

PENGARUH KECEPATAN PUTAR MOTOR PENGGERAK PLANETARY BALL MILL PADA PENGGILINGAN SERBUK MIKRO SiC TERHADAP KARAKTERISTIK SERBUK SiC

Yousak Indro Nyuswantoro¹, Salahuddin Junus², Muh. Nurkoyim Kustanto²

¹ Mahasiswa Teknik Jurusan teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

² Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin fakultas teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Email: yousakindro@gmail.com

ABSTRACT

Nanoteknologi merupakan teknologi yang beroperasi pada skala nano yang umumnya berskala 1-100 nm. Planetary ball mill merupakan salah satu alat yang digunakan untuk membuat material serbuk yang berskala nano. Pada penelitian ini menggunakan serbuk SiC yang merupakan senyawa karbida dan termasuk material keramik non oksida. Parameter yang digunakan yakni variabel bebas kecepatan putar motor penggerak sebesar (150 dan 200) Rpm dengan waktu penggilingan selama 2 Jam, dengan variabel tetapnya BPR sebesar 20:1 dengan diameter bola penggiling yang digunakan 5 mm dan 10 mm dan volume mangkok yang digunakan 250 ml yang terbuat dari material keramik alumina. serbuk SiC akan diuji menggunakan Mikroskop Cahaya dengan perbesaran 100 kali untuk mengetahui ukuran dan bentuk partikel. Bentuk partikel SiC yang terlihat berbentuk pada variasi (150 Rpm & 2 Jam) adalah iregular dengan ukuran rata – ratanya $49,35\mu$ (200 Rpm & 2 Jam) bentuk partikelnya iregular dengan ukuran rata-ratanya $23,78\mu$.

Keywords: Nanotechnology, Planetary ball mill, SiC, Microscope

PENDAHULUAN

Peneliti di era modern dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat terus mengembangkan teknologi hingga berskala nano yang sering disebut dengan nanoteknologi, Nanoteknologi dapat didefinisikan sebagai penggunaan material dan struktur dalam berskala nano yang umumnya pada skala 1-100 nm [1] Planetary ball mill merupakan salah satu alat yang digunakan untuk membuat material serbuk berukuran nano. Planetary ball mill dapat digunakan untuk penggilingan yang sangat halus dan dapat digunakan dalam kondisi penggilingan kering dan basah [2]

Silicone Carbide (SiC) merupakan salah satu jenis bahan silikon yang tercantum dalam golongan non-logam dan non-mineral. Silicone Carbide (SiC) merupakan material keramik dengan ikatan kovalen Si- C yang mempunyai karakteristik tahan terhadap korosi, memiliki kekuatan yang baik, kekerasan serta konduktivitas termal yang tinggi dan ketahanan kejut termal yang baik. Aplikasi dari pemanfaatan Silicone Carbide (SiC) sangat luas karena karakteristik dan sifat fisik dari Silicone Carbide (SiC) tersebut [3]. Pembuatan material nano yang menggunakan planetary ball mill dimana Planetary ball mill menggunakan rotasi yang tinggi lebih dari 100 Rpm di hampir semua penelitian, penggunaan kecepatan yang tinggi memberikan dampak hasil penggilingan yang lebih halus, hal ini dapat menghasilkan efektivitas penggilingan yang lebih baik [4] Lama waktu penggilingan pada Planetary ball mill merupakan salah satu faktor

yang berpengaruh pada hasil serbuk material yang digiling menggunakan Planetary ball mill. Parameter ini berkaitan dengan efisiensi pada proses dan menentukan ukuran dari serbuk material yang dihasilkan dari penggilingan. [5]

