

Studi mikromagnetik dinamika struktur domain pada material feromagnetik Py, Ni, Fe dan Co model nanosphere = Micromagnetic study of dynamic domain structure in ferromagnetic Py, Ni, Fe and Co nanospheres model

Agus Tri Widodo, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20348673&lokasi=lokal>

Abstrak

ABSTRAK

Telah dilakukan pengamatan secara sistematis mengenai dinamika struktur domain pada material feromagnetik model nanosphere dengan menggunakan simulasi mikromagnetik, OOMMF yang berdasarkan persamaan Landau-Lifshitz- Gilbert (LLG). Material yang digunakan dalam simulasi mikromagnetik ini terdiri dari Permalloy (Py), Nikel (Ni), Besi (Fe) dan Kobalt (Co). Variasi diameter nanosphere mulai 20 nm hingga 100 nm dengan ukuran sel $2,5 \times 2,5 \times 2,5$ nm, dan faktor redaman (damping constant) 0,1 serta kondisi temperatur sistem 0 K. Pengamatan mikromagnetik dan struktur domain kami bagi dalam dua bagian. Bagian pertama, pengamatan difokuskan pada struktur domain dan energi sistem pada kondisi tanpa diberi medan luar atau groundstate.

Dari hasil pengamatan, kami menemukan adanya transisi struktur domain dari single-domain (SD) ke vortex-state (VS) yang dibatasi oleh diameter kritis (critical diameter). Di bawah diameter kritis, seluruh struktur domain teramati pada keadaan SD, sedangkan VS ditemukan di atas diameter kritis.

Hasil simulasi mikromagnetik menunjukkan bahwa diameter kritis yang diperoleh sesuai dengan prediksi hasil perhitungan teori. Selain itu, kami juga menganalisa energi sistem. Dimana keadaan struktur domain dapat dipertegas dengan memperhatikan perubahan yang terjadi pada energi demagnetisasi dan energi exchange. Di bawah diameter kritis, energi sistem didominasi oleh energi demagnetisasi, sedangkan energi exchange mendominasi di atas diameter kritis.

Pada bagian kedua, kami mengamati dinamika struktur domain ketika diberikan medan luar. Dalam hal ini kami memfokuskan untuk mendapatkan karakteristik sifat magnet seperti kurva histeresis, koersivitas, remanen, medan nukleasi (nucleation field) dan medan saturasi (saturation field) serta waktu pembalikan (switching time). Dari analisa kurva histeresis, kami mengamati bahwa nilai medan koersivitas meningkat seiring dengan berkurangnya ukuran diameter nanosphere.

Hasil ini sesuai dengan hasil pengamatan eksperimen. Yang lebih menarik yakni struktur domain dan profil energi sistem yang teramati pada keadaan remanen sama dengan pada keadaan groundstate. Akhirnya kami menyimpulkan bahwa karakteristik sifat magnet dari material feromagnetik model nanosphere patut dipertimbangkan dalam pembuatan perangkat perekam magnetik.

ABSTRACT

We have systematically investigated domain structures of ferromagnetic nanosphere model by means of public micromagnetic simulation, OOMMF based on Landau-Lifshitz-Gilbert equation. Materials used in

the micromagnetic simulation consisted of Permalloy (Py), Cobalt (Co), Iron (Fe), and Nickel (Ni). Diameter of nanospheres were carried out from 20 nm to 100 nm with cellsize 3 2,5 2,5 2,5 x x nm and the damping constant was fixed . The temperature system was fixed absolute zero temperature. The micromagnetic investigation of domain structures, we separated in two part. First part, we have focused to domain structure and magnetization energy in zero external field condition or ground state.

From the observation, we found that the transition of domain structure from a single-domain (SD) to a vortex-state structure (VS) was related to critical diameter. Below the critical diameter, all the cases exhibited a SD structures while a VS structure was found above the critical diameter.

The micromagnetic simulation results showed that the critical diameter agrees with the theoretical prediction. Furthermore, we have analyzed the magnetization energy systems corresponded to the transition domain structure. Interestingly, the transition domain structure is shown by changing the demagnetization and exchange energy. Below the critical diameter, the magnetization energy was dominated by the demagnetization energy rather than exchange energy. Then, the exchange energy startly dominated above the critical diameter.

Second part, we investigated the dynamics domain structure with applied the external field. In this, we focused to find the magnetic properties; such as hysteresis loops, coercivity field, remanent field, nucleation field, saturation field and switching time. From analyzing the hysteresis loops, we found that the coercivity field increased as the diameter decreased.

This results is comparable with the the experiment result. Mostly interesting, the domain structures similarly exhibited to the ground state condition at the remanence state as well as the magnetization energy profiles. Concern to the switching field, the magnitude of applied field to switch from one saturation to another saturation. We concluded that behavior in ferrromagnetic nanospheres may allow us to consider in a practical design of magnetic recording devices.</i>