

PENERAPAN FASILITAS GRAFIK PROGRAM SPREADSHEET UNTUK MEMPEROLEH KARAKTERISTIK PROPAGASI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK DALAM BAHAN DIELEKTRIK

¹Iryan Dwi Handayani, ²Agus Margiantono

^{1,2} Fakultas Teknik, Universitas Semarang, Jl. Soekarno Hatta Semarang

Email: iryandwi1201@gmail.com

Abstrak: Perkembangan iptek yang semakin pesat telah menghasilkan berbagai peralatan yang memanfaatkan gelombang elektromagnetik. Perumusan-perumusan yang terdapat dalam gelombang elektromagnetik sangatlah abstrak dan tidak mudah memahami fenomena yang didiskripsikan dalam perumusan tersebut. Untuk mempermudah memahami hal tersebut, dapat dilakukan melalui pemahaman grafik. Telah dilakukan penelitian dengan memanfaatkan fasilitas grafik program spreadsheet excel untuk memahami karakteristik propagasi gelombang elektromagnetik dalam bahan dielektrik, karakteristik tersebut dirumuskan melalui konsep reflektansi dan transmitansi sebagai fungsi sudut datang (θ) dan indeks bias bahan (n_1 dan n_2). Hasil yang diperoleh dari grafik menjelaskan banyak pengetahuan yang mudah dipahami dibandingkan yang diperoleh matematikanya saja, dari grafik yang diperoleh dapat dijelaskan terjadinya sudut Brewster (θ_B), pemantulan internal total, pada sudut datang ($\theta_i = 90^\circ$) semua gelombang akan dipantulkan, pada kondisi bahan $n_1 = n_2$ semua gelombang akan ditransmisikan.

Kata kunci : program spreadsheet, reflektansi, transmitansi

1. PENDAHULUAN

Perkembangan iptek yang semakin pesat dewasa ini, telah menghasilkan bermacam-macam peralatan mutakhir yang dapat menunjang terpenuhinya kebutuhan hidup. Sebagai bangsa yang berkembang, sebaiknya tidak hanya memanfaatkan teknologi saja, tetapi dituntut untuk menciptakan peralatan-peralatan baru yang berkualitas. Pemanfaatan gelombang elektromagnetik dalam menghasilkan berbagai peralatan mutakhir inilah yang menuntut kita untuk mengetahui dan memahami perumusan yang terdapat dalam gelombang elektromagnetik. Perumusan gelombang elektromagnetik sangatlah abstrak dan tidak mudah untuk memahami fenomena yang didiskripsikan dalam perumusan tersebut.

Sedangkan pada saat ini, komputer adalah suatu perangkat modern yang mempunyai banyak kelebihan, diantaranya adalah kemampuan numeriknya yang bagus, dapat

memvisualisasikan grafik dan pengoperasiannya tidak sulit. Oleh karena itu, dengan memanfaatkan fasilitas-fasilitas yang diberikan komputer, perumusan-perumusan gelombang elektromagnetik yang abstrak akan lebih mudah dipahami. Visualisasi dari grafiknya dapat memberikan kemudahan bagi mahasiswa untuk lebih memahami materi yang diberikan.

Dari uraian di atas, maka penulis akan melakukan penelitian tentang karakteristik propagasi gelombang elektromagnetik dalam bahan dielektrik sebagai fungsi sudut datang dan indeks bias, kemudian akan membuat sebuah bentuk (format) pembelajaran tentang karakteristik propagasi gelombang elektromagnetik dalam bahan dielektrik sebagai fungsi sudut datang dan indeks bias dengan memanfaatkan microsoft excel.