Pada penelitian (Sundum, 2018) ukuran partikel yang digiling dengan kecepatan (400 & 600) Rpm memiliki distribusi yang lebih luas, dimana ukuran partikel mengalami penurunan dari $\mu\text{m} - 13.17\mu\text{m}$ setelah digiling pada 400 Rpm, namun mengalami peningkatan pada kecepatan 600 Rpm [6] karena mengalami aglomerasi dan pada penelitian (wigayati et al, 2015) Serbuk LiBOB dilakukan penghalusan menggunakan Planetary ball mill dengan milling time yang bervariasi (4, 5, 6, 10 dan 13 jam) selanjutnya Serbuk LiBOB dianalisa menggunakan X-Ray Diffractometer (X-RD) untuk mengetahui fasa yang terbentuk, struktur kristal serta ukuran kristalnya, dan parameter kisi. Parameter kisi dengan nilai paling kecil pada senyawa LiBOB terdapat pada durasi penggilingan 5 jam dan nilai volume unit sel paling besar pada senyawa LiBOB terdapat pada durasi penggilingan 10 jam. Diameter ukuran Kristal berubah seiring dengan durasi penggilingan, sedangkan nilai regangan kisi terendah pada 4 jam penggilingan dan tertinggi pada 5 jam penggilingan. [7]

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dimana melakukan percobaan untuk

mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali dan metode penelitian empiris dimana data – data dilapangan sebagai sumber utama. Bahan yang digunakan merupakan serbuk SiC dengan ukuran partikel sebesar partikel ± 120 mesh/grit (125μ /mikro) dengan tingkat kemurnian $\pm 97\%$ dan alat yang digunakan adalah Planetary ball mill dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1 Spesifikasi *Planetary ball mill*

<i>Planetary ball mill</i>	
Dimensi	1000 x 800 x 670 mm
Motor	1500 Watt
Inverter	3 Phase
Gear Transmisi	Z18, Z36, Z45
Kecepatan Maximum	750 Rpm
Volume mangkok	250 ml

Penelitian ini dimulai dari mempersiapkan *Planetary ball mill* lalu mempersiapkan sampel dengan menimbang serbuk SiC seberat 10 gram dan Bola penggiling dengan diameter 5 dan 10 mm seberat masing – masing seberat 100 gram, selanjutnya mempersiapkan alat *Planetary ball mill* serta inverter dan pastikan alat berjalan dengan baik dan mangkok



Gambar 1 (a) Bola penggiling 200 gram (b) serbuk SiC 10 Gram

Selanjutnya mensetting parameter dengan kecepatan putar motor penggerak sebesar (150 & 200) Rpm dengan waktu penggilingan selama 2 Jam, lakukanlah secara berulang sesuai dengan parameter yang ditentukan. Setelah selesai masukkan serbuk yang sudah digiling ke botol sampel yang selanjutnya akan diamati menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 100X dan ukuran pada serbuk dihitung menggunakan bantuan software S-Eye

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil penelitian merupakan gambar dari serbuk SiC dengan perbesaran 100X dengan masing – masing parameter yang digunakan. Pembahasan dilakukan dengan menggunakan perbandingan antara variasi kecepatan 150 Rpm dan 200 Rpm yang

dilakukan penggilingan selama waktu 2 Jam penggilingan yang dilakukan menggunakan *Planetary ball mill*

