

**PERAN HIGH ENERGY MILLING PADA SERBUK CU DAN SIO₂
TERHADAP BENTUK KRISTAL**



Disusun sebagai syarat menyelesaikan Studi Strata Satu pada Program Studi
Teknik Mesin Fakultas Teknik

Disusun oleh:

Yovi Alfian Pribadi

D200201008

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul “Peran High Energy Milling pada serbuk Cu dan SiO₂ terhadap bentuk Kristal” telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan didepan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

Yovi Alfian Pribadi

D200.201.008

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh

Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. Ngafwan., M.T

Halaman Pengesahan

PERAN *HIGH ENERGY MILLING* PADA SERBUK CU DAN SiO_2 TERHADAP BENTUK KRISTAL

telah diterima dan disahkan oleh dewan penguji
jurusan teknik mesin fakultas mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada 12 Agustus 2022

Oleh :

Yovi Alfian Pribadi

D200.201.008

Tim Penguji :

Ketua : Dr. Ir Ngafwan., M.T

Anggota 1 : Ir. Bibit Sugito., M.T

Anggota 2 : Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D.(.....)



DEKAN FAKULTAS TEKNIK

Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D

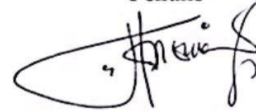
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 8 Februari 2023

Penulis



Yovi Alfian Pribadi

D200201008

PERAN HIGH ENERGY MILLING PADA SERBUK CU DAN SiO_2 TERHADAP BENTUK KRISTAL

Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh HEM (*High Energi Milling*) terhadap campuran serbuk Tembaga (Cu) dan Silika Dioksida (SiO_2). Penelitian dilakukan dengan pencampuran serbuk Cu dan SiO_2 yang digiling pada alat HEM selama 20 jam dengan rpm 250. Pemilihan steel ball berukuran 1/4'' dan 3/16'' sebagai media penggiling material pada proses HEM. Material yang sudah menjadi ukuran nano dilakukan uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan Uji XRD (*X-Ray Diffraction*). Pada uji SEM sampel dilakukan pemindaian gambar dengan 5 pembesaran gambar yaitu: 5.000x, 10.000x, 20.000x, 50.000x, dan pembesaran gambar 100.000x. Serta uji XRD berguna mengetahui jarak atom dan struktur kristal yang terbentuk. Validasi data yang didapat dari pada uji SEM, didapatkan hasil gambar struktur tembaga (Cu) masih berukuran mikro, sedangkan silika dioksida (SiO_2) terpecah menjadi ukuran nano. Morfologi kristal yang terbentuk pada hasil uji XRD yaitu: SiO_2 phase COD 1536409, SiO_2 phase COD 1536389, SiO_2 phase COD 1536928, $\text{Si}_1.016\text{O}_2$, CuO, dan Silicalite-1.

Kata Kunci : Nanomaterial, Serbuk Tembaga, Cu, Serbuk Silika Dioksida, SiO_2 , HEM, SEM, XRD.

Abstract

This study aims to determine how the effect of HEM (High Energy Milling) on a mixture of Copper (Cu) and Silica Dioxide (SiO_2) powders. The research was conducted by mixing Cu and SiO_2 powder which was ground in a HEM device for 20 hours at 250 rpm. The selection of steel balls measuring 1/4" and 3/16" as material grinding media in the HEM process. Materials that have become nano-sized are tested by SEM (Scanning Electron Microscopy) and XRD (X-Ray Diffraction) tests. In the SEM test, the sample is scanned with 5 image magnifications, namely: 5.000x, 10.000x, 20.000x, 50.000x, and 100.000x image magnification. And the XRD test is useful for knowing the atomic distance and the crystal structure formed. Validation of the data obtained from the SEM test, the results of the image of the structure of copper (Cu) are still micro-sized, while silica dioxide (SiO_2) is split into nano size. The morphology of the crystals formed in the XRD test results are: SiO_2 phase COD 1536409, SiO_2 phase COD 1536389, SiO_2 phase COD 1536928, $\text{Si}_1.016\text{O}_2$, CuO, and Silicalite-1.