Pembelajaran berbantuan komputer dengan menggambar grafik pada materi kalor dan hukum Ohm dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan

berkomunikasi ilmiah (Connery, 2007). Microsoft excel adalah program aplikasi spreadsheet yang paling populer dan paling banyak digunakan saat ini, yang akan membantu dalam menghitung, memproyeksikan, menganalisa dan mempresentasikan data. Simulasi dengan menggunakan spreadsheet excel menyajikan simulasi osilasi harmonik sederhana dan simulasi osilasi harmonik teredam (i) dapat mengurangi terjadinya miskonsepsi konsep yang abstrak (Putri dan Pujayanto, 2015). Fasilitas spreadsheet juga dapat diimplementasikan dalam analisis numerik pada persamaan diferensial, persamaan gelombang dan persamaan laplace (Mark, 2016). Beberapa materi yang bisa diselesaikan dengan (ii) memanfaatkan spreadsheet excel di dalam model matematika antara lain limit (Jan and Sona, 2017). Kemampuan berkomunikasi ilmiah juga meningkat dengan menggunakan bahan ajar SMA berbasis spreadsheet (Sutardi, 2010).

Kemampuan spreadsheet excel dapat juga memecahkan masalah persamaan gelombang elektromagnetik yang sulit dimengerti makna fisisnya jika hanya dilihat rumusnya saja, dengan memanfaatkan fasilitas grafik di spreadsheet maka rumusan gelombang dapat mudah dipahami makna fisisnya (Lau and Kuruganty, 2010). Selain itu, pendekatan yang menekankan pada pengalaman berbasis spreadsheet memudahkan guru memaknai generalisasi serta mengapresiasi kreasi penambahan sejumlah konsep dengan tingkat abstraksi yang juga meningkat (I Nyoman, 2010).

Gelombang elektromagnetik merupakan perwujudan dari pola perambatan gelombang yang terjadi karena adanya usikan (osilasi) medan listrik dan medan magnet, umumnya dapat diselesaikan dengan persamaan Maxwell (Taufik, 2001). Dalam ruang hampa dimana tidak ada sumber (muatan dan arus), persamaan Maxwell dapat ditulis:

$$(i) \nabla \cdot \vec{E} = 0$$

Merupakan perwujudan hukum Gauss yang menyatakan bahwa jumlah garis gaya medan listrik yang menembus suatu permukaan tertutup sebanding dengan jumlah muatan yang dilingkupi permukaan tersebut. Karena di dalam ruang hampa yang tidak ada muatan dan arus, maka jumlah muatan sama dengan nol.

$$(ii) \nabla \cdot \vec{B} = 0$$

Persamaan ini juga merupakan hukum Gauss yang menyatakan bahwa fluks medan magnet yang menembus suatu permukaan tertutup sama dengan nol, serta tidak adanya sumber medan berupa muatan magnetik.

$$(iii) \nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

Persamaan tersebut mengungkap pengaruh medan magnet yang berubah terhadap waktu atau medan listrik timbul karena perubahan medan magnet.

$$(iv) \nabla \times \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

Persamaan Maxwell ini berarti bahwa medan magnet timbul karena perubahan medan listrik.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahapan, yaitu :

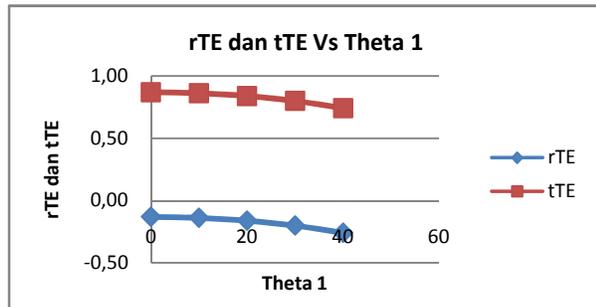
Tahapan yang pertama dilakukan adalah studi literatur untuk memecahkan perumusan gelombang elektromagnetik, kemudian memasukkan rumusan yang diperoleh dengan memanfaatkan fasilitas grafik spreadsheet excel. Grafik diperoleh dengan mengubah variabel sudut datang dan indeks bias antara dua medium, untuk reflektansi dan transmitansi.