Pengaruh Terhadap Kecepatan



Gambar 2 Penggilingan dengan variasi 150 Rpm dengan penggilingan 2 Jam



Gambar 3 Penggilingan dengan variasi 200 Rpm dengan penggilingan 2 Jam

Pada gambar 1 dengan penggilingan 150 Rpm & 2 Jam dan gambar 2 dengan penggilingan 200 Rpm & 2 Jam menunjukkan bentuk partikel berbetuk irengular, dimana bentuk partikel irengular adalah berbentuk menyudut tidak beraturan. Ukuran partikel serbuk SiC setelah penggilingan dapat diketahui setelah pengamatan menggunakan mikroskop cahaya dengan menggunakan bantuan software S-Eye. Ukuran partikel pada variasi 150 Rpm & 2 Jam penggilingan menghasilkan rata – rata ukuran yang dihitung manual sebesar $49,35\mu$ sedangkan pada variasi 200 Rpm & 2 Jam penggilingan menghasilkan ukuran rata rata ukuran yang dihitung manual sebesar $23,78\mu$. Terlihat adanya perubahan ukuran dari variasi kecepatan putar motor sebesar 150 Rpm dan 200 Rpm dimana rata rata yang diukur secara manual mengalami penurunan dimana meningkatnya kecepatan dapat dikaitkan dengan partikel yang lebih banyak mendapatkan energi pada kecepatan rotasi yang lebih tinggi dan menjadi lebih mudah untuk menggumpal [8]. Hal tersebut terbukti bahwa meningkatnya kecepatan dapat mempengaruhi ukuran partikel serbuk yang digiling. Penggumpalan pada serbuk belum terlihat secara signifikan dimana penggumpalan pada serbuk disebut dengan aglomerasi yang merupakan proses penggumpalan dari material halus yang menjadi

lebih besar dimana material-material halus tersebut saling menempel dan mengikat [9]



Gambar 4 Penggilingan dengan variasi 150 Rpm dengan penggilingan 2 Jam

Pada gambar 3 dengan penggilingan 150 Rpm & 2 Jam menunjukkan bentuk partikel berbetuk iregular. dimana bentuk partikel iregular adalah berbentuk menyudut tidak beraturan. Ukuran partikel pada variasi 150 Rpm & 2 Jam penggilingan menghasilkan ukuran rata-rata yang dihitung manual sebesar $49,35\mu$. Adanya perubahan ukuran partikel menunjukkan bahwa semakin lama waktu penggilingannya maka reduksi ukuran partikel semakin besar [5]. Penurunan ukuran partikel telah terjadi sejak tahap awal penggilingan pada serbuk dan menurun secara bertahap [10].



Gambar 5 Penggilingan dengan variasi 200 Rpm dengan penggilingan 2 Jam

Pada gambar 5 dengan penggilingan 200 Rpm & 2 jam dan gambar 6 menunjukkan bentuk partikel iregular. Ukuran partikel pada variasi 200 Rpm & 2 Jam penggilingan menghasilkan rata rata ukuran yang dihitung manual sebesar $23,78\mu$. Penurunan ukuran partikel disebabkan bahwa partikel telah tergerus pada awal penggilingan menjadi partikel lebih kecil selama proses waktu penggilingan [11]. Meningkatnya kecepatan giling meyebabkan partikel lebih halus karena partikel menerima energi tumbukan yang terjadi secara berulang pada kecepatan giling yang semakin meningkat [12]. Terjadi aglomerasi dimana aglomerasi merupakan penggumpalan material halus menjadi lebih besar karena partikel menempel satu sama lain yang

diakibatkan oleh waktu penggilingan yang lebih lama dan kecepatan yang lebih besar karena akumulasi energi panas dari energi kinetik tinggi yang berkaitan dengan induksi besar partikel [13]

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa bentuk partikel SiC yang terlihat berbentuk pada variasi (150 Rpm & 2 Jam) adalah iregular dengan ukuran rata – ratanya $49,35\mu$, dan pada variasi (200 Rpm & 2 Jam) bentuk partikelnya iregular dengan ukuran rata-ratanya $23,78\mu$ dimana semakin tinggi kecepatannya dan semakin lama waktu penggilingannya ukuran serbuk akan semakin kecil dan terjadi aglomerasi