Keywords: Nanomaterials, Copper Powder, Cu, Silica Dioxide Powder, SiO_2 , HEM, SEM, XRD.

1. PENDAHULUAN

Selama beberapa tahun terakhir, minat yang cukup besar telah difokuskan pada nanopartikel logam karena aplikasi potensial di berbagai bidang termasuk katalisis, media perekaman magnetik, atau mikroelektronika. Berbagai metode yang dikenal sekarang memungkinkan seseorang untuk mempersiapkan nanopartikel dengan ukuran dan bentuk yang terkontrol, ini termasuk deposisi uap logam, reduksi elektrokimia, reduksi radiolitik, dekomposisi termal, gesekan mekanis dan reduksi kimia. Di antara metode ini, metode solusi ditemukan sederhana dan paling serbaguna untuk nanopartikel logam. (Khanna et al., 2007)

Nanopartikel tembaga dan paduannya telah diterapkan lebih sering sebagai katalis karena memiliki permukaan-ke-permukaan yang tinggi. rasio volume dan biaya lebih sedikit dibandingkan dengan logam mulia. Faktor yang paling penting dari katalis berbasis tembaga adalah kontrol ukuran, bentuk dan sifat permukaan nanopartikel tembaga. (Umer et al., 2012). Nanopartikel logam tembaga memiliki sensitivitas ultraviolet yang menarik, sifat listrik, katalitik, termal, dan antibakteri. karena efek kuantum dan rasio permukaan-ke-volume yang besar. Ketika efek muatan Coulomb digabungkan dengan ukuran kuantum, berbagai sifat menarik diperoleh yang tidak diamati untuk bahan curah yang sama. Efek kuantum menonjol dalam partikel bola dan partikel dengan tepi tajam. Karena efek ini dan sifatnya yang bergantung pada ukuran, nanopartikel digunakan dalam katalisis (Din & Rehan, 2017)

2. METODE

Langkah pertama pada penelitian ini adalah melakukan proses studi literature kemudia mempersiapkan metode dan langkah awal proses pembuatan alat untuk pengolahan nanomaterial material campuran Tembaga (Cu) dan Silika Dioksida (SiO_2). Serbuk Tembaga dan Silika Dioksida dipakai seberat 2,5 gram pada Tembaga dan 2,5 gram pada Silika Dioksida, kemudian dicampur dengan alcohol sebanyak 55ml untuk membantu proses pelarutan ketika dilakukan proses *High Energy Milling* (HEM) dengan model rolling drum dengan bantuan bola baja untuk membantu memecah material yang

dilakukan proses HEM selama 20 jam pada rpm 250. Kemudian dilakukan proses pengujian SEM dan XRD.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