Tahapan kedua adalah membahas grafik yang diperoleh dan membaca gejala alam serta arti fisis yang diperoleh grafik tersebut.

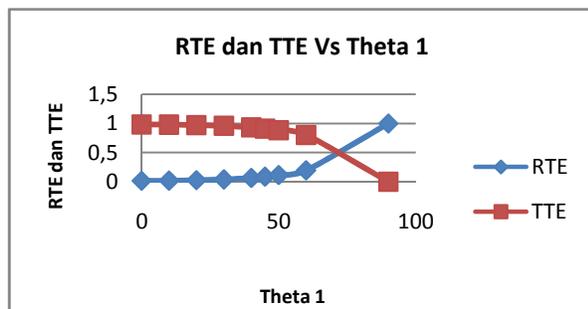
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Reflektansi dan Transmittansi terhadap Sudut Datang θ_1 dengan $n_1=1$ dan $n_2=1,5$

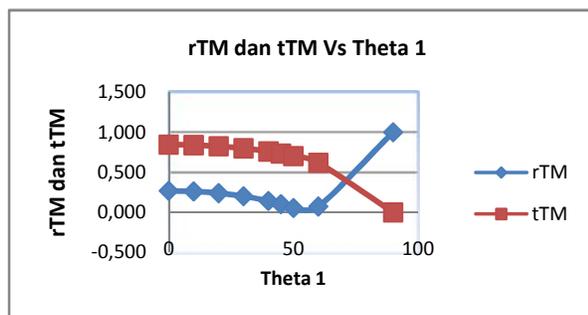
Pada pembuatan grafik ini, harga n_1 dan n_2 dibuat konstan dengan θ_1 bervariasi. Diperoleh grafik sebagai berikut:



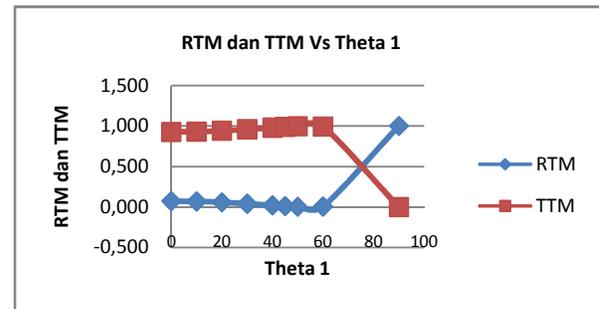
Gambar 1. Grafik koefisien reflektansi dan transmittansi mode TE terhadap sudut datang θ_1



Gambar 2. Grafik reflektansi dan transmittansi mode TE terhadap sudut datang θ_1



Gambar 3. Grafik koefisien reflektansi dan transmittansi mode TM terhadap sudut datang θ_1



Gambar 4. Grafik reflektansi dan transmittansi mode TM terhadap sudut datang θ_1

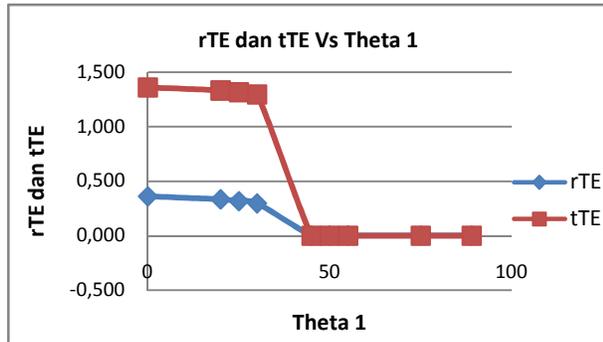
Dari grafik pada gambar 1, 2, 3, dan 4 terlihat bahwa:

Pada kasus polarisasi TE, koefisien reflektansi berharga negatif, yang berarti bahwa gelombang ini akan memiliki arah berlawanan fase. Sedangkan polarisasi TM, koefisien reflektansinya semula negatif kemudian pada besar sudut datang (θ_1) tertentu akan kembali positif, sampai pada r_{TE} berharga maksimal ($r_{TE} = 1$) pada $\theta_1 = 90^\circ$.

