleh pasta geopolimer (homogen) disertai butir metakaolin yang tidak bereaksi dengan sempurna selama proses sintesis.



Gambar 6. Citra SEM sampel PGZnO 0%

### Sampel PGZnO 1%

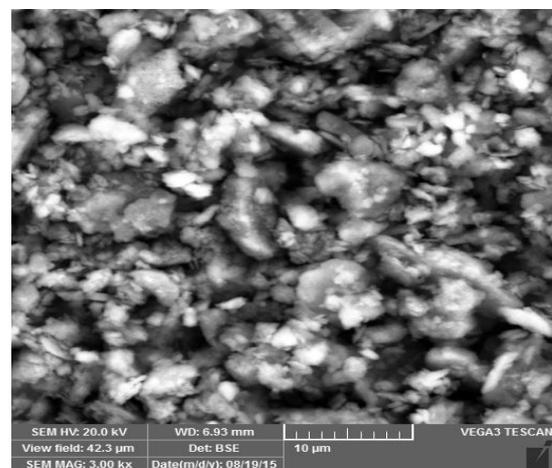
Citra SEM (Gambar 7) sampel ini memperlihatkan matriks yang terdiri atas pasta geopolimer serta gabungan antara butir metakaolin dan kristal ZnO yang tersebar di seluruh permukaan sampel. Tampak ikatan antara metakaolin dengan kristal ZnO belum baik dengan adanya celah antar partikel yang signifikan.



Gambar 7. Citra SEM sampel PGZnO 1%

### Sampel PGZnO 2%

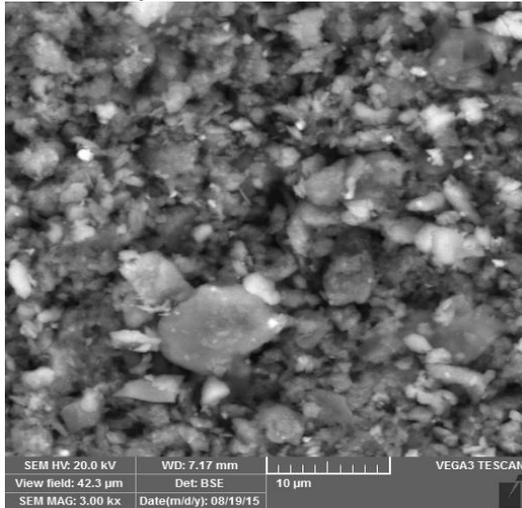
ZnO tampak mendominasi matriks di sekitar butir metakaolin yang tidak bereaksi dengan sempurna (Gambar 8).



Gambar 8. Citra SEM sampel PGZnO 2%

### Sampel PGZnO 3%

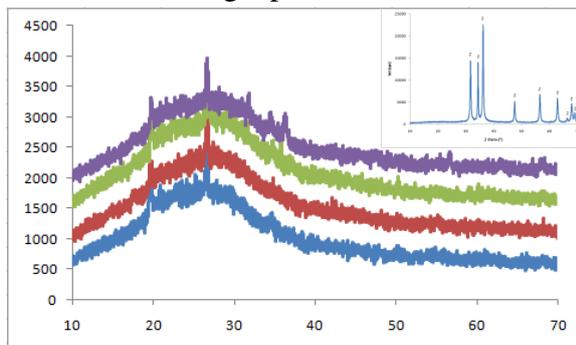
Massa ZnO semakin besar maka permukaan matriks geopolimer tampak lebih homogen dan volume pori atau celah berkurang secara signifikan di bandingkan material dengan komposisi sebelumnya (Gambar 9).



Gambar 9. Citra SEM sampel PGZnO 3%

### Hasil Pengukuran XRD

Gambar 10 menunjukkan difraktogram sampel komposit geopolimer dengan penambahan ZnO yang bervariasi. Penambahan ZnO pada pasta geopolimer tidak mengubah fase yang terdapat pada sampel. Namun, pada sudut sekitar 37 terdapat puncak ZnO yang semakin tinggi seiring dengan penambahan massa ZnO di dalam sintesis geopolimer.



Gambar 10. Difraktogram komposit geopolimer

### KESIMPULAN

Penambahan mineral ZnO berhasil meningkatkan waktu setting komposit geopolimer hingga 38 menit. Kehadiran ZnO juga berhasil meningkatkan homogenitas matriks geopolimer.

### DAFTAR PUSTAKA

- Cicik Herlina Yulianti. 2012. *Sintesis dan Karakterisasi Kristal Nano ZnO*. Jurnal Teknik. Vol.4 No. 2.
- Kamalianfar, A., dkk.. 2013. *Synthesis and Characterization of ZnO Flower-Like Multisheets Grown on Metal Buffer Layer*. Int. J. Electrochem. Sci., Vol.8, 2013, pp.7724-7733.
- Rao, M.C., Ravindranadh, K. dan Rose Mary, T. 2013. *A Novel Approach to fabrication of ZnO Bulk Nanostructures*. Journal of Chemical, Biological and Physical Science Sec.A, Vol.4, No.1, 2013, pp.053-056.
- Subaer, 2012. *Pengantar Fisika Geopolimer*. Jakarta: DP2M Dikti.