

Pengaruh Karbon Bambu Petung terhadap Penyerapan Gelombang Mikro (8 – 12 GHz) Bahan Magnetit (Fe_3O_4)

Lum'atu Fi Rowwati Fajrin dan Mashuri

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: mash@physics.its.ac.id

Abstrak— Penelitian mengenai material penyerap gelombang mikro pada yang menggunakan karbon dari arang bambu petung dan bahan magnetit dari pasir Lumajang telah dilakukan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh karbon terhadap bahan penyerap gelombang radar yang berbahan dasar pasir besi dan mengetahui besar penyerapan gelombang mikro. Tahap dalam penelitian terdiri atas tiga tahapan yang meliputi tahap separasi magnetik, Pembakaran bambu, serta pencampuran mekanik. Bahan pasir alam berperan sebagai material magnetik, sedangkan bahan arang bambu berperan sebagai dielektrik. Kedua bahan tersebut dicampurkan dengan maksud untuk membentuk RAM atau Material Anti Radar. Hasil pencampuran material magnetik serta material karbon tersebut kemudian dikarakterisasi menggunakan XRF untuk mengetahui persentase Fe dalam pasir besi Lumajang yang telah diseparasi, XRD untuk mengetahui fasa yang terbentuk oleh material dan VNA untuk mengetahui penyerapan gelombang mikro. Campuran karbon dengan konsentrasi yang lebih besar dari pada konsentrasi Fe_3O_4 memiliki penyerapan yang lebih baik dan penyerapan maksimum terjadi pada -22,88 dB pada frekuensi 8-9 Hz.

Kata Kunci— Arang bambu, Fe_3O_4 , RAM.

I. PENDAHULUAN

TEKNOLOGI penyerap gelombang mikro telah melahirkan sebuah teknologi baru yang disebut juga dengan *Radar Absorbing Material* (RAM). Material yang dapat digunakan sebagai bahan penyerap gelombang mikro adalah material yang diperoleh apabila suatu bahan memiliki rugi refleksi yang cukup besar[1]. Rugi refleksi terjadi karena bahan tersebut dipengaruhi oleh sifat magnetik dan sifat dielektrik[2]. *Radar Absorbing Material* (RAM) kebanyakan diaplikasikan pada bidang militer. Dengan sifatnya yang mampu menyerap gelombang mikro, maka material ini sering dimanfaatkan sebagai pelapis suatu pesawat agar pesawat tersebut tidak dapat dideteksi oleh radar. Tidak hanya dalam bidang militer, dampak negatif dari interferensi elektromagnetik yang berasal dari sinyal listrik ataupun magnetik dapat menyebabkan gangguan pembacaan pada *recording media* seperti CD, VCD, DVD dan lain-lain. Untuk

itulah diperlukan adanya material yang dapat menyerap gelombang mikro[3].

Salah satu bahan yang memiliki sifat kemagnetan tinggi adalah Fe. Unsur Fe ini terkandung dalam pasir besi. Pasir besi sendiri merupakan salah satu bahan alam yang melimpah di Indonesia. Bahan yang mengandung Fe tersebut adalah pasir besi lumajang dengan kandungan besi sebesar 82,63 % [4]. Adapun salah satu bahan dielektrik yang memiliki konduktivitas listrik yang baik adalah karbon dari arang bambu petung. Bambu juga merupakan bahan alam di Indonesia yang melimpah di berbagai daerah keberadaannya. Kadar karbon dan oksigen dalam bambu sekitar 90% [5].

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, bahan penyerap gelombang mikro terbuat dari beberapa bahan di antaranya pasir besi Lumajang, arang bambu, dan $\text{Ni}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4/\text{BC}$. Berdasarkan penelitian pasir besi Lumajang yang dilakukan dengan metode penggilingan didapatkan penyerapan sebesar -21,43 dB pada frekuensi 16,57 GHz[6]. Adapun karbon dapat menyerap gelombang mikro sebesar -8,5 dB dengan frekuensi 27,8 GHz [7]. Sedangkan $\text{Ni}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4/\text{BC}$ yang merupakan campuran bahan NiZn ferrit dengan karbon arang bambu dapat menyerap gelombang mikro sebesar -32,7 dB dengan frekuensi 33,3 GHz. Jika dilihat dari ketiga material di atas, material komposit $\text{Ni}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4/\text{BC}$ yang memiliki daya serap gelombang mikro terbesar. Oleh sebab itu, penambahan karbon pada bahan ferrit dapat meningkatkan daya serap gelombang mikro suatu bahan.

