

Published Maret 2019

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>**Karakterisasi Impedansi Polimer Komposit Dengan *Filler* Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit Sebagai *Absorber* Material****Golfrid Gultom^{*)}, Diman Raymond S. Tambunan, Dejoi Irfian Situngkir**

Jurusan Teknik Mekanika Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan

Jl. Medan Tenggara VII, Indonesia

*Email: golfridg@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai impedansi poliuretan komposit dengan filler karbon aktif cangkang kelapa sawit sebagai dasar untuk mengetahui sifat absorber material dan membuat bahan polimer komposit dengan filler karbon aktif cangkang kelapa sawit sebagai material anti interferensi gelombang elektromagnetik pada frekuensi 10-12 GHz. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan fabrikasi material serapan gelombang mikro dengan menggunakan campuran karbon aktif cangkang kelapa sawit dan poliuretan sebagai matriks, kemudian melakukan karakterisasi poliuretan komposit, karakterisasi material meliputi karakterisasi fisik, karakterisasi impedansi dan karakterisasi serapan gelombang mikro. Hasil pengujian menunjukkan dengan persentase *filler* karbon aktif cangkang kelapa sawit sebesar 30% wt memiliki karakteristik *reflection loss* sebesar -13,33 dB pada frekuensi 10,9 GHz dengan *bandwidth* serapan gelombang < -10 dB adalah 0,76 GHz, dan memiliki impedansi rata-rata yang paling mendekati impedansi udara bebas sebesar 246,046 ohm yang dimiliki oleh poliuretan komposit dengan perbandingan poliuretan : *filler* karbon aktif cangkang kelapa sawit == (70% : 30%) wt.

Kata Kunci : Impedansi, karbon aktif cangkang kelapa sawit, absorber.***Characterization Of Impedance Of Composite Polymer With Active Carbon Filler Of Palm Oil As Material Absorber*****ABSTRACT**

The purpose of this research was to determine polyurethane composite impedance characteristics filled with activated carbon oil palm shell as a basis for the microwave absorber material, and to make composite polymeric materials with oil palm shell activated carbon filler as an electromagnetic wave anti-interference material at X band frequency. In this work, the microwave-absorptive polyurethane composites were prepared using activated carbon oil palm shell as fillers and polyurethane as matrices. The reflection loss characterization results showed that the 30% wt oil palm shell activated carbon filler had a reflection loss of -13.33 dB at frequency of 10.9 GHz with wave absorption bandwidth < -10 dB was 0.76 GHz, and average materials impedance was 246.046 ohms with ratio of polyurethanes: activated carbon oil palm shell filler == (70%: 30%) wt .

Keywords : impedance, palm shell activated carbon, absorber

Published Maret 2019

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi

<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>

PENDAHULUAN

Interferensi elektromagnet merupakan suatu polusi lingkungan telah menjadi masalah yang cukup serius belakangan ini. Keadaan ini diakibatkan oleh perkembangan yang sangat pesat terhadap penggunaan peralatan listrik dan perangkat elektronika, sehingga diperlukan material untuk mengurangi terjadinya interferensi elektromagnet tersebut (Wu, 2004). Material untuk meredam interferensi elektromagnet tersebut terdiri dari bahan dielektrik atau magnetik dan polimer dan material untuk perisai interferensi elektromagnetik tersebut adalah berbahan konduktor yang dapat berbentuk *bulk*, *porous* dan *coating* dapat juga berbentuk material komposit dengan polimer, semen dan matriks karbon (Brosseau, 2012)

Poliuretan berkembang menjadi suatu material khas yang mempunyai tetapan yang amat luas, tidak hanya digunakan sebagai fiber (serat), tetapi dapat juga digunakan untuk membuat busa (*foam*), bahan elastomer (karet/ plastik), lem, pelapis (*coating*). Poliuretan mempunyai konstanta dielektrik yang cukup tinggi, karena keelektronegatifan poliuretan tersebut (Lorenzini, 2013). Poliuretan merupakan material yang mempunyai konstanta dielektrik yang cukup tinggi dan mempunyai rugi-rugi dielektrik yang kecil, sehingga kedalaman rambatan gelombang cukup besar dan akibatnya energi elektromagnetik yang merambat pada material tersebut dapat diredam akibat faktor konduktifitas material. (Folqueras, 2010).

