

Menentukan Konstanta Dielectric Sekam sebagai Bahan Microwave Absorber menggunakan Metode *Free Space Measurement*

Pranowo Sidi^[1], Mohammad Basuki Rahmat^[2]

Jurusan Teknik Permesinan Kapal^[1]

Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal^[2]

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Surabaya, Indonesia

Email : mbasuki.rahmat@gmail.com

Abstract— Bahan absorber merupakan komponen penting dari anechoic chamber. Absorber sangat menentukan, karena berfungsi untuk meredam pantulan gelombang, sehingga tidak ada gelombang pantul yang akan mempengaruhi kinerja alat yang sedang diuji di ruangan anechoic chamber. Ada banyak bahan absorber yang sudah digunakan diantaranya adalah polyurethane. Alternatif bahan alami untuk membuat absorber sedang dikembangkan untuk mendapatkan bahan yang ramah lingkungan.

Permasalahannya adalah belum diketahuinya nilai konstanta dielectric dari bahan tersebut. Nilai konstanta dielectric ini diperlukan karena digunakan untuk proses simulasi untuk melihat respon penyerapan gelombang. Hasil simulasi ini akan dibandingkan dengan hasil pengukuran. Makalah ini fokus pada penjelasan untuk menentukan konstanta dielectric bahan sekam dengan menggunakan metode free space measurement.

Metode free space measurement ini menggunakan dua buah antena horn yang berfungsi sebagai antena pemancar dan antena penerima. Dimana kedua antena dihubungkan dengan peralatan ukur VNA. Sekam yang sudah dibuat board ditempatkan diantara dua antena horn tersebut. Pengukuran dilakukan untuk mendapatkan nilai Reflection loss dan nilai dari koefisien transmisi. Selanjutnya nilai tersebut digunakan untuk menentukan nilai konstanta dielectric

Keywords: *Absorber, Sekam, Free Space Measurement, Anechoic Chamber, Konstanta Dielectric*

I. PENDAHULUAN

Sekam merupakan limbah padi yang dihasilkan setelah proses penggilingan padi dilakukan. Ada tiga produk yang dihasilkan ketika proses penggilingan padi dilakukan yaitu: sekam, beras dan dedak. Biasanya perlakuan sekam dilakukan dengan membakarnya, tetapi ada juga yang menggunakannya sebagai media tanam tanaman. Melimpahnya limbah sekam ini berdampak pada lingkungan. Pemanfaatan sebagai biomass energi juga dilakukan. Selain itu sangat dibutuhkan juga inovasi untuk memanfaatkannya sebagai bahan absorber [1]-[2].

Sekam menjadi bahan alternatif sebagai bahan absorber. Kandungan karbon yang cukup menjadikan

sebuah alasan untuk melakukan investigasi bahan sekam tersebut [3]. Dengan adanya kandungan karbon tersebut sekam mampu menjadi bahan absorber dengan kinerja penyerapan yang baik. Penyerapan gelombang electromagnetic menjadi penting, untuk menjamin kinerja dari RF anechoic chamber [4]. Microwave absorber menjadi bahan utama yang digunakan di anechoic chamber.

Sifat penting absorber adalah permitifitas bahan absorber atau disebut sebagai konstanta dielectric dan loss tangent. Permitifitas dari bahan mempunyai representasi matematis real dan imajiner. Bagian real menentukan jumlah energi electrostatis yang tersimpan dalam bahan ditentukan per unit volume. Sedangkan bagian imajiner disebut juga sebagai rugi energi (energy loss) merupakan representasi notasi matematis [5]. Loss tangent menunjukkan adanya disipasi daya atau disipasi energi dari gelombang datang [6].

Tipe RF absorber dibagi menjadi dua (2) tipe yaitu tipe untuk frekuensi tinggi (1 GHz – 300 GHz). Dan tipe untuk frekuensi (30 MHz – 1000 MHz). Bentuk absorber mempengaruhi kinerja absorber. Terdapat berbagai bentuk absorber antara lain bentuk piramid, wedge, walkway, convoluted, ferite tile, oblique dan metamaterial [5]-[7]

II. PEMBUATAN PARTIKEL BOARD DARI SEKAM

Sekam sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1, didapatkan dari penggilingan padi didaerah lumajang. Setelah sekam terkumpul, Selanjutnya sekam dicacah untuk menjadikan sekam menjadi bentuk lebih kecil. Proses ini dilakukan untuk mempermudah proses pengadukan dan pencampuran. Untuk mencacah sekam menjadi ukuran lebih kecil digunakan alat pencacah yaitu hammer mill type K1020, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Sekam padi