Berdasar pada penelitian sebelum-sebelumnya tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan pencampuran pasir besi Lumajang dengan karbon dari arang bambu petung. Pada penelitian $\text{Ni}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4/\text{BC}$ oleh K.H Wu, dilakukan dengan metode hidrotermal dengan ukuran nano partikel yang membutuhkan biaya relatif mahal. Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan dengan metode pencampuran mekanik dilakukan secara sederhana sehingga dapat meningkatkan nilai jual pasir besi dan bambu petung dengan biaya yang lebih murah, namun tetap menghasilkan produk yang memiliki sifat hampir sama dengan produk yang relatif mahal tersebut. Sehingga penulis melakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh karbon terhadap bahan penyerap gelombang radar

yang berbahan dasar pasir besi dan mengetahui nilai terbaik dari penyerapan Fe_3O_4 yang dicampur dengan karbon dari arang bambu petung.

II. URAIAN PENELITIAN

Pada penelitian ini variabel penelitian yang ada dibagi menjadi 3 jenis variabel. Diantaranya variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Penelitian ini menggunakan Fe_3O_4 : karbon dengan prosentase konsentrasi 85% : 15%, 70%:30%, 55% : 45%, 40%:60% dan 25% : 75% sebagai variabel bebas. Untuk variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini ialah penyerapan gelombang radar (dB). Sedangkan variabel kontrol yang digunakan ialah kecepatan milling (rpm) dan ketebalan sample (mm).

A. Preparasi Bahan

Penelitian dilakukan dengan cara pembuatan serbuk arang bambu terlebih dahulu dan juga separasi magnetik dari pasir besi Lumajang. Pembuatan serbuk arang bambu dilakukan dengan cara pengeringan bambu-bambu yang telah dipotong melintang kemudian dibakar dengan kualiti pada udara terbuka. Setelah terbentuk arang bambu kemudian bahan dihaluskan dengan mortar hingga berubah menjadi serbuk arang bambu. Kemudian serbuk yang diayak dengan ayakan 200 mesh. Lalu dilakukan pemanasan dengan suhu $600\text{ }^\circ\text{C}$ selama 45 menit. Serbuk arang tersebut kemudian dicuci dengan *ultrasonic cleaner* agar kotoran yang ada pada serbuk terendapkan. Selanjutnya dikeringkan dan dilakukan tahap karakterisasi.

Untuk proses mekanisme separasi magnetik dari pasir besi Lumajang, pertama dilakukan dengan pengayakan. Dimana pasir yang telah disiapkan dicuci dengan aquades sebanyak 5 kali dan dijemur dibawah sinar matahari. Kemudian dilakukan proses separasi sebanyak 10 kali menggunakan magnet permanen yang dipisahkan dengan kertas konkort dengan ketebalan kertas yang berbeda-beda. Setelah dihasilkan serbuk Fe_3O_4 dilakukan proses penggilingan (*milling*) dengan kecepatan 150 rpm selama 6 jam agar ukuran partikel Fe_3O_4 tereduksi dan dapat menghasilkan serbuk magnetik dengan ukuran partikel yang lebih kecil.

Setelah didapatkan serbuk arang bambu petung serta serbuk bahan magnetik yang telah digiling, selanjutnya dilakukan proses pencampuran. Proses pencampuran dilakukan secara mekanik dengan menggunakan pengaduk. Proses pencampuran dilakukan selama 15 menit dengan melihat kualitas hasil pencampuran. Pencampuran dilakukan dengan perbandingan antara Fe_3O_4 dengan arang bambu petung sebesar 85% : 15%, 70%:30%, 55% : 45%, 40%:60% dan 25% : 75%.



Gambar 1 Proses Pencampuran Mekanik.

B. Karakterisasi

Penelitian ini, dilakuka karakterisasi *X-Ray Fluorocencies* (XRF) untuk mengetahui unsur yang terkandung dalam pasir besi Lumajang yang telah diproses separasi magnetik. *X-Ray Diffraction* (XRD) dilakukan untuk mengetahui fasa yang terbentuk dari arang bambu petung, bahan magnetik yang telah digiling, dan campuran dari bahan magnetik dengan serbuk arang bambu petung dengan perbandingan 85% : 15%, 55% : 45%, dan 25% : 75%. Dan untuk mengetahui besar penyerapan dari campuran Fe_3O_4 dengan karbon arang bambu petung digunakan karakterisasi *Vector Network Analyzer* (VNA).

III. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Karakterisasi XRF

Separasi magnetik dilakukan untuk mendapatkan serbuk magnetik dari pasir besi Lumajang. Proses separasi dilakukan dengan menggunakan magnet permanen dan kertas konkort. Pasir yang telah dibersihkan dan dikeringkan diletakkan di atas kertas konkort yang selanjutnya dibalik kertas ditempelkan magnet. Dengan demikian serbuk-serbuk magnet yang berada dalam pasir tersebut akan tertinggal akibat pengaruh medan magnet permanen tersebut.