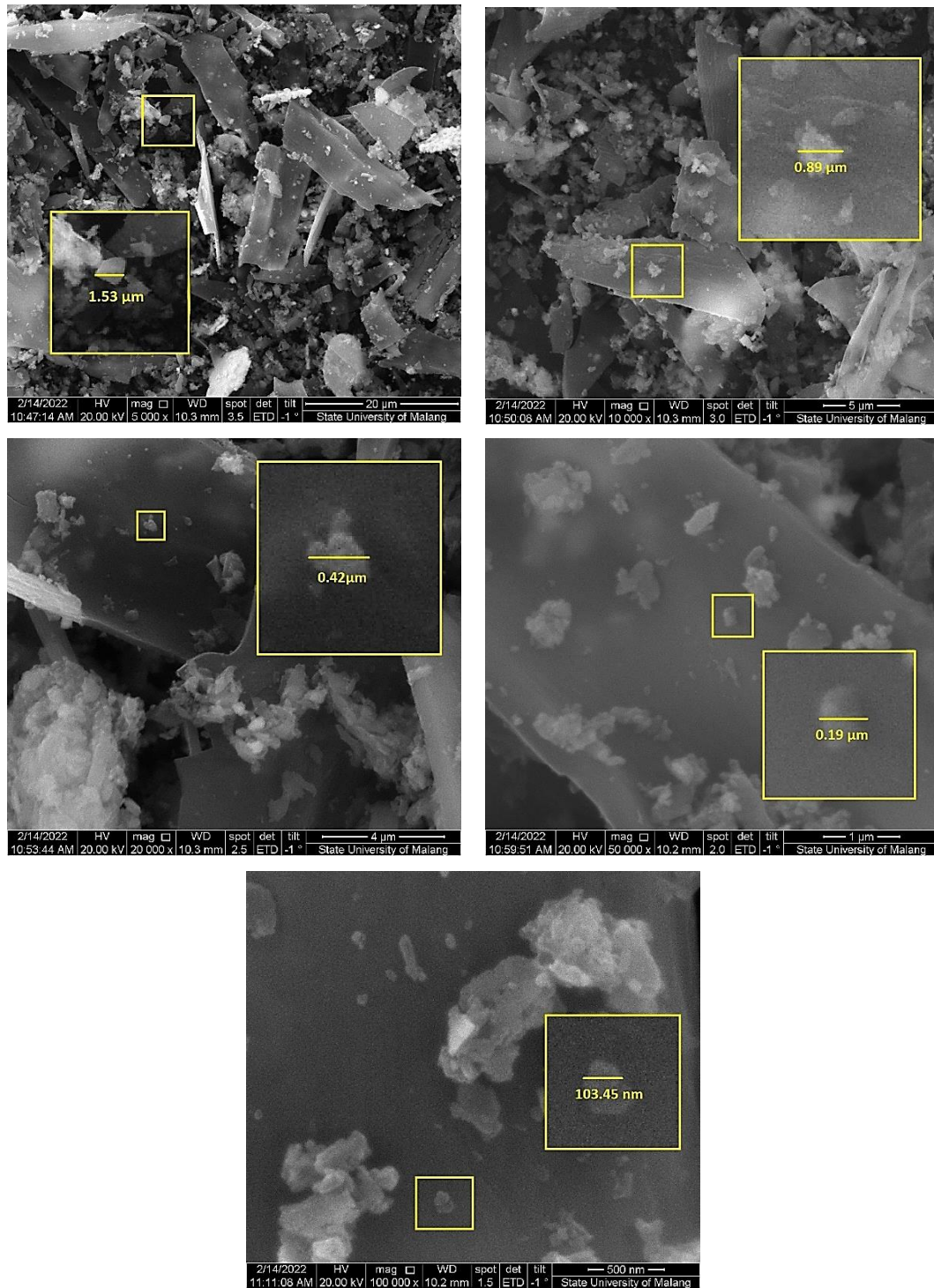
Pada penelitian ini telah dilakukan proses nanomaterial menggunakan proses *High Energy Milling* (HEM) dengan campuran material Tembaga (Cu) dan Silika Dioksida (SiO_2) menggunakan proses penggilingan *High Energy Milling* (HEM) dengan metode *rolling drum* pada kecepatan putar 250 Rpm selama 20 jam proses dengan menambahkan bola logam (gotri) dengan ukuran 1/4" dan 3/16" sebagai media pemecah didalam wadah material. Proses HEM memanfaatkan energi potensial dan energi kinetik yang terjadi dalam drum sebagai metode pemecah material.

Setelah dilakukan proses HEM, material tembaga dan silika yang digiling menghasilkan ukuran butiran berukuran nano. Kemudian dilakukan proses filterisasi untuk selanjutnya dilakukan dua proses uji karakterisasi yaitu uji XRD untuk mengetahui struktur kristal dan SEM untuk mengetahui morfologinya.

3.1 Karakterisasi Morfologi

SEM (*Scanning Electron Microscopy*) digunakan untuk mengetahui morfologi pada sampel sehingga dapat mengetahui ukuran kristal dan mengetahui bentuk kristal apakah mengalami crack atau tidak. informasi diambil dengan scan sinar elektron kemudian diteruskan dan diubah dalam

bentuk gambar . Pada penelitian ini menggunakan lima perbesaran lensa, yaitu sebesar 5.000 kali, 10.000 kali, 20.000 kali, 50.000 kali dan 100.000 kali.



