

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Elektromagnetik merupakan ilmu yang mempelajari fenomena antara medan listrik dan medan magnet, yang diatur oleh Persamaan Maxwell. Persamaan Maxwell menjelaskan bagaimana perubahan medan listrik dapat menghasilkan medan magnet, begitu pula sebaliknya, yang memungkinkan terjadinya propagasi gelombang elektromagnetik di ruang bebas (Jonsson, 1995). Gelombang elektromagnetik berperan dalam pengembangan teknologi modern, termasuk telekomunikasi dan perangkat medis. Ketika gelombang elektromagnetik berinteraksi dengan suatu material, berbagai fenomena fisik dapat terjadi, seperti refleksi dan transmisi (Maggiore, 2023). Pemahaman tentang interaksi ini sangat penting untuk pengembangan teknologi berbasis gelombang elektromagnetik. Namun, karena keterbatasan alat yang memadai untuk pengamatan propagasi gelombang elektromagnetik secara eksperimental, pendekatan numerik digunakan sebagai solusi untuk memodelkan interaksi gelombang elektromagnetik dengan material secara akurat.

Metode numerik seperti *Finite Element Method* (FEM) (Kwon and Bang, 2018), *Boundary Element Method* (BEM) (Hwu, 2021), dan *Method of Moments* (MoM) (Gibson, 2021) sering digunakan dalam pemodelan elektromagnetik. Meskipun efektif untuk aplikasi tertentu, setiap metode memiliki keterbatasan. Misalnya, FEM dan BEM memerlukan formulasi yang rumit untuk geometri kompleks, sedangkan MoM lebih sesuai untuk masalah dengan domain kecil karena keterbatasan skalanya.

Selain metode-metode tersebut, *Finite Difference Time Domain* (FDTD) merupakan salah satu pendekatan yang populer dalam simulasi medan elektromagnetik berbasis waktu. Diperkenalkan oleh Yee pada tahun 1966, metode ini terkenal karena kesederhanaannya dalam implementasi, serta kemampuannya untuk menangani geometri dan material yang kompleks (Yee, 1966). FDTD telah diadopsi secara luas, termasuk dalam bidang mendesain antenna (David dkk., 2023),

mendeteksi tumor payudara (Fitzgerald dkk., 2014), dan *Ground Penetration Radar* untuk mendeteksi ranjau (Sesnic dkk., 2018).

Penelitian ini fokus pada kondisi tanpa absorpsi dalam simulasi, di mana energi gelombang elektromagnetik diasumsikan sepenuhnya terdistribusi antara reflektansi dan transmitansi. Analisis reflektansi dan transmitansi dilakukan menggunakan Transformasi Fourier. Prinsip kekekalan energi, yang menyatakan bahwa jumlah reflektansi dan transmitansi harus mencapai 100%, digunakan sebagai dasar evaluasi validitas model.

Penelitian ini mengadopsi geometri satu dimensi, dengan domain numerik yang dibatasi oleh kondisi batas Dirichlet. Pendekatan ini mengacu pada metode yang dikembangkan oleh Gunawan (Gunawan, 2024) dalam studinya mengenai propagasi gelombang elektromagnetik satu dimensi. Dalam model ini, komponen medan listrik dan magnetik diarahkan sepanjang sumbu z , sementara material dengan permitivitas dan permeabilitas tertentu ditempatkan di dalam domain simulasi. Variasi fungsi sumber dan frekuensi maksimum digunakan untuk mengoptimalkan hasil simulasi. Pemilihan sumber yang tepat dapat meminimalkan kesalahan numerik serta meningkatkan efisiensi komputasi. Pendekatan ini bertujuan memberikan wawasan lebih mendalam mengenai interaksi gelombang elektromagnetik dengan material, sekaligus mendukung pengembangan aplikasi dalam berbagai teknologi modern.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis propagasi gelombang elektromagnetik satu dimensi dalam material non-magnetik dengan $\epsilon_r = 5$, serta pengaruh fungsi sumber gelombang (Gaussian dan Sinusoidal) terhadap karakteristik optik material tersebut.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman tentang interaksi medan listrik dan magnet, terutama dalam penerapan metode FDTD untuk menyelesaikan persamaan Maxwell. Dengan variasi fungsi sumber dan frekuensi maksimum, penelitian ini juga memberikan wawasan lebih dalam mengenai pemilihan sumber yang sesuai dengan kebutuhan simulasi.