

Menentukan Permittivitas dan Permibialitas Eceng Gondok dengan Metode Free Space Measurment

Aryani Rombekila

Program Studi Teknik Listrik Politeknik Amamapare Timika Papua

Corresponding Author: Aryani Rombekila

Penulis Pertama Telp: 081342630483

E-mail: aryanirombekila@gmail.com

Abstrak

Material penyerap gelombang elektromagnetik merupakan sebuah bahan yang dapat menyerap dan melemahkan gelombang elektromagnetik. Saat ini material penyerap gelombang elektromagnetik banyak digunakan sebagai isolator untuk melindungi interferensi gelombang elektromagnetik yang diakibatkan oleh medan elektromagnetik luar dan gelombang elektromagnetik yang ditimbulkan oleh modul radio frekuensi (RF) yang dapat mengganggu unjuk kerja suatu sistem radio tetapi menggunakan material yang tidak ramah lingkungan dan mahal harganya. Eceng gondok merupakan salah satu jenis tumbuhan air mengapung yang memiliki kecepatan tumbuh yang sangat tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Kandungan karbon yang terdapat pada material tersebut mampu menjadi bahan absorber untuk gelombang elektromagnetik di frekuensi 4 GHz – 8 GHz. Penyerapan pada daerah frekuensi resonansi dapat ditunjukkan oleh nilai permitivitas dan permeabilitas dari material tersebut. Metode Free Space Measurment di gunakan untuk mendapatkan nilai S Parameter, reflection loss (S_{11}) dan nilai transmission loss (S_{21}) dengan menggunakan dua buah antenna horn yang di hubungkan dengan peralatan alat ukur Vektor Network Analyser (VNA) type E5071C.

Kata Kunci: Permibialitas, Permittivitas, Eceng Gondok, Vector Network Analyzer (VNA)

1. PENDAHULUAN

Permittivitas adalah konstanta yang melambangkan rapatnya fluks listrik dalam suatu bahan jika diberi potensial listrik. Permittivitas diartikan juga sebagai ukuran dari hambatan dalam membentuk medan listrik melalui media. Permittivitas dan permeabilitas kompleks pada bahan magnetik dan dielektrik sangat berguna untuk mengetahui sifat-sifat kelistrikan dan kemagnetan material terhadap respon gelombang elektromagnetik [1]. Sifat Dielektrik material sangat bergantung kepada frekuensi, homogenitas dan anisotropi serta kekasaran permukaan bahan [2], [3]. Umumnya nilai permittivitas relatif ditentukan dalam bentuk bilangan kompleks yang terdiri atas dua bagian yaitu bagian real dan imajiner. Gelombang mikro (*microwave*) adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi yang sangat tinggi, yaitu di atas 300 MHz (3×10^5 Hz). Terdapat tiga nada frekuensi yang termasuk ke dalam frekuensi gelombang mikro ini yaitu *Ultra High Frequency (UHF)*, *Super High Frequency (SHF)* dan *Extremely High Frequency (EHF)*. Ada beberapa fenomena yang terjadi ketika gelombang elektromagnetik merambat pada suatu medium, yaitu:

a. Pemantulan (*Reflection*)

Setiap kali gelombang elektromagnetik merambat pada permukaan halus, sebagian gelombang akan tercermin. Pemantulan ini dapat dianggap sebagai spekulat, sudut masuknya gelombang ke permukaan akan sama dengan sudut sinyal di pantulkan.

b. Hamburan (*Scattering*)

Hamburan terjadi ketika suatu gelombang elektromagnetik merambat pada permukaan yang kasar atau tidak teratur sehingga menyebabkan refleksi terjadi dalam berbagai arah.

c. Pembiasan (*Refraction*)

Pembiasan merupakan perambatan dari satu medium ke medium lainnya yang mengakibatkan pembelokkan arah rambat gelombang.

d. Penyerapan (*Absorbstion*)

Penyerapan terjadi pada saat gelombang menabrak suatu material sehingga menyebabkan gelombang melemah atau teredam.

