

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertahanan militer sebagai kekuatan utama pertahanan negara yang dibentuk dan dipersiapkan untuk menghadapi berbagai ancaman militer telah mengalami perkembangan yang pesat, salah satunya yaitu teknologi militer. Salah satunya yaitu teknologi radar sebagai alat deteksi dan pengawasan yang memegang peran krusial dalam bidang pertahanan nasional. Radar bekerja dengan memancarkan gelombang elektromagnetik yang kemudian dipantulkan kembali oleh objek seperti pesawat, drone, dan objek lainnya (Alves Ribeiro et al., 2021). Penelitian mengenai material penyerap radar untuk mengurangi kemampuan deteksi objek oleh radar dengan mengurangi refleksi gelombang elektromagnetik telah banyak dikembangkan. Material ini telah banyak digunakan di bidang militer sebagai teknologi dengan kemampuan deteksi rendah, pelapis, dan pakaian anti radiasi. Material penyerap radar atau biasa dikenal dengan sebutan *Radar Absorbing Material* (RAM) dapat menyerap energi elektromagnetik dan mengubahnya menjadi energi panas (Jia et al., 2018). Idealnya, RAM harus memiliki kelebihan seperti memiliki bentuk yang tipis, ringan, memiliki konduktivitas listrik dan magnetik yang tinggi, stabilitas termal tinggi, dan memiliki ketahanan terhadap korosi (Baseghi et al., 2015).

Mencapai fitur yang sesuai sebagai RAM masih menjadi tantangan, untuk mengatasi hal ini banyak peneliti yang menggabungkan material magnetik seperti logam magnetik dan ferit, dengan bahan dielektrik seperti karbon. Di antara berbagai bahan magnetik, magnetit (Fe_3O_4) banyak dipelajari karena fitur magnetiknya yang luar biasa, temperatur Curie yang tinggi, biaya rendah, dan saturasi magnetisasi yang sesuai (Adebayo et al., 2020). Sifat-sifat ini membuat Fe_3O_4 menjadi material yang potensial digunakan sebagai RAM karena mampu menyerap dan mengurangi

gelombang elektromagnetik melalui konversi menjadi energi panas. Namun, Fe_3O_4 sebagai RAM memiliki kelemahan yaitu nilai permeabilitasnya mengalami penurunan dalam frekuensi gelombang elektromagnetik (Wu et al., 2018). Meskipun demikian, Fe_3O_4 tetap menarik untuk dikaji lebih lanjut karena pada sampel Fe_3O_4 murni telah berhasil dicapai nilai *reflection loss* (RL) di bawah -10 dB, yang menunjukkan bahwa material ini sudah mampu menyerap lebih dari 90% energi gelombang elektromagnetik yang datang (Han et al., 2014).

Material berbasis karbon dapat menjadi alternatif solusi untuk meningkatkan sifat permeabilitas dari Fe_3O_4 . Bahan ini memiliki sifat yang unik, seperti konduktivitasnya tinggi, luas permukaan besar, ringan, fleksibel, kerapatan yang rendah, ramah lingkungan dan memiliki sifat mekanik yang sangat baik (Gao et al., 2020). Salah satu bahan karbon yang menjanjikan untuk aplikasi RAM adalah graphene oksida tereduksi atau biasa dikenal dengan *reduced graphene oxide* (rGO). Graphene oksida atau *graphene oxide* (GO) sendiri merupakan nanomaterial yang diperoleh dari oksidasi grafit atau serat nano karbon, dan berfungsi sebagai prekursor penting untuk sintesis rGO. Setelah melalui proses reduksi gugus fungsi oksigen, GO akan berubah menjadi rGO yang memiliki struktur topologi unik dan sifat fungsional yang menjadikan rGO sangat potensial sebagai material penyerap gelombang elektromagnetik (L. Wang et al., 2015).

Upaya meningkatkan performa dari rGO dan Fe_3O_4 doping material menggunakan logam transisi seperti nikel atau kobalt menjadi pilihan yang baik (Z. Wang et al., 2019). Menambahkan logam dapat meningkatkan performa material dengan meningkatkan grafitisasi yaitu membuat struktur dari material menjadi lebih teratur, memperkecil ukuran partikel, dan memperkenalkan lebih banyak gugus fungsi kimia permukaan (C. Li et al., 2023). Modifikasi ini dapat meningkatkan efek *conductivity loss* dan polarisasi, termasuk polarisasi *interface* dan dipol yang menyebabkan terjadi peningkatan suhu pada material sehingga nilai *reflection loss* meningkat (L. Chen et al., 2024).

Berdasarkan berbagai sifat dan keunggulan dari material-material tersebut, material rGO/Fe₃O₄ yang didoping dengan nikel atau kobalt berpotensi menjadi RAM ideal. Kombinasi ini menawarkan efisiensi tinggi dalam menyerap gelombang elektromagnetik, didukung oleh sifat konduktivitas, magnetik, dan stabilitas termal yang optimal. Dengan demikian penelitian ini berpotensi untuk menjadi inovasi baru dalam perkembangan teknologi pertahanan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan penelitian dapat dirumuskan dalam pertanyaan penelitian sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh variasi doping Ni/Co pada Fe₃O₄/rGO terhadap struktur, morfologi, dan sifat magnetik pada material?
- b. Bagaimana pengaruh variasi doping Ni/Co pada Fe₃O₄/rGO terhadap *reflection loss* dan *through power* dari material penyerap radar?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian menunjukkan sasaran yang harus dicapai sesuai dengan rumusan masalah yang ditetapkan. Tujuan penelitian yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menganalisis pengaruh variasi doping Ni/Co pada Fe₃O₄/rGO terhadap struktur, morfologi, dan sifat magnetik pada material.
- b. Menganalisis pengaruh variasi doping Ni/Co pada Fe₃O₄/rGO terhadap *reflection loss* dan *through power* dari material penyerap radar.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini akan memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai aplikasi RAM dari material berbasis karbon yang dikomposit dengan material magnetik yang dapat memajukan pengetahuan ilmiah dalam bidang fisika material.

1.4.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dalam perkembangan material penyerap radar yang lebih efektif, penelitian ini akan berkontribusi pada teknologi pertahanan, peningkatan keamanan nasional, dan perlindungan terhadap ancaman militer.