Gambar 3.1 Hasil uji SEM material campuran nikel dan karbon

Dapat dilihat dari gambar 3.1 material Tembaga dan Silika Dioksida yang dihasilkan dari proses HEM setelah dilakukan uji SEM menunjukkan material tidak berikatan. Material Silika Dioksida hanya menempel pada permukaan tembaga. Dapat dilihat dari gambar hasil uji SEM pembesaran 5000 kali, 10.000 kali, 20.000 kali, 50.000 kali, 100.000 kali.

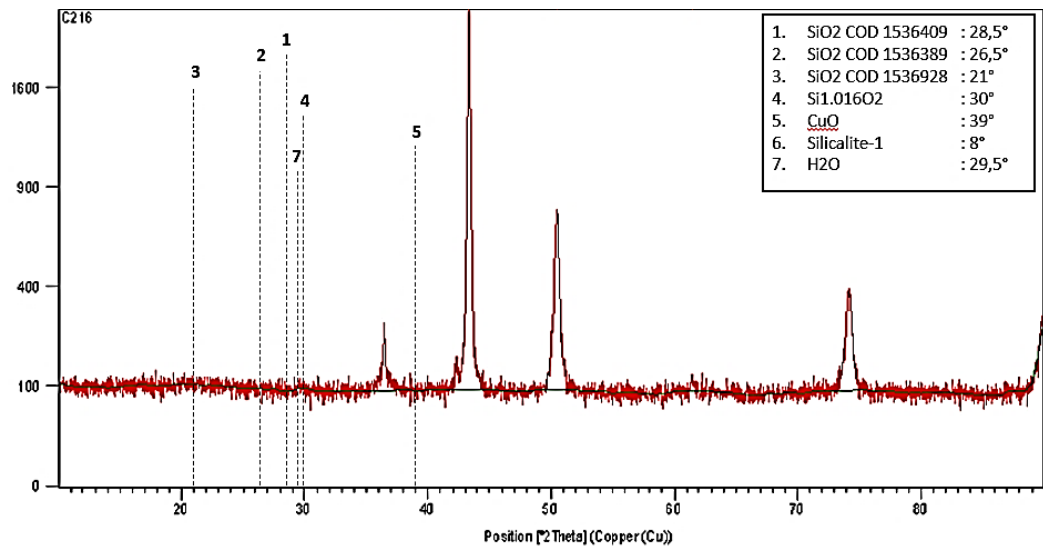
3.2 Hasil XRD

Pengujian XRD dilakukan dengan cara mengambil serbuk campuran Tembaga dan Silika Dioksida yang telah dilakukan proses HEM. Pada uji ini diperlukan untuk mengetahui kandungan susunan kristal yang diperoleh atau yang dihasilkan. Dari data hasil XRD kemudian dianalisis menggunakan software COD (*Crystallographic Open Database*) dan Diamond. Hasil dari olahan COD ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil kandungan struktur kristal menggunakan software Crystallography Open Database (COD)

Phase COD ID	Cif file	Name	volume. (%)	weight. (%)	Crystallites (Å)	Microstrain
1536409	1536409.cif	Si O ₂	14.2857	16.8349	1000	0.0004
1536389	1536389.cif	Si O ₂	14.2857	13.7446	1000	0.0004
1536928	1536928.cif	Si O ₂	14.2857	10.8665	1000	0.0004
1531202	1531202.cif	Si _{1.016} O ₂	14.2857	10.0098	1000	0.0004
1526990	1526990.cif	Cu O	14.2857	33.9428	1000	0.0004
1540676	1540676.cif	Silicalite-1	14.2857	9.33147	1000	0.0004
1528620	1528620.cif	H ₂ O	14.2857	5.26987	1000	0.0004

Dari data tabel menunjukkan bahwa pada proses *High Energy Milling* (HEM) serbuk Tembaga dengan Silika Dioksida dari menghasilkan susunan kristal, sebagai berikut SiO₂ phase COD 1536409, SiO₂ phase COD 1536389, SiO₂ phase COD 1536928, Si_{1.016}O₂, CuO, Silicalite-1, dan H₂O.