S_{11} adalah perbandingan gelombang yang masuk melalui terminal 1 dan gelombang terefleksi kembali ke terminal 1, sedangkan S_{21} adalah perbandingan

gelombang yang masuk dari terminal 1 terhadap gelombang yang di teruskan ke terminal 2.



Gambar 1. Eceng Gondok

Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) salah satu jenis tumbuhan air mengapung dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Kandungan Karbon pada eceng gondok sebesar 32-35 % [4] merupakan alasan yang tepat untuk memilih melakukan penelitian terhadap eceng gondok sebagai bahan alternative material peyerap gelombang elektromagnetik

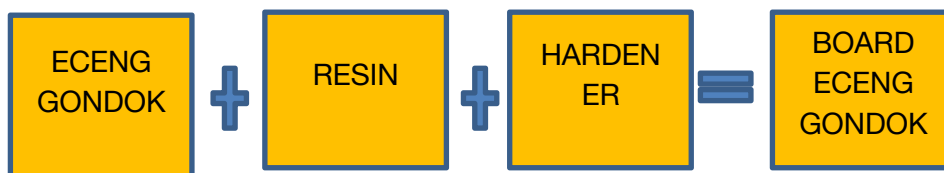
Permitivitas dan permibialitas kompleks pada bahan magnetic dan dielektrik sangat berguna untuk mengetahui sifat-sifat kelistrikan dan kemagnetan material terhadap respon gelombang elektromagnetik. Besarnya permitivitas kompleks dan permibialitas material dielektrik dapat di nyatakan sebagai berikut [5] :

$$\epsilon^* = \epsilon' - j\epsilon'' \dots\dots\dots(1)$$

$$\mu^* = \mu' - j\mu'' \dots\dots\dots(2)$$

Dimana : ϵ' = tetapan dielektrik
 ϵ'' = factor kehilangan dielektrik

2. METODE



Gambar 1. Alur proses pembuatan board

Untuk menentukan nilai permitivitas dan permeabilitas dari material di dasarkan pada nilai parameter (S-parameter) yaitu S_{11} real dan imajiner serta nilai S_{21} real dan imajiner dengan menggunakan teknik pengukuran yang umum yaitu pengukuran ruang bebas [5]. S_{11} adalah perbandingan gelombang yang masuk melalui terminal 1 dan gelombang terefleksi kembali ke terminal 1, sedangkan S_{21} adalah perbandingan gelombang yang masuk dari terminal 1 terhadap gelombang yang di teruskan ke terminal 2.

Tabel 1. Tabel komposisi Eceng Gondok dengan Resin Epoxy

No	Kode Sampel Eceng Gondok (EG)	Eceng Gondok (%)	Resin Epoxy (%)
1	EG 50	50	50
2	EG 60	60	40
3	EG 70	70	30

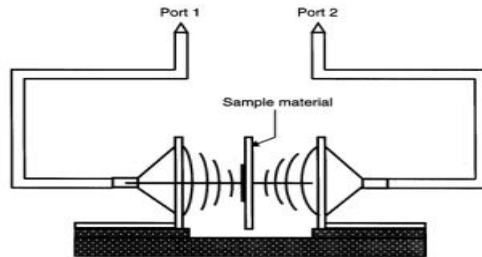
Metode yang penting untuk menentukan permitivitas kompleks yang didasarkan pada nilai parameter hamburan (S-parameter) dari pandu gelombang, dengan menganggap gelombang elektromagnetik merambat dengan murni transversal elektromagnetik (TEM) [6]. S-Parameter merupakan signal hamburan yang ditransmisikan dalam perangkat VNA yang menggambarkan karakteristik sebuah perangkat waveguide dengan MUT dengan ukuran 8 cm x 16 cm dengan tebal 2 mm. yang telah dikalibrasi sebelumnya.



Gambar 3. Vektor Network Analyser E5071C.