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan melakukan fabrikasi material serapan gelombang mikro, dengan menggunakan campuran karbon aktif cangkang kelapa sawit dan poliuretan sebagai matriks, kemudian dilakukan karakterisasi poliuretan komposit, karakterisasi material meliputi karakterisasi fisik, karakterisasi impedansi dan karakterisasi serapan gelombang mikro. Karakterisasi serapan gelombang mikro dengan menggunakan Vector Network Analyzer. Material polimer komposit yang telah difabrikasi kemudian dilakukan beberapa karakterisasi, antara lain: karakterisasi morfologi dengan menggunakan peralatan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) uji *X-Ray Diffraction* (XRD) dan karakterisasi serapan gelombang mikro dengan menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA) dan analisa impedansi dilakukan dengan menggunakan metode Nicholson Ross Weir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit

Analisa Komposisi Kimia Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit

Hasil data penelitian pada Tabel 1. Menunjukkan kadar karbon memberikan nilai tertinggi yakni sebesar 80.13% pada karbon teraktivasi dibandingkan dengan karbon sebelum teraktivasi sebesar 49,6 %. Terjadinya peningkatan kadar karbon diakibatkan oleh lepasnya senyawa *impurity* dari rongga-rongga karbon tersebut.

Published Maret 2019

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>

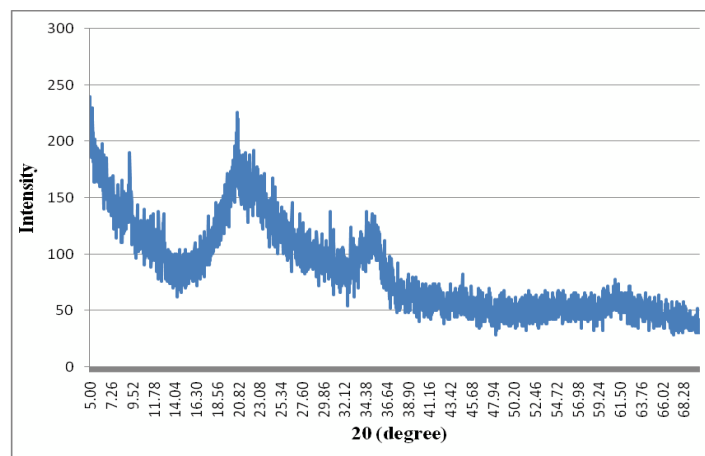
Tabel 1. Komposisi kimia karbon aktif cangkang kelapa sawit sebelum dan sesudah aktivasi

Senyawa	Komposisi (%berat)	
	Sebelum Aktivasi	Sesudah Aktivasi
Karbon	49.6	80.13
Hydrogen	7.31	2.36
Nitrogen	0.22	1.10
Sulphur	0.10	0.06
Oksigen	42.75	16.35
Jumlah	100.00	100.00

Analisa XRD Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit

Karakterisasi karbon aktif cangkang kelapa sawit menggunakan metode difraksi sinar-X pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan mineral yang terdapat pada karbon aktif cangkang kelapa sawit dan melihat pola difraksi pada nilai 2θ jarak antar bidang datar dari kisi kristalin.

Data hasil pola difraksi sinar -X untuk karbon aktif cangkang kelapa sawit memberikan *peak* pada sudut 20.62° , 21.76° , 22.58° , 25.52° , 26.50° , 42.04° , 43.67° , 32.90° dapat dilihat pada Gambar 1. Berikut.