SARAN

Dalam penelitian ini perlu dikembangkan lagi untuk mendapat hasil yang lebih maksimal dalam dan optimal dengan Penambahan dan penggunaan *Procces Control Agent* (PCA) untuk meminimalisir terjadinya aglomerasi dalam proses penggilingan, Melakukan pra-riset untuk menentukan variabel penelitian yang lebih baik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Masciangioli and W. X. Zhang, "Environmental technologies at the nanoscale," *Environ. Sci. Technol.*, vol. 37, no. 5, 2003, doi: 10.1021/es0323998.
- [2] M. A. P. dos Santos and C. A. Costa, "Comminution of silicon carbide powder in a planetary mill," *Powder Technol.*, vol. 169, no. 2, pp. 84–88, 2006, doi: 10.1016/j.powtec.2006.07.019.
- [3] Suyanto, Sulardjaka, and S. Nugroho, "PENGARUH KOMPOSISI Mg DAN SiC TERHADAP SIFAT KEKERASAN KOMPOSIT AlSi-SiC YANG DIBUAT DENGAN PROSES SEMI SOLID STIR CASTING," *Pros. SNATIF Ke-1*, pp. 165–172, 2014.
- [4] S. Wardhana, M, V, "Pengaruh Kecepatan Putar, Berat, Dan Diameter Bola Pada Planetary Ball Mill Sizer Terhadap Peningkatan Produksi Zincoxide," *Skripsi*, pp. 12–17, 2013.
- [5] A. Aghazi, M, "PENGARUH WAKTU MILLING PADA PLANETARY BALL MILL TERHADAP KARAKTERISASI NANO ALUMINA," *Skripsi*, 2020.
- [6] T. Sundum, K. M. Szécsényi, and K. Kaewtatip, "Preparation and characterization of thermoplastic starch composites with fly ash modified by planetary ball milling," *Carbohydr. Polym.*, vol. 191, pp. 198–204, 2018, doi: 10.1016/j.carbpol.2018.03.009.
- [7] E. M. Wigayati, D. Raden, and I. Purawiardi, "Analisis Pengaruh Mechanical Milling

Menggunakan Planetary Ball Terhadap Struktur Kristal dan Struktur Mikro Senyawa LiBOB,” *J. Sains Mater. Indones.*, vol. 16, no. 3, pp. 126–132, 2015, [Online].

Available:<http://jusami.batan.go.id>.

[8] Y. Chen, X. Lian, Z. Li, S. Zheng, and Z. Wang, “Effects of rotation speed and media density on particle size distribution and structure of ground calcium carbonate in a planetary ball mill,” *Adv. Powder Technol.*, vol. 26, no. 2, pp. 505–510, 2015, doi: 10.1016/j.apt.2014.12.007.

[9] P. Ega, S., Nuryanto, R., Putra, T, Y, S, “Pengaruh Variasi Waktu Milling terhadap Karakter Produk Sintesis LiMn₂ O₄ dengan Reaksi Padat-Padat,” *J. Kim. Sains dan Apl.* 18 7 – 12 J., vol. 18, no. 2, pp. 39–43, 2015.

[10] Q. Huang et al., “Refinement of TiB₂ Powders with High-speed Planetary Mill and Its Effect on TiB₂ Sinterability,” *J. Wuhan Univ. Technol. Mater. Sci. Ed.*, vol. 36, no. 3, pp. 331–337, 2021, doi: 10.1007/s11595-021-2413-y.

[11] I. Gunawan, S. Yusuf, S. Sudirman, and W. Pudjiastuti, “Efek Waktu Milling Terhadap Karakterisasi Partikel Kapur Alam Dengan Menggunakan X-Ray Diffraction,” *J. Kim. dan Kemasan*, vol. 33, no. 1, p. 102, 2011, doi: 10.24817/jkk.v33i1.1835.

[12] B. A. Simanjuntak and H. Purwaningsih, “Pengaruh Kecepatan Milling Terhadap Perubahan Struktur Mikro Komposit Mg / Al₃ Ti,” *J. Tek. Its*, vol. 1, no. 1, pp. 113–116, 2012.

[13] C. Prommalikit, W. Mekprasart, and W. Pecharapa, “Effect of Milling Speed and Time on Ultrafine ZnO Powder by High Energy Ball Milling Technique,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1259, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742- 6596/1259/1/012023.