Gambar 2. Hammer mill type K1020

Hasil sekam cacah, selanjutnya diproses dengan mencampurkan sekam dengan resin dan hardener. Resin yang digunakan adalah BTQ1507 dan hardner. Dimensi board yang dibuat adalah 30 cm x 30 cm. Komposisi jumlah sekam dibandingkan dengan resin adalah 50:50. Pada makalah ini, board dibuat dengan komposisi 1.68 kg sekam dicampur dengan 1.68 resin dan hardner. Setelah sekam dicampur dengan resin dan hardner. Selanjutnya campuran dimasukkan dalam cetakan board. Setelah itu, agar mendapatkan hasil yang baik dilakukan proses pengepressan. Gambar 3, menjelaskan proses pembuatan dan pengepressan board.

Setelah 3 hari, cetakan dilepas. Hasil partikel board yang dibuat ditunjukkan pada gambar 4. Alur proses pembuatan partikel board sekam mengikuti alur sebagaimana ditunjukkan pada gambar 5. Dimana sekam dicampur dengan resin yang telah diberi hardener dengan komposisi tertentu. Selanjutnya diaduk merata. Setelah merata, campuran dituangkan dalam cetakan board.



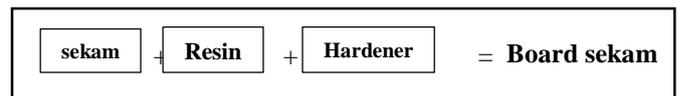
Gambar 3. Proses pembuatan board

III. PENGUKURAN REFLECTION LOSS

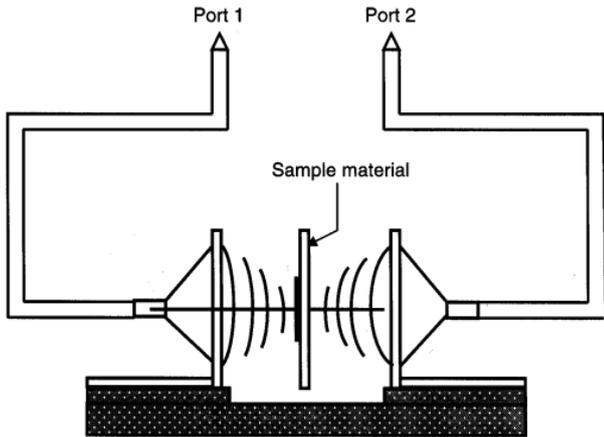
Metode Free Space Measurement merupakan metode untuk menentukan S_{11} dan S_{21} [7]. Gambar 6, menjelaskan bagaimana merancang rangkaian pengukuran dengan metode ini. Metode ini menggunakan sepasang antenna Horn, dan sebuah VNA (Vektor Network Analyser).



Gambar 4. Partikel board sekam



Gambar 5. Alur proses pembuatan board



Gambar 6. VNA

Analysir (VNA) dimana dihubungkan dengan antena horn sebagai pemancar. Dan port 2, merupakan port 2 dari VNA yang dihubungkan dengan antena horn berfungsi sebagai antena penerima. Peralatan yang diperlukan untuk menguji adalah (1) vektor network analyser, dalam pengukuran ini menggunakan Anritsu VNA Master, Model: MS2034B, (2) penahan absorber, (3) Absorber, yaitu board sekam, (4) 2 (dua) buah antena horn.

Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 7, absorber sebagai material under test (MUT) diletakkan diantara kedua antena yang berfungsi sebagai pemancar dan penerima. Antena yang digunakan ditunjukkan pada gambar 8. Adapun spesifikasi antena adalah dimensi panjang x lebar berturut-turut, 24.5 cm x 14 cm, dengan kemampuan kerja operasi di frekuensi 1 GHz sampe 18 GHz. Dimensi absorber adalah 30 cm x 30 cm x 1 cm. Sedangkan perangkat VNA ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 7. Pengukuran Reflection loss dan Return Loss

Board absorber sebagai benda ujinya ditempatkan tegak lurus dengan dasar. Dan ditahan dengan penahan. Penahan berfungsi agar sample tidak jatuh. Tanpa penahan akan

menyebabkan bergesernya MUT. Sehingga menyebabkan pengukuran tidak akurat.