Gambar 1. Pola XRD Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit

Serta berdasarkan hasil SEM menunjukkan pada busa poliuretan komposit terdapat agglomerasi yang merupakan karbon aktif cangkang kelapa sawit yang terikat oleh matriks poliuretan. Hal ini sangat memungkinkan diakibatkan oleh sifat karbon aktif cangkang kelapa sawit yang hidrofilik. Agglomerasi yang terjadi pada busa poliuretan merupakan filler karbon aktif cangkang kelapa sawit. Karakteristik masing-masing polipropilene glikol, toluene diisosiyanat dan karbon aktif akan memberikan efek pada karakteristik material busa poliuretan komposit sebagai penyerap gelombang mikro.

Published Maret 2019

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>**Analisa Permittivitas Dan Permeabilitas Poliuretan Komposit**

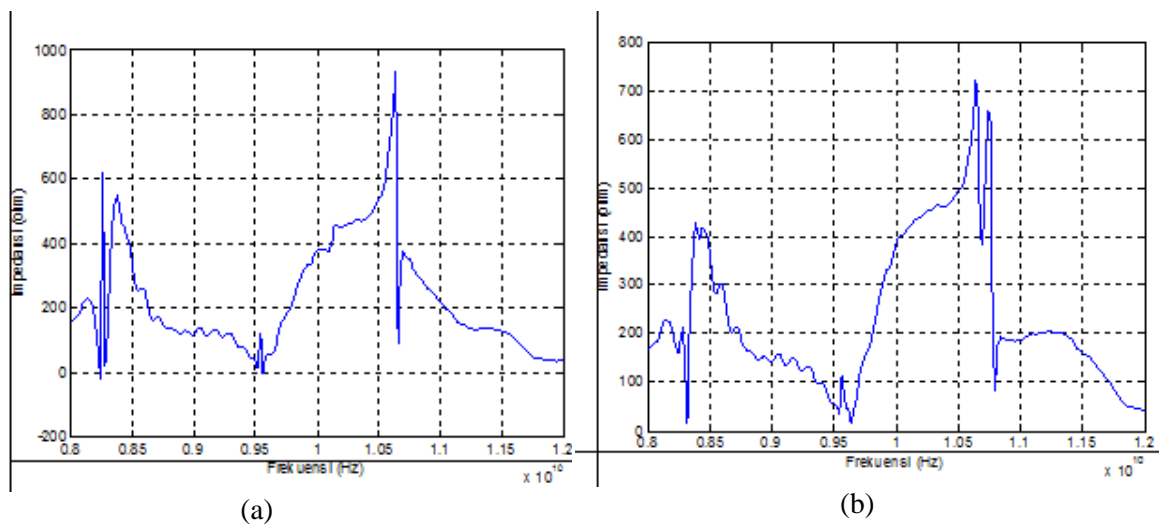
Pengukuran dilakukan dengan menggunakan VNA Advantest R377D. Batasan frekuensi pengukuran adalah pada frekuensi 10 - 12 GHz. Pengukuran dilakukan terhadap 3 jenis sampel. Poliuretan yang terdiri dari polipropilene glikol (PPG) dan toluene diisosiyanat (TDI) dengan *filler* karbon aktif cangkang kelapa sawit dibuat dengan variasi *filler* seperti Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Perbandingan komposisi pembentuk poliuretan komposit

Kode Sampel	Komposisi		
	Poliuretan (PU)		Filler (Karbon Aktif) (% wt)
	Polipropilene Glicol (PPG) (% wt)	Toluene Diisosiyanat (TDI) (% wt)	
Sampel A	54 %	36 %	10 %
Sampel B	48 %	32 %	20 %
Sampel C	42 %	28 %	30 %