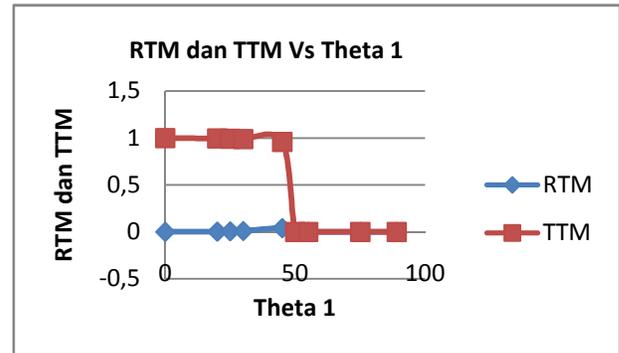
Pada kondisi sudut datang tertentu, gelombang TE masih ada yang dipantulkan, tetapi gelombang TM sudah tidak ada yang dipantulkan lagi ($R_{TM}=0$). Hal ini berarti terjadi polarisasi pada sudut Brewster (θ_B). Pada gelombang yang datang dengan $\theta_1=90^\circ$, maka semua gelombang akan dipantulkan seluruhnya ($R=1$ dan $T=0$), berlaku untuk polarisasi TE maupun TM.

3.2 Karakteristik Reflektansi dan Transmittansi terhadap Sudut Datang θ_1 dengan $n_1=1,5$ dan $n_2=1$

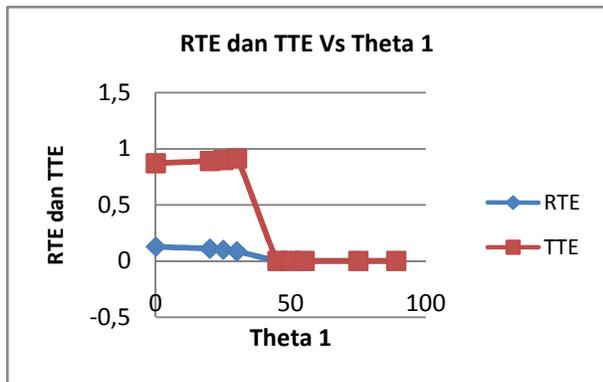
Pada pembuatan grafik ini, harga n_1 dan n_2 dibuat konstan, yaitu $n_1 = 1,5$ dan $n_2 = 1$ dengan θ_1 dibuat bervariasi. Akan dihasilkan grafik sebagai berikut:



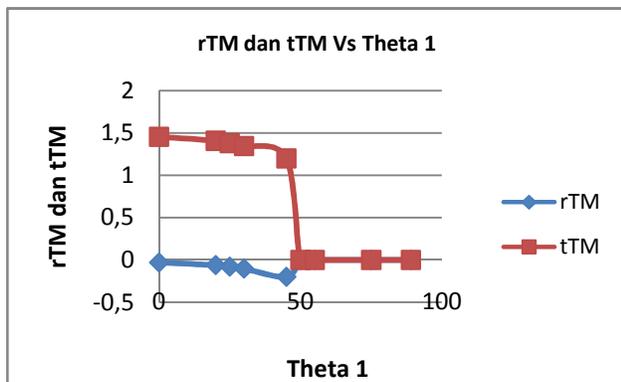
Gambar 5. Grafik koefisien reflektansi dan transmitansi mode TE terhadap sudut datang



Gambar 8. Grafik reflektansi dan transmitansi mode TM terhadap sudut datang.



