

Kombinasi Struktur Split Ring Resonator Susun Dengan Bahan Magneto-Dielektrik Dari Pdms-Magnetite Untuk Miniaturisasi Dan Peningkatan Performa Antena Mikrostrip = Combination Of Split-Ring Resonator Structure With Magneto-Dielectric Material From Pdms-Magnetite For Miniaturization And Antenna Performance Improvement

Yohanes Galih Adhiyoga, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20525543&lokasi=lokal>

Abstrak

Kebutuhan akan antena berdimensi kecil namun memiliki performa yang tinggi mendorong berbagai riset untuk melakukan eksperimen tidak hanya dari sisi struktur dan bentuk antena tetapi juga dari sisi material. Pemanfaatan karakteristik magneto-dielektrik baik secara buatan maupun hasil rekayasa material sebagai pereduksi dimensi dan peningkatan performa antena diusulkan pada penelitian ini. Karakteristik MD direalisasikan melalui struktur SRR susun sebagai peningkatan performa antena; dan sintesis material sebagai pereduksi dimensi antena. Studi parametrik dan eksperimen dilakukan untuk mendapatkan dimensi SRR serta konfigurasi SRR yang paling optimal sehingga diperoleh pengaruh yang dapat meningkatkan performa antena.

Bahan MD telah berhasil disintesis dari campuran serbuk magnetit (Fe_3O_4) nanopartikel sebagai bahan magnetik, bahan polimer elastis PDMS (polydimethylsiloxane) sebagai bahan dielektrik, dan $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ sebagai bahan tambahan untuk membantu daya rekatnya dengan host dielectric. Bahan MD ini telah berhasil dikarakterisasi baik dari sisi material maupun kelistrikannya. Berdasarkan hasil karakterisasi material dari uji XRD, SEM, dan VSM diketahui bahwa campuran terdispersi secara merata dan memiliki sifat magnetik yang baik. Sedangkan berdasarkan hasil karakterisasi kelistrikan melalui pengukuran dengan waveguide dan sensor diketahui bahwa penambahan komposisi magnetit dalam sampel dapat meningkatkan permitivitas dan permeabilitas relatif bahan.

Hasil karakterisasi material dan elektrik kemudian disimulasikan untuk merancang antena mikrostrip kombinasi antara substrat dari bahan MD dan struktur SRR. Antena mikrostrip ini tersusun dari dua bagian yaitu patch pada bahan MD dan struktur SRR susun pada bahan dielektrik sebagai groundplane antena. Kedua bagian ini disusun secara berlapis menjadi satu kesatuan antena mikrostrip. Hasil studi parametrik menunjukkan antena yang dirancang pada bahan sampel C (rasio PDMS : Fe_3O_4 = 1 : 0,6) dengan konfigurasi SRR 3×3 pada bahan dielektrik ($r_{\text{Host}} < r_{\text{MD}}$) memberi respon yang paling optimal. Kondisi optimal ditentukan atas pertimbangan trade off yang terjadi dari masing-masing variasi pada aspek reduksi dimensi antena dan performa antena. Penelitian ini telah berhasil menemukan metode untuk memperoleh antena dengan dimensi yang lebih kecil dengan performa yang lebih tinggi dibanding antena tanpa bahan MD dan struktur SRR.

Sebagai perbandingan, analisis yang sama juga dilakukan pada frekuensi yang sama untuk antena mikrostrip konvensional (tanpa bahan MD dan struktur SRR), antena mikrostrip dengan struktur SRR tanpa bahan MD, serta antena berbahan MD tanpa struktur SRR. Secara berturut-turut hasil simulasi antena tersebut masing-masing antena memiliki dimensi, bandwidth, dan gain sebesar 50×50 mm, 3,2%, dan 2,62 dBi untuk antena konvensional; 50×50 mm, 5,28%, dan 4,97 dBi untuk antena mikrostrip dengan struktur SRR 5×5 ; serta 30×30 mm, 9,4%, dan 2,02 dBi untuk antena berbahan MD tanpa struktur SRR.

Simulasi, optimasi, dan pengukuran telah dilakukan sehingga diperoleh antenna yang bekerja pada frekuensi 3,5 GHz, dengan fractional bandwidth sebesar 10% (360 MHz), efisiensi radiasi sebesar 58,54%, dan gain maksimum hingga 4,33 dBi. Antena ini berukuran 30×30 mm atau 64% lebih kecil dibandingkan dengan antenna konvensional. Berdasarkan hasil ini dapat disimpulkan bahwa kombinasi baru antara struktur SRR susun dan bahan sintesis MD yang diusulkan pada penelitian ini dapat membangkitkan karakteristik MD buatan dan alami untuk mereduksi dimensi antenna sekaligus meningkatkan performa antenna.

.....The need for small antennas with high performance has prompted various researches to experiment not only in terms of the structure and shape of the antenna but also in terms of material. Utilization of magneto-dielectric (MD) characteristics both artificial and engineered material in reducing antenna size and improving antenna performance is proposed in this study. The MD characteristics are realized through the SRR array structure and material synthesis. Parametric studies were carried out to determine the dimensions of the SRR and the most optimal SRR configuration to obtain an effect that can improve antenna performance.

MD material has been successfully synthesized from a mixture of magnetite powder (Fe_3O_4) nanoparticles as a magnetic material, an elastic polymer material PDMS (polydimethylsiloxane) as a dielectric material, and $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ as additives to aid adhesion with the host dielectric. This MD material has been successfully characterized both in terms of material and electricity. Based on the results of material characterization from XRD, SEM, and VSM measurement, it is known that the mixture is evenly dispersed and has good magnetic properties. Meanwhile, based on the results of electrical characterization through measurements with waveguides and sensors, it is known that the addition of magnetite composition in the sample can increase the relative permittivity and relative permeability of the material.

The characterization results were then simulated to design a microstrip antenna by combining the MD substrate and the SRR structure. This microstrip antenna comprises two parts, namely the patch on the MD material, and the SRR array structure on the dielectric material as the antenna ground plane. These two parts are arranged in layers into a single microstrip antenna. The parametric study results show that the antenna designed on sample C (PDMS : $\text{Fe}_3\text{O}_4 = 1 : 0,6$) MD material with 3×3 SRR configuration on the dielectric material ($r_{\text{Host}} < r_{\text{MD}}$) gives the most optimal response. The optimal condition is determined by considering the trade-offs that occur from each variation in the aspect of antenna size reduction and antenna performance. This research has succeeded in finding a method to obtain antennas with smaller dimensions with higher performance than antennas without MD materials and SRR structures.

For comparison, the same analysis was carried out at the same frequency for conventional microstrip antennas (without MD material and SRR structure), microstrip antennas with SRR structure without MD material, and MD antennas without SRR structure. The antenna simulation results have dimensions, bandwidth, and gain of 50×50 mm, 3.2%, and 2.62 dBi for conventional antennas; 50×50 mm, 5.28%, and 4.97 dBi for microstrip antennas with a 5×5 SRR structure; and 30×30 mm, 9.4%, and 2.02 dBi for MD antennas without SRR structure, respectively.

Simulations, optimization, and measurement have been carried out to obtain an antenna that works at a frequency of 3.5 GHz, with a fractional bandwidth of 10% (360 MHz), the radiation efficiency of 58.54%, and a maximum gain of 4,33 dBi. The antenna dimension is 30×30 mm or 64% smaller than conventional antennas. Based on these results, it can be concluded that the novel combination of SRR array structure and MD materials proposed in this study can generate artificial and natural MD characteristics to reduce antenna dimensions while increasing antenna performance.