UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Green Synthesis Nanokomposit Fe3O4/SiO2, Karakterisasi dan Aplikasinya Sebagai Label Magnetik Pada
Magnetoresistance Sensors**
Muhammad Rizki, Prof. Dr. Eng. Edi Suharyadi, M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

GREEN-SYNTHESIS NANOKOMPOSIT Fe_3O_4/SiO_2, KARAKTERISASI DAN APLIKASINYA SEBAGAI LABEL MAGNETIK PADA *MAGNETORESISTANCE SENSORS*

Oleh

Muhammad Rizki
24/546165/PPA/06838

Penelitian ini akan berfokus pada aplikasi sensor berbasis *chip giant magnetoresistance* (GMR) dengan satu dan dua elemen sensing, serta *chip tunneling magnetoresistance* (TMR) satu elemen sensing untuk pengujian label magnetik berbasis *green synthesized* Fe_3O_4/SiO_2. Elemen sensor yang akan digunakan adalah *chip* sensor GMR komersial kode AAL-024 dan *chip* sensor TMR komersial kode ALT-025 produksi NVE. Sampel akan disiapkan dengan variasi konsentrasi SiO_2 5%, 7,5%, dan 10% dan tujuh variasi konsentrasi label magnetik, yaitu 2, 4, 10, 20, 25, 30 dan 40 mg/mL. Hasil karakterisasi menunjukkan struktur kristal *inverse spinel* dengan susunan *face-centered cubic* (Fd-3m) pada Fe_3O_4, dengan distribusi ukuran partikel rata-rata masing-masing sebesar 14,8, 13,4 dan 12,9 nm untuk Fe_3O_4 dan Fe_3O_4/SiO_2 (5% dan 10%). Sampel juga menunjukkan magnetisasi saturasi sebesar 55,3 emu/g untuk sampel Fe_3O_4 dan 19,6, 16,9 dan 15,1 emu/g untuk sampel Fe_3O_4/SiO_2 (5%, 7,5%, dan 10%). Modifikasi nanopartikel Fe_3O_4 menjadi nanokomposit Fe_3O_4/SiO_2 mempengaruhi sensitivitas sensor. Namun, penurunannya masih menghasilkan *stray field*, sehingga menunjukkan potensinya sebagai label magnetik yang baik. Kinerja sensor dievaluasi menggunakan sensor GMR dan TMR. Sebagai perbandingan, *single-chip* GMR menunjukkan sensitivitas 3,24 mV/(mg/mL) dengan batas deteksi rendah 0,76 mg/mL, yang menurun seiring dengan meningkatnya kandungan SiO_2. *Single-chip* TMR menunjukkan sensitivitas keseluruhan yang lebih tinggi, mencapai 6,68 mV/(mg/mL) untuk Fe_3O_4 murni dan mempertahankan respons yang kuat (6,16–4,22 mV/(mg/mL)) pada sampel berlapis SiO_2. Sementara itu, konfigurasi *double-chip* GMR menunjukkan sensitivitas 3,63 mV/(mg/mL) dengan batas deteksi 3,67 mg/mL, yang menurun seiring dengan meningkatnya kandungan SiO_2. Menunjukkan linearitas dan stabilitas sinyal dibandingkan dengan sistem *single-chip*. Sensor-sensor tersebut menunjukkan linearitas yang baik dan respons yang stabil selama pengukuran berulang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nanokomposit Fe_3O_4/SiO_2 yang dibuat dengan metode *green synthesis* berpotensi untuk aplikasi biosensor dalam mendeteksi biomolekul.

Kata Kunci: *Green synthesized*, nanokomposit Fe_3O_4/SiO_2, *giant magnetoresistance*, *tunneling magnetoresistance*.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Green Synthesis Nanokomposit Fe3O4/SiO2, Karakterisasi dan Aplikasinya Sebagai Label Magnetik Pada
Magnetoresistance Sensors**
Muhammad Rizki, Prof. Dr. Eng. Edi Suharyadi, M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

GREEN SYNTHESIS OF Fe_3O_4/SiO_2 NANOCOMPOSITES: CHARACTERIZATION AND APPLICATION AS MAGNETIC LABELS IN MAGNETORESISTANCE SENSORS

By

Muhammad Rizki
24/546165/PPA/06838

This research focuses on the application of sensors based on giant magnetoresistance (GMR) chips with single and dual sensing elements, as well as single-sensing-element tunneling magnetoresistance (TMR) chips, for the detection of green-synthesized Fe_3O_4/SiO_2 magnetic labels. The sensing elements utilized are commercial GMR sensors (model AAL-024) and TMR sensors (model ALT-025) produced by NVE. Samples will be prepared with concentrations of 5%, 7.5%, and 10%, along with seven variations of magnetic label concentrations: 2, 4, 10, 20, 25, 30, and 40 mg/mL. Characterization results revealed an inverse spinel crystal structure with a face-centered cubic (Fd-3m) arrangement for, with average particle size distributions of 14.8 nm, 13.4 nm, and 12.9 nm for and (5% and 10%), respectively. The samples exhibited saturation magnetization of 55.3 emu/g for pure and 19.6, 16.9, and 15.1 emu/g for (5%, 7.5%, and 10%). While the modification of nanoparticles into nanocomposites affected sensor sensitivity, the resulting stray fields remained sufficient, demonstrating their potential as effective magnetic labels. Sensing performance was evaluated using both GMR and TMR sensors. In comparison, the single-chip GMR showed a sensitivity of 3.24 mV/(mg/mL) with a low detection limit of 0.76 mg/mL, which decreased as the content increased. The single-chip TMR exhibited higher overall sensitivity, reaching 6.68 mV/(mg/mL) for pure and maintaining strong responses (6.16–4.22 mV/(mg/mL)) for-coated samples. Meanwhile, the GMR double-chip configuration demonstrates a sensitivity of 3.63 mV/(mg/mL) with a limit of detection (LOD) of 3.67 mg/mL, which decreases as the SiO_2 content increases. It exhibits superior linearity and signal stability compared to the single-chip system. These sensors show good linearity and stable responses during repeated measurements. The results of this study indicate that the Fe_3O_4/SiO_2 nanocomposites prepared via green synthesis have potential for biosensor applications in detecting biomolecules.

Keywords: *Green-synthesized, Fe_3O_4/SiO_2 nanocomposites, giant magnetoresistance, tunneling magnetoresistance.*