Analisa Impedansi Poliuretan Komposit

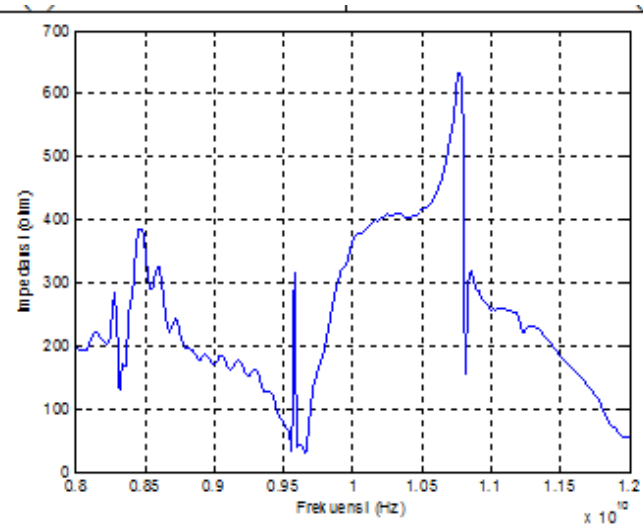
Dengan menggunakan metode Nicholson Ross Weir (NRW) maka diperoleh grafik impedansi ketiga sampel poliuretan komposit terhadap fungsi frekuensi 10 GHz - 12 GHz. Dari ketiga grafik impedansi seperti pada Gambar 2.



Gambar 2a. Impedansi intrinsik (PU : karbon aktif cangkang kelapa sawit)

(a) Sampel A = (90 : 10) % wt (b) Sampel B = (80 : 20) % wt

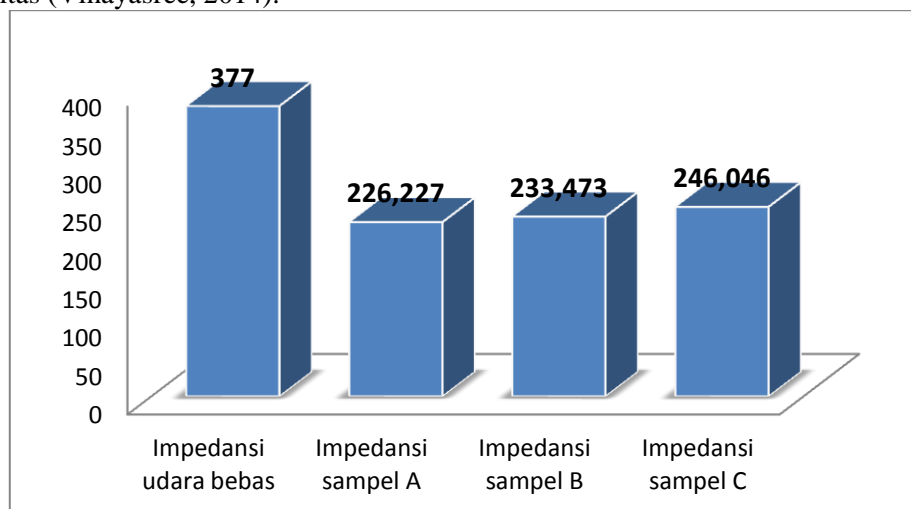
Published Maret 2019

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>

(c)

Gambar 2b. Impedansi intrinsik (PU : karbon aktif cangkang kelapa sawit)
(c) Sampel C = (70 : 30) % wt)

Berdasarkan analisa dari Gambar 2 tersebut dapat dilihat bahwa impedansi pada Gambar 2 (c) berada pada nilai yang mendekati impedansi udara bebas $(\mu_0/\epsilon_0)^{\frac{1}{2}} \approx 377$ ohm. Nilai impedansi material dengan komposisi PPG: TDI : karbon aktif cangkang kelapa sawit = 42% : 28% : 30%, diperoleh impedansi rata-rata sebesar 246,06 ohm. Apabila impedansi material semakin mendekati impedansi udara bebas, maka akan terjadi *zero reflection* (Hosseini, 2012). Hal ini diakibatkan oleh terjadinya resonansi antara gelombang datang dengan material poliuretan komposit tersebut. Impedansi tersebut merupakan hasil kontribusi dari komponen permitivitas dan komponen permeabilitas (Vinayaree, 2014).



