

INTISARI

Pengaruh Ni dan Suhu *Annealing* Terhadap Struktur dan Sifat Kemagnetan Nanopartikel Mangan Nikel Ferit ($Mn_{1-x}Ni_xFe_2O_4$) Untuk Potensi Aplikasi *Hyperthermia*

Oleh

Herdiman

17/418524/PPA/05308

Nanopartikel spinel *ferrite* $Mn_{1-x}Ni_xFe_2O_4$ ($x=0,2-0,8$) telah berhasil disintesis dengan menggunakan metode kopresipitasi dan variasi suhu *annealing* 400 °C, 600 °C, 800 °C, dan 1000 °C. Pola difraksi XRD mengkonfirmasi telah terbentuknya fasa spinel *ferrite* $Mn_{1-x}Ni_xFe_2O_4$. Ukuran kristalit nanopartikel memiliki rentang nilai dari (2,7±0,1) nm hingga (23,5±0,1), menunjukkan tren menurun dengan meningkatnya konsentrasi Ni karena keelektronegativan Ni yang lebih tinggi. Peningkatan suhu *annealing* meningkatkan ukuran kristalit (14,8±0,1) nm hingga (49,3±0,1) nm. Parameter kisi memiliki rentang nilai dari (8,48±0,06) Å hingga (8,69±0,36) Å akibat substitusi Ni pada site tetrahedral. Gambar morfologi dari *transmission electron microscope* (TEM) menunjukkan bahwa nanopartikel mengalami aglomerasi. Perlakuan suhu *annealing* dapat menurunkan aglomerasi. Spektra FTIR mengkonfirmasi adanya transmisi pada bilangan gelombang di sekitar 440 cm^{-1} dan 580 cm^{-1} pada site tetrahedral dan oktahedral. Hasil pengujian sifat magnetik pada suhu ruang menunjukkan sifat *soft* magnetik. Magnetisasi maksimum cenderung meningkat dengan meningkatnya Ni dengan rentang nilai 4,4 emu/gram hingga 24,5 emu/gram. Magnetisasi maksimum meningkat sebagai akibat substitusi Ni pada site oktahedral. Magnetisasi maksimum cenderung meningkat dengan meningkatnya suhu *annealing* dalam rentang nilai 11,7 emu/gram hingga 20,7 emu/gram. Laju absorpsi spesifik (SAR) memiliki rentang nilai 56,7 mW/gram hingga 92,4 mW/gram. Nilai SAR yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh magnetisasi maksimum dan konstanta anisotropi.

Kata Kunci: Mangan nikel ferit ($MnNi-Fe_2O_4$), suhu *annealing*, struktur kristal, sifat kemagnetan, *hyperthermia*.

ABSTRACT

Effect of Ni and Annealing Temperature on Structure and Magnetic Properties of $Mn_{1-x}Ni_xFe_2O_4$ Nanoparticles for Hyperthermia Applications

by

Herdiman

17/418524/PPA/05308

Nanocrystalline mixed spinel ferrite of $Mn_{1-x}Ni_xFe_2O_4$ ($x = 0.2 - 0.8$) have been successfully synthesized via coprecipitation method and sintered under different temperatures of 400 °C, 600 °C, 800 °C, and 1000 °C. The X-ray diffraction (XRD) patterns confirmed the formation of cubic spinel structure. The crystallite sizes of nanoparticles were found in range of $(2,7 \pm 0,1)$ nm to $(23,5 \pm 0,1)$ nm and decreases by increasing Ni concentration due to the higher electronegativity of Ni. Increasing annealing temperature gave large crystallite size ranging from $(14,8 \pm 0,1)$ nm to $(49,3 \pm 0,1)$ nm. The lattice parameter ranges from $(8,48 \pm 0,06)$ Å to $(8,69 \pm 0,36)$ Å due to Ni substitution in the tetrahedral site. Morphological images of the transmission electron microscope (TEM) show that the nanoparticles undergo agglomeration and Annealing temperature treatment can reduce the agglomeration. The FTIR spectra confirm the existence of stretching vibrations in wave numbers around 440 cm^{-1} and 580 cm^{-1} at tetrahedral and octahedral sites. The room temperature magnetic measurement confirmed that sample nanoparticles were soft ferrimagnetic materials. The Maximum magnetization tends to increase with increasing Ni in the range of 4.4 emu / gram to 24.5 emu / gram. Maximum magnetization increases as a result of Ni substitution at the octahedral site. Maximum magnetization tends to increase with increasing annealing temperature in the range of 11.7 emu / gram to 20.7 emu / gram. The specific absorption rate (SAR) has a range of 56.7 mW / gram to 92.4 mW / gram. The SAR value obtained is strongly influenced by maximum magnetization and anisotropic constants.

Keywords: manganese nickel ferrite ($MnNi-Fe_2O_4$), annealing temperature, crystal structure, magnetic properties, hyperthermia.