Pengukuran dilakukan, dengan perangkat Vektor Network Analyzer (VNA) type E5071C. Sebelum pengukuran perangkat VNA dikalibrasi terlebih dahulu untuk menghindari adanya kesalahan dalam pengukuran. Material di letakkan tegak lurus di

antara dua buah antenna horn seperti pada gambar 4 dan diberi penahan supaya material tidak jatuh. Dimensi board material semua sama ukurannya adalah 8 cm x 16 cm dengan tebal 2 mm.



Gambar 4. Free space Measurement

Adapun perhitungan permitivitas dan permibialitas dengan persamaan sebagai berikut [7],[8],[9] :

$$S_{11} = \frac{T(1-T^2)}{(1-\Gamma^2T^2)} \dots\dots\dots(3)$$

$$S_{21} = \frac{T(1-\Gamma^2)}{(1-\Gamma^2T^2)} \dots\dots\dots(4)$$

Parameter S_{11} dan S_{21} ini dapat di peroleh langsung dari Vektor Network Analyser (VNA) pada saat kita melakukan pengukuran.

Koefisien refleksi dapat di hitung sebagai berikut :

$$\Gamma = x \sqrt{x^2 - 1} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana $|\Gamma| < 1$

$$X = \frac{S_{11}^2 - S_{21}^2 + 1}{2S_{11}} \dots\dots\dots(6)$$

Koefisien transmisi transmisi di tuliskan sebagai berikut :

$$T = \frac{S_{11} + S_{21} - \Gamma}{1 - (S_{11} + S_{21})\Gamma} \dots\dots\dots(7)$$

$$\epsilon_r = \frac{\lambda_0^2}{\mu_r} \left(\frac{1}{\lambda_c^2} - \left[\frac{1}{2\pi L} \ln \left(\frac{1}{T} \right) \right]^2 \right) \dots\dots\dots(8)$$

Dimana λ_0 adalah free space wavelength dan λ_c adalah cut off wavelength dan

$$\frac{1}{A^2} = \left(\frac{\epsilon_r^2 \mu_r^2}{\lambda_0^2} - \frac{1}{\lambda_c^2} \right) = - \left(\frac{1}{2\pi L} \ln \left(\frac{1}{T} \right) \right)^2 \dots\dots\dots(9)$$

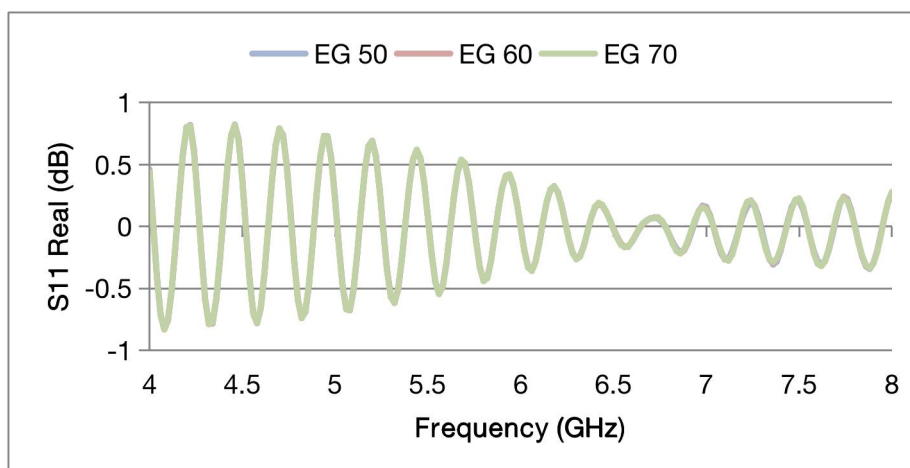
Sehingga permitivitas dapat di jabarkan sebagai berikut :

$$\mu_r = \frac{1+\Gamma_1}{\Lambda(1-\Gamma)} \sqrt{\frac{1}{\lambda_0^2} - \frac{1}{\lambda_c^2}} \dots\dots\dots (10)$$