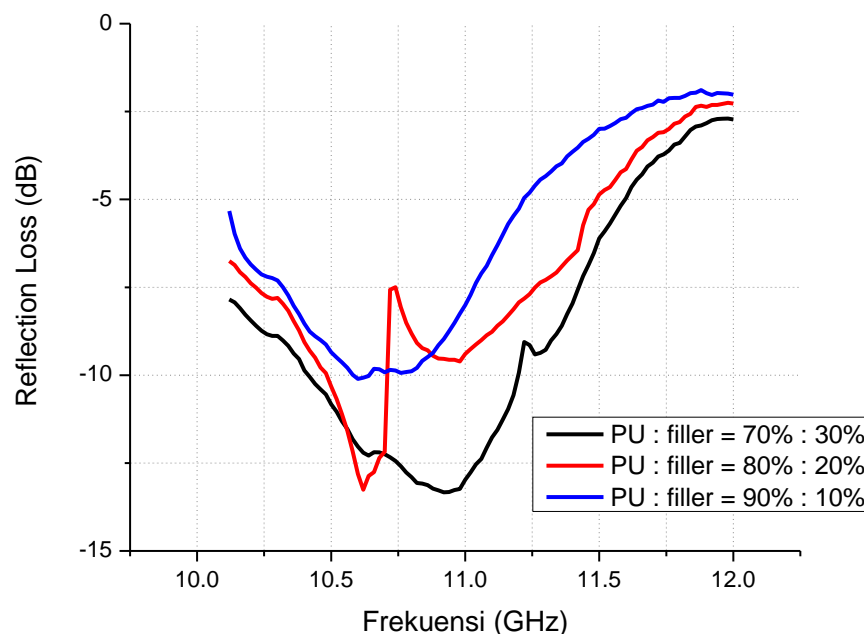
Gambar 3. Grafik impedansi rata-rata poliuretan komposit

Published Maret 2019

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>

Pada frekuensi tinggi, resonansi merupakan fenomena dasar untuk menyerap gelombang mikro. Pada saat frekuensi gelombang sama dengan frekuensi resonansi maka material akan menyerap gelombang untuk membantu domain rotasi (Gairola, 2009). Frekuensi gelombang mikro eksternal akan mengalami resonansi apabila impedansi gelombang intrinsik sama dengan impedansi material. Keadaan ini sesuai dengan teori Hosseini dan Asadnia, 2012 yang mengatakan bahwa terdapat konsep untuk mencapai “zero reflection” pada suatu material yaitu “*matched characteristic impedance*”.

Agglomerasi yang terdapat pada poliuretan komposit terdistribusi secara merata dalam poliuretan komposit dan bersifat sebagai penyerap gelombang mikro. Gelombang mikro yang datang menuju permukaan busa poliuretan komposit awalnya menyentuh permukaan, apabila terdapat kesesuaian impedansi antara udara bebas dan permukaan material, maka akan terjadi resonansi antara muatan dengan gelombang datang. Gelombang yang masuk selanjutnya akan diserap oleh agglomerasi yang terdapat dalam poliuretan komposit tersebut. Pada poliuretan komposit, kontribusi agglomerasi karbon aktif cangkang kelapa sawit akan berkontribusi pada konstanta dielektrik dan rugi-rugi dielektrik. Kontribusi yang terjadi akibat polarisasi *interfacial* dari komposit yang terikat oleh busa poliuretan tersebut. Ion karbon pada poliuretan komposit berada pada dipole listrik yang dikelilingi oleh ion O^{2-} akan berkontribusi pada konstanta dielektrik (ϵ_r') melalui polarisasi dipolar dan relaksasi dipole (Abbas, 2007). Ion karbon tersebut yang berasal dari karbon aktif cangkang kelapa sawit akan membentuk dipole yang cukup banyak dengan kekuatan yang berbeda, hal ini akan berakibat pada kemampuan serapan magnetik dan elektrik dari gelombang elektromagnetik yang datang menuju poliuretan komposit tersebut.