Gambar 8. Antenna Horn

Penempatan benda uji board diletakkan diantara kedua antena dengan ketentuan mengikuti perhitungan far-field dari antena horn.

$$R_{\text{far-field}} = \frac{2 \cdot D^2}{\lambda} \quad (1)$$

dimana D merupakan dimensi terbesar di ukur dari besar diagonal antena. Antena antena horn yang digunakan mempunyai panjang= 12.5 cm dan lebar= 16.5 cm. Sehingga nilai D dapat diukur dengan rumusan sebagai berikut:

$$D = \sqrt{12.5^2 + 16.5^2} = 20.7 \text{ cm} \quad (2)$$

Sedangkan λ merupakan ukuran λ minimum dan maksimum.

$$\lambda_{\text{maksimum}} = \frac{c}{f_{\text{min}}} = 13.3 \text{ cm}, \quad (3)$$

$$\lambda_{\text{minimum}} = \frac{c}{f_{\text{maks}}} = 7.5 \text{ cm} \quad (4)$$

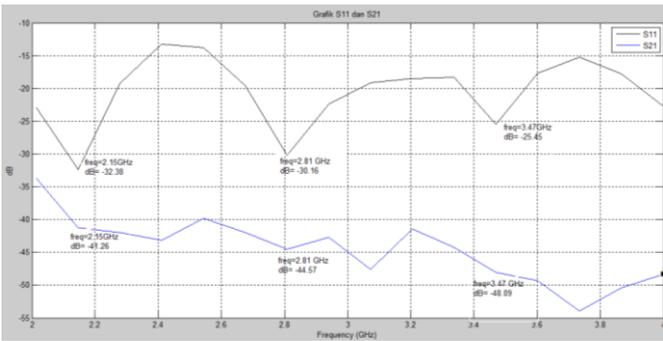


Gambar 9. VNA

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN MENENTUKAN KONSTANTA DIELECTRIC

Hasil pengukuran ditampilkan pada gambar 10. Pada grafik tersebut menunjukkan nilai S_{11} dibawah -25 dB muncul pada frekuensi 2.15 GHz (-32.28 dB), 2,81GHz (-30.16 dB), 3.47GHz (-25.45 dB) dan Nilai S_{21} dibawah -40 dB pada frekuensi tersebut yaitu: frekuensi 2.15 GHz (-41.26 dB), 2,81GHz (-44.57 dB), 3.47GHz (-48.09 dB)

Berdasarkan hasil pengukuran S_{11} dan S_{21} tersebut di dapatkan hasil redaman yang ditunjukkan pada gambar 11.

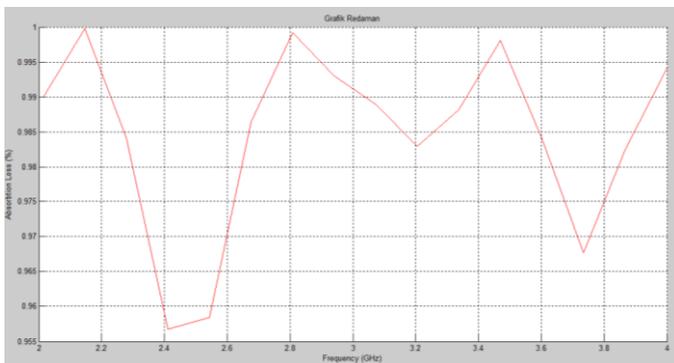


Gambar 10. Grafik pengukuran S_{11} dan S_{21}

Perhitungan redaman mengikuti rumusan berikut [10]:

$$A(\%) = [1 - (S_{11})^2 - (S_{21})^2] \cdot 100\%$$

Dimana $A(\%)$ menyatakan presentase absorption loss, S_{11} menyatakan reflection loss. Dan S_{21} menyatakan transmission loss. Nilai redaman yang terbesar pada frekuensi: 2.15 GHz (99.89%), 2,81GHz (99.92%), 3.47GHz (99.81%)



Gambar 11. Grafik Redaman

Perhitungan untuk menentukan nilai permittivitas bahan (ϵ') adalah sebagai berikut [11]:

$$\epsilon' = \left(\frac{\lambda_0}{2\pi}\right)^2 \left[\left(\frac{2\pi}{\lambda_c}\right)^2 - (\alpha^2 - \beta^2) \right]$$

$$\epsilon'' = \left(\frac{\lambda_0}{2\pi}\right)^2 (2\alpha\beta)$$

α dan β merupakan fungsi α dan β dari T . Ukuran kuantitas dan parameter lainnya di berikan pada persamaan berikut:

$$T = \frac{(1 - \tau^2) \exp(-\gamma L)}{(1 - \tau^2) \exp(-2\gamma L)}$$

$$T = \frac{(1 - \tau^2) e^{-\gamma L}}{(1 - \tau^2) e^{-2\gamma L}}$$

Dimana: L = panjang bahan
 γ = koefisien propagasi
 τ = koefisien pantul

$$\gamma = \alpha + j\beta$$

$$\tau = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0}$$

α β , menyatakan redaman dan koefisien perubahan fase aplikator dengan bahan tes. Z dan Z_0 impedansi karakteristik aplikator dengan dan tanpa bahan tes. Ditentukan dengan

$$Z = \frac{j\omega\mu_0}{\gamma} = \frac{2\pi\eta_0}{\lambda_0} \frac{\beta(1 + j\frac{\alpha}{\beta})}{\alpha^2 + \beta^2}$$

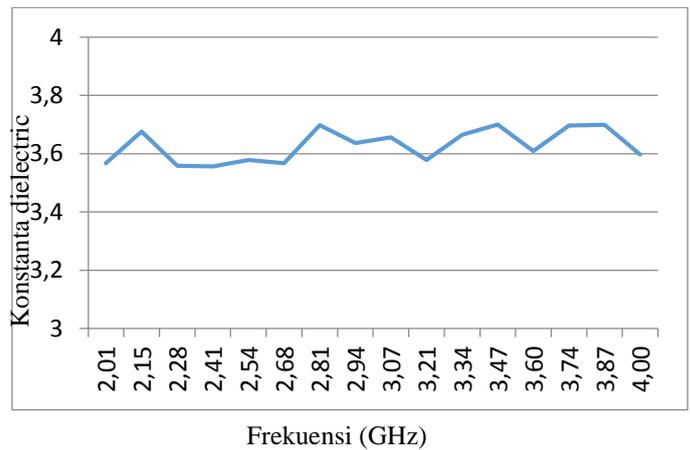
$$Z = \frac{j\omega\mu_0}{\gamma_0} = \frac{2\pi\eta_0}{\lambda_0\beta_0}$$

$$\beta_0 = \frac{2\pi}{\lambda_0} \left[1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2 \right]^{1/2}$$

Dimana

μ_0 = permeabilitas udara dari aplikator di isi udara
 η_0 = impedansi intrinsik udara dari aplikator udara
 γ_0 = koefisien propagasi dari aplikator udara
 β_0 = koefisien perubahan phase dari aplikator udara

Dari rumusan tersebut, didapatkan nilai permitivitas bahan sebagaimana ditunjukkan pada grafik gambar 12.



Gambar 11. Grafik Konstanta dielectric

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan simulasi dapat ditarik kesimpulan bahwa bahn sekam dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk meredam gelombang micro. Dimana hampir mampu meredam sekitar 80% lebih. Dimana frekuensi yang paling baik diredam adalah pada frekuensi 2.15 GHz, 2.8 GHz dan 3.47 GHz

ACKNOWLEDGMENT

Terimakasih kepada kementrian Riset dan Pendidikan Tinggi melalui Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, yang telah memberikan fasilitas baik dukungan dana maupun sarana prasarana untuk terselenggaranya penelitian ini.

REFERENCES

- [1] Ahiduzzaman, M. and A. K. M. S. Islam, "Environmental impact of rice husk briquette fuel use in Bangladesh: A case study of Mymensingh," *1st International Conference on the Developments in Renewable Energy Technology (ICDRET)*, 1-4, 2009.
- [2] Habeeb, G. A. and M. M. Fayyadh, "Rice husk ash concrete: The effect of RHA average particle size on mechanical properties and drying shrinkage," *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, Vol. 3, No. 3, 1616-1622, 2009.
- [3] Nornikman, H., F. Malek, P. J. Soh, A. A. H. Azremi, F. H. Wee, and A. Hasnain, "Parametric studies of pyramidal microwave absorber using rice husk," *Progress In Electromagnetics Research*, Vol. 104, 145-166, 2010.
- [4] Chung, B.-K. and H.-T. Chuah, "Design and construction of a multipurpose wideband anechoic chamber," *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, Vol. 45, No. 6, 41-47, 2004.
- [5] Ahmad Anas, Y., "The development of microwave absorber from palm oil shell carbon," Master Thesis, Universiti Teknologi Malaysia
- [6] Neelakanta, P. S. and J. C. Park, "Microwave absorption by conductor loaded dielectric," *IEEE Trans. on Microwave Theory and Technique*, Vol. 43, No. 6, 1381-1383, 1995
- [7] 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.

Halaman ini sengaja dikosongkan