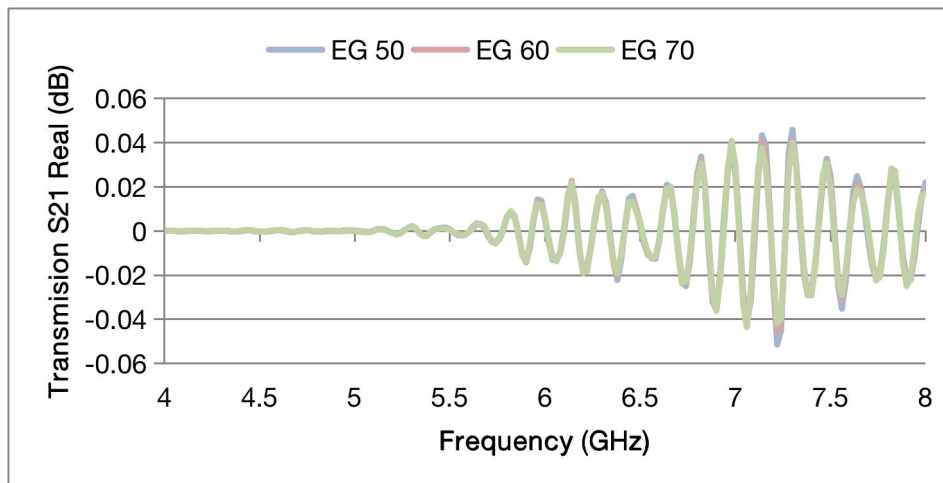
Untuk membantu proses perhitungan, digunakan alat bantu yaitu program matlab guna mempermudah melakukan olah data. Program matlab ini hanya dijadikan sebagai user-interface untuk mempersingkat waktu perhitungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kinerja yang dapat diterima untuk penyerap gelombang elektromagnetik adalah memiliki kehilangan pantulan (S_{11} dalam grafik) yang lebih baik di bawah nilai dari -10 dB. Kinerja yang diinginkan adalah untuk mencapai kerugian refleksi rata-rata yang lebih baik adalah nilai di bawah -30 dB. Dari hasil pengukuran material sampel yang telah dilakukan, belum memberikan hasil yang berupa data nilai permitivitas. Data yang diperoleh dari pengukuran ini adalah nilai S_{11} real dan S_{11} imajiner serta nilai S_{21} real dan S_{21} imajiner. Hasil data inilah yang akan di olah terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai permitivitas dan permibialitas.