Gambar 4. Grafik *reflection loss* material poliuretan komposit pada frekuensi 10 – 12 GHz

Pada Gambar 4. ditunjukkan hasil pengukuran *reflection loss* poliuretan komposit dengan komposisi yang berbeda-beda. Dari ketiga grafik tersebut terlihat bahwa Sampel C, dengan komposisi PU : filler = (70% : 30%) memiliki *reflection loss* sebesar -13,33 dB pada frekuensi 10,9

Published Maret 2019

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>

GHz dengan bandwidth sebesar 0,76 GHz yang berarti kemampuan serapan terhadap gelombang pada frekuensi 8-12 GHz lebih baik dibandingkan dengan sampel lainnya. Hasil analisa *reflection loss* tersebut sesuai dengan perbandingan impedansi material poliuretan komposit yang juga menyatakan terjadinya "matched characteristic impedance" pada sampel dengan komposisi PU : *filler* = 70% : 30%

KESIMPULAN

Karbon aktif cangkang kelapa sawit dapat digunakan sebagai *filler* pada material poliuretan komposit sebagai material serapan gelombang mikro pada batasan frekuensi 10 – 12 GHz. Pada pengujian yang dilakukan dengan persentase *filler* karbon aktif cangkang kelapa sawit sebesar 30% wt memiliki karakteristik reflection loss sebesar -13,33 dB pada frekuensi 10,9 GHz dengan bandwidth serapan gelombang < -10 dB adalah 0,76 GHz. Material poliuretan komposit dengan *filler* karbon aktif cangkang kelapa sawit memiliki impedansi rata-rata yang paling mendekati impedansi udara bebas sebesar 246,046 ohm yang dimiliki oleh poliuretan komposit dengan perbandingan PU : *filler* karbon aktif cangkang kelapa sawit == (70% : 30%) wt. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa poliuretan komposit dengan *filler* karbon aktif cangkang kelapa sawit dapat berfungsi sebagai material penyerap gelombang mikro.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yuping Wu et. al, "Effect of Doping SiO₂ on High-Frequency Magnetic Properties for W-Type Barium Ferrite", Journal of Applied Physics, Volume 95, No. 8, April 2004
- [2] Abbas et.al, "Complex permittivity and microwave absorption of a composite dielectric absorber" Elsevier Composites, 2006
- [3] Abbas et.al, "Complex permittivity, complex permeability and microwave absorption properties of ferrite-polymer composites", Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2007
- [4] Esfahani et.al, "Preparation and Characterization of Foamed Polyurethane/Silicone Rubber/Graphite Nanocomposite as Radio Frequency Wave Absorbing Material: The Role of Interfacial Compatibilization" Composites Science Technology, 2012
- [5] F.Qin and C. Brosseau, "A review and analysis of microwave absorption in polymer composites filled with carbonaceous particles" Journal of Applied Physics, 2012
- [6] Hosseini and Asadnia, "Synthesis, characterization and microwave-absorbing properties of polypyrrole/MnFe₂O₄ nanocomposite" Journal of Nanomaterials Volume 2012
- [7] Gairola et al, "Modified composition of barium ferrite to act as a microwave absorber in X-band frequencies" Solid state communications, 2009
- [8] Folgueras et.al, "Microwave Absorbing Paints And Sheets Based On Carbonyl Iron And Polyaniline : Measurement and Simulation on Their Properties", Journal on Aerospace Technology and Management, April 2010
- [9] Vinayasree et.al, "Flexible microwave absorbers based on barium hexaferrite, carbon black, and nitrile rubber for 2–12 GHz" applications Journal of Applied Physics, 2014