Gambar 3.2 Grafik XRD

Hasil dari pengolahan struktur kristal yang telah dilakukan menggunakan proses *High Energy Milling* (HEM) dengan komposisi serbuk Tembaga 2,5 gram dan serbuk Silika Dioksida 2,5 gram, menghasilkan beberapa bentuk kristal dengan sudut 2theta SiO₂ phase COD 1536409, SiO₂ phase COD 1536389, SiO₂ phase COD 1536928, Si_{1.016}O₂, CuO, Silicalite-1, dan H₂O.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

1. Perlakuan HEM terhadap material tembaga dan silika dioksida setelah melalui uji XRD menghasilkan kristal dengan Crystallography Open Database (COD).
2. Beberapa kristal yang terbentuk setelah melalui proses HEM, meliputi : tiga kristal SiO₂ dengan Phase COD ID yang berbeda-beda yaitu SiO₂ pada Phase COD 1536409, SiO₂ pada Phase COD 1536389, dan SiO₂ pada Phase COD 1536928, struktur kristal lain yang terbentuk yaitu CuO pada Phase COD 1526990, Si_{1.016}O₂ pada Phase COD 1531202, Silicalite-1 pada Phase COD 1540676 dan H₂O (Air) pada Phase COD 1528620.
3. Hasil morfologi kristal yang terbentuk sebagai berikut :

4. Kristal SiO₂ Phase COD 1536409 memiliki bentuk Hexagonal, dengan ukuran $a = 4.5404 \text{ \AA}$, $b = 4.5404 \text{ \AA}$, dan $c = 5.1761 \text{ \AA}$
5. Kristal SiO₂ Phase COD 1536389 memiliki bentuk Hexagonal dengan ukuran $a = 4.916 \text{ \AA}$, $b = 4.917 \text{ \AA}$, $c = 5.407 \text{ \AA}$
6. Kristal SiO₂ Phase COD 1536928 memiliki bentuk Monoclinic, dengan ukuran $A = 17.2569 \text{ \AA}$, $b = 4.9881 \text{ \AA}$, $c = 13.8482 \text{ \AA}$
7. Kristal CuO memiliki bentuk Monoclinic, dengan ukuran $a = 4.683 \text{ \AA}$, $b = 3.4203 \text{ \AA}$, $c = 5.1245 \text{ \AA}$
8. Kristal Si_{1.016}O₂ memiliki bentuk Hexagonal, dengan ukuran $a = 8.31 \text{ \AA}$, $b = 8.31 \text{ \AA}$, $c = 5.205 \text{ \AA}$
9. Kristal Silicalite-1 memiliki bentuk Orthorhombic, dengan ukuran $a = 19.866 \pm 0.004 \text{ \AA}$, $b = 20.099 \pm 0.004 \text{ \AA}$, $c = 13.362 \pm 0.003 \text{ \AA}$
10. Kristal H₂O memiliki bentuk cubic, dengan ukuran $a = 6.8 \text{ \AA}$, $b = 6.8 \text{ \AA}$, $c = 6.8 \text{ \AA}$

4.2 Saran

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, antara lain
2. Untuk proses HEM pada material Tembaga, lebih baik untuk menambah lamanya durasi proses penggilingan agar serbuk tembaga dapat terpecah lebih kecil lagi.
3. Pada proses SEM dan XRD sebaiknya material yang akan diuji benar-benar kering, agar didapatkan hasil yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

Din, M. I., & Rehan, R. (2017). Synthesis, Characterization, and Applications of Copper Nanoparticles. *Analytical Letters*, 50(1), 50–62. <https://doi.org/10.1080/00032719.2016.1172081>

Khanna, P. K., Gaikwad, S., Adhyapak, P. V., Singh, N., & Marimuthu, R. (2007). Synthesis and characterization of copper nanoparticles. *Materials Letters*, 61(25), 4711–4714. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2007.03.014>

Umer, A., Naveed, S., Ramzan, N., & Rafique, M. S. (2012). Selection of a suitable method for the synthesis of copper nanoparticles. *Nano*, 7(5). <https://doi.org/10.1142/S1793292012300058>