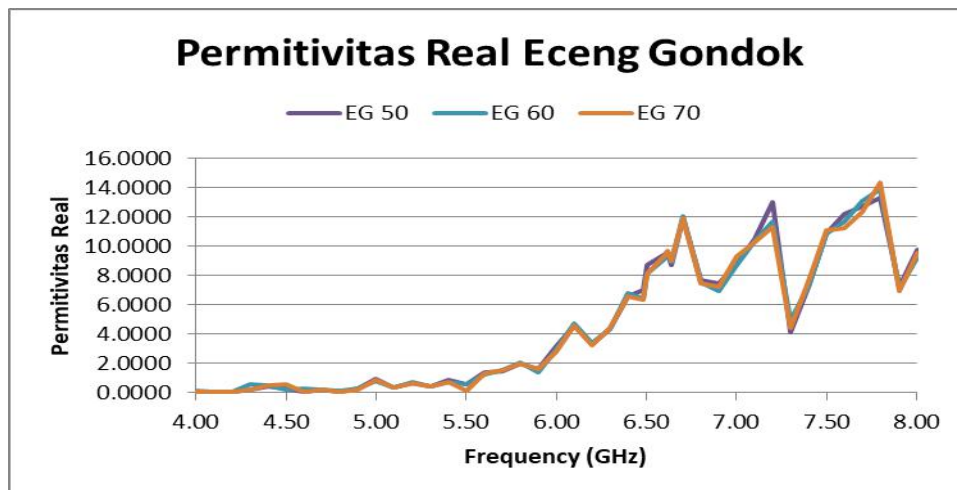


Gambar 4. Grafik Nilai S Parameter untuk S_{11} real



Gambar 5. Grafik Nilai S Parameter untuk S_{21} real

Nilai S_{11} real untuk masing-masing sampel memiliki nilai yang sama untuk range frekuensi 4 GHz – 8 GHz seperti terlihat pada Gambar 4 dan nilai pada S_{21} real untuk masing-masing sampel memiliki nilai juga yang sama untuk range frekuensi 6 GHz – 8 GHz seperti ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 6. Permittivitas Real

Nilai Permittivitas eceng gondok (gambar 6) tertinggi adalah EG70 (14,37) pada frekuensi 7.80 GHz, EG60 (13,91) pada frekuensi 7.80 GHz, EG50 (13,33) pada frekuensi 7.80 GHz.

4. KESIMPULAN

Perhitungan permitivitas (ϵ) kompleks Eceng Gondok dengan menggunakan parameter hamburan sangat fleksibel untuk menentukan sifat kompleks kelistrikan dan kemagnetan bahan. Hasil pengukuran permitivitas kompleks Eceng Gondok menunjukkan nilai yang cukup signifikan, terutama terutama pada daerah frekuensi 7.80 GHz. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa material Eceng Gondok mampu merubah sifat dielektrik bahan.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Politeknik Amamapare Timika Papua dan ketua LPPM politeknik Amamapare yang telah memberikan semangat dan pendanaan pada penelitian ini.

6. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Priyono, Nur Abidin dan Iis Nurhasanah “Pengukuran Permitivitas Kompleks Material Magnetik Menggunakan Metode S-Parameter Dengan Pendekatan Nicolson Rose-Weir” ISSN : 1410 – 9662, Vol. 22, No. 2, April 2019, Hal. 56-61
- [2] Chang CS, Agarwal AP. Fine line thin dielectric circuit board characterization. IEEE Proc. 44th Electronic Components and Technology Conf. 1994;564-569.
- [3] Dong KY, Young H, Kwan J, Bong J, Chong C. Effects sheet thickness on the electromagnetic wave absorbing characterization of $\text{Li}_{0.375}\text{Ni}_{0.375}\text{Zn}_{0.25}$ ferrite composite as a radiation absorbent material. J. Electromagnetic engineering and Science. 2016;16(3):150-158.
- [4] Adisorn Nuan, Niwat Angkawisitpan, Nawarat Piladaeng, Arnuchit Phankam, Nantanaporn Tiabpat, Pei Cheng Ooi, “Design and Fabrication of Microwave Absorbers Using Water Hyacinth” vol. 3, no. 1, January-June 2017.
- [5] D. K. Ghodgaonkar, V. V. Varadan, V. K. Varadan “Free-Space Measurement of Complex Permittivity and Complex Permeability of Magnetic Materials at Microwave Frequencies”, Vol 39. no 2. April 1990
- [6] Ferraris S, Savi P, Maio I. Complex permittivity determination from measured scattering parameter of TEM waveguide. International Conference proceeding IEEE. 2011.

- [7] Yana Taryanaa, Azwar Manafb, Nanang Sudrajata, Yuyu Wahyua,” Material Penyerap Gelombang Elektromagnetik Jangkauan Frekuensi Radar”, Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia Vol. 28 No.1 Juni 2019
- [8] A. Rombekila “Material Peredam Radiasi Elektromagnetik Perangkat Komunikasi Bergerak Menggunakan *Eichhornia Crassipes*” Prosiding Seminar Nasional SMIPT 2020, vol. 3, no. 1, 2020
- [9] Rahmat, Mohammad Basuki, Afif Zuhri Arfianto, Eko Setijadi, and Ahmad Mauludiyanto. "Test of microwave absorber of rice husk and burned rice husk." In 2017 International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture, and Industrial Automation (ICAMIMIA), pp. 331-333. IEEE, 2017