Gambar 6. Grafik reflektansi dan transmitansi mode TE terhadap sudut datang

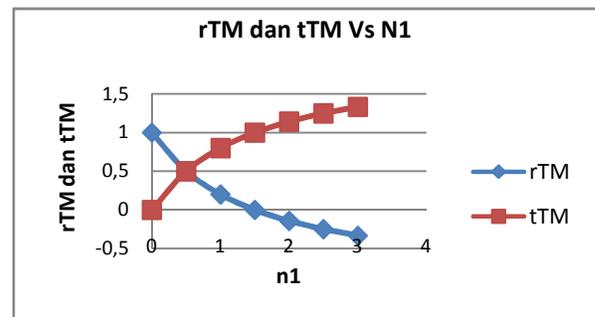


Gambar 7. Grafik koefisien reflektansi dan transmitansi mode TM terhadap sudut datang

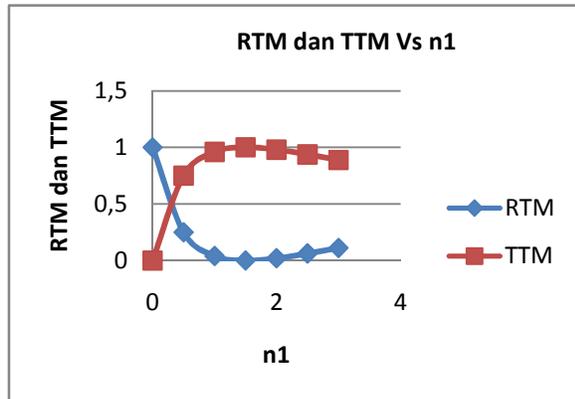
Dari grafik pada gambar 5, 6, 7, dan 8 terlihat bahwa pemantulan total terjadi pada sudut datang θ_1 besarnya melebihi dari sudut kritis (θ_k). Dan sudut kritis itu sendiri terjadi apabila sudut biasnya $\theta_2 = 90^\circ$, dan gelombang datang dari medium rapat menuju medium kurang rapat. Pada grafik juga terlihat pada sudut datang tertentu nilai koefisien reflektansi dan transmitansinya konstan, yaitu sama dengan 0.

3.3 Karakteristik Reflektansi dan Transmitansi terhadap Indeks Bias (n_1) Mode TM

Dalam pembuatan grafik reflektansi dan transmitansi terhadap indeks bias n_1 , indeks bias (n_2) dan besar sudut datang (θ_1) dibuat tetap yaitu $n_2=1,5$ dan $\theta_1=30^\circ$, sedangkan n_1 bervariasi antara 0-3. Akan diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 9. Grafik koefisien reflektansi dan transmitansi mode TM terhadap indeks bias n_1



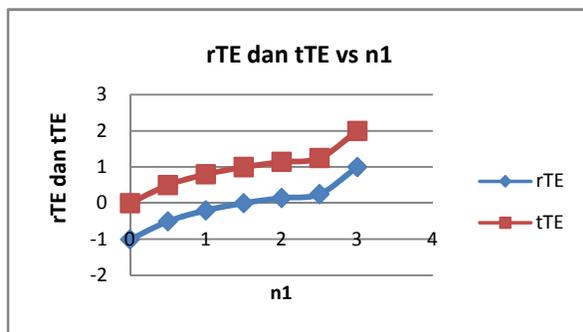
Gambar 10. Grafik reflektansi dan transmitansi mode TM terhadap indeks bias n_1

Pada grafik gambar 9 dan 10 terlihat bahwa pada saat:

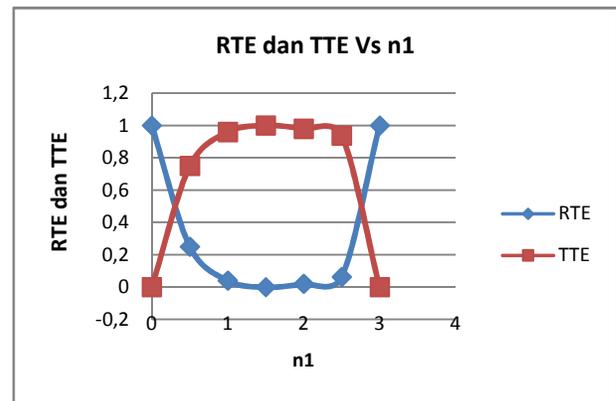
- $n_1 < n_2$, grafik R_{TM} akan menurun dengan harga $0 < R_{TM} < 1$ dan grafik T_{TM} akan semakin naik dengan harga $0 < T_{TM} < 1$.
- $n_1 = n_2$, harga $R_{TM} = 0$ dan $T_{TM} = 1$, pada saat ini berarti seluruh gelombang yang datang akan ditransmisikan seluruhnya dan tidak ada yang dipantulkan (medium homogen).

3.4 Karakteristik Reflektansi dan Transmitansi terhadap Indeks Bias (n_1) Mode TE

Dalam pembuatan grafik reflektansi dan transmitansi terhadap indeks bias n_1 , indeks bias (n_2) dan besar sudut datang (θ_1) dibuat tetap yaitu $n_2 = 1,5$ dan $\theta_1 = 30^\circ$, sedangkan n_1 bervariasi antara 0-3. Akan diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 11. Grafik koefisien reflektansi dan transmitansi mode TE terhadap indeks bias n_1



Gambar 12. Grafik reflektansi dan transmitansi mode TE terhadap indeks bias n_1

Pada gambar 12, grafik menunjukkan pada saat $n_1 = 2n_2$ terjadi perulangan secara periodik.

4. SIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan:

Untuk karakteristik propagasi GEM dalam batas dua medium dielektrik sebagai fungsi sudut datang memperlihatkan adanya polarisasi pada sudut Brewster, gelombang datang dengan sudut datang $\theta_1 = 90^\circ$ akan dipantulkan dan terjadi pemantulan total pada sudut datang $\theta_1 > \theta_k$.

Untuk karakteristik propagasi GEM dalam batas dua medium dielektrik sebagai fungsi indeks bias memperlihatkan adanya seluruh gelombang yang datang akan ditransmisikan (tidak ada yang dipantulkan) pada saat $n_1 = n_2$ (medium homogen) dan saat $n_1 = 2n_2$ akan terjadi perulangan secara periodik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Connery, K.F. 2007. *Graphing Predictions Enhancing Higher Order Thinking Skills in Science and Mathematics*. Washington: National Academy Press.
- I Nyoman, S. 2010. *Mempelajari Konsep Matematika yang Tersembunyi pada Tabel Perkalian melalui*

- Spreadsheet*. JPTK UNDIKSHA. Vol.7(1).1-12.
- Jan, B., and Sona, C. 2017. *Free Fall in Vacuum and in the Air-Calculating Limits Using a Real Example and Demonstrating the Limiting Process to High School Students Using Excel*. Electric Journal Spreadsheet in Education. Vol 9(3). 1-13.
- Lau, M.A., dan Kuruganty, S.P. 2010. *Spreadsheet Implementations for Solving Boundary-Value Problems in Electromagnetics*. Electric Journal Spreadsheet in Education. Vol. 4(1). 1-18.
- Lau, M.A. 2016. *Spreadsheet Implementation of Numerical and Analytical Solutions to Some Classical Partial Differential Equations*. Electric Journal Spreadsheet in Education. Vol. 9(1). 1-45.
- Putri, S., dan Pujayanto. 2015. *Media Pembelajaran Menggunakan Spreadsheet Excel untuk Materi Osilasi Harmonik Teredam*. Prosiding SNFPF. Vol 6(1). 263-269
- Sutardi. 2010. *Pengembangan Bahan Ajar Fisika SMA Berbasis Spreadsheet untuk Meningkatkan Kemampuan Siswa Berkomunikasi Ilmiah*. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIV HFI Jateng. 168-179.
- Taufik. 2001. *Gelombang dan Optik*. Bandung: UPI.