Proses separasi magnetik ini menghasilkan serbuk magnetik yang selanjutnya dikarakterisasi XRF untuk mengetahui kandungan unsur dalam serbuk magnetik tersebut. Hasil XRF dari penelitian ini dapat direpresentasikan sebagaimana pada table 4.1 berikut,

Tabel 1
Hasil uji XRF

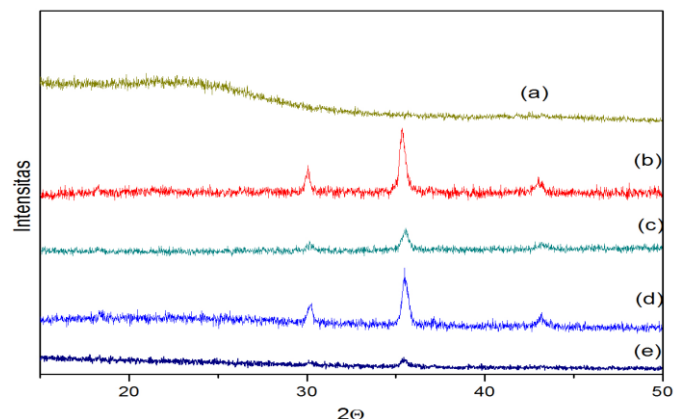
Unsur	Komposisi (%)	Unsur	Komposisi (%)
Fe	78,01 ± 0,08	K	0,47 ± 0,01
Si	7,5 ± 0,03	Rb	0,44 ± 0,007
Ti	5,940 ± 0,04	Re	0,3 ± 0,06
Al	2,4 ± 0,1	P	0,2 ± 0,01
Ca	2,04 ± 0,03	Ni	0,12 ± 0,0096
Bi	0,67 ± 0,06	Cr	0,095 ± 0,005
Eu	0,63 ± 0,09	Cu	0,083 ± 0,006
V	0,60 ± 0,05	Zn	0,07 ± 0,02
Mn	0,48 ± 0,02	Yb	0,02 ± 0,01

Berdasarkan hasil XRF di atas, dalam serbuk magnetik mengandung unsur Fe sebesar 76,01% dengan beberapa

kandungan unsur lain didalamnya seperti Si, Al, P, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Rb, Eu, Re, Yb dan Bi.

B. Hasil Karakterisasi XRD

Fasa yang terbentuk dalam suatu material dapat diketahui dengan melakukan karakterisasi XRD. Penelitian ini melakukan karakterisasi XRD untuk serbuk bahan magnetik, serbuk arang bambu petung dan hasil campuran. Hasil dari ke tiga sampel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2 Pola XRD (a) arang bambu petung (b) Fe_3O_4 (c) $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{C}$ 85%:15% (d) $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{C}$ 55%:45% (e) $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{C}$ 25%:75%.

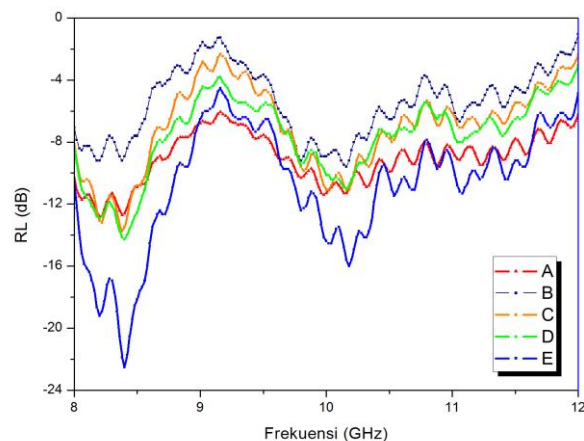
Gambar 1 (a) menyajikan pola XRD dari arang bambu petung. Pola XRD menunjukkan bahan *amorphous* dengan membentuk puncak yang lebar pada rentang sudut 23° - 24° . Dari penelitian blanton dan kawan-kawan menyatakan bahwa pada sudut tersebut telah terbentuk fasa rGO (*reduce graphene oxide*)^[1]. Sedangkan untuk Gambar 1 (b) menyajikan pola XRD dari bahan magnetik yang telah digiling. Adanya puncak-puncak pada bahan magnetik menunjukkan bahan magnetik yang digunakan merupakan bahan kristalin. Setelah diidentifikasi dengan *Match!* memiliki kecocokan dengan fasa *magnetite* dengan rumus Fe_3O_4 sesuai kode PDF #00-085-1436. Pada penelitian ini didapatkan terdapat satu fasa dalam bahan magnetik yakni fasa *magnetite*.

Adapun Gambar 1 (c) sampai dengan (e) merupakan pola XRD untuk campuran Fe_3O_4 dengan arang bambu petung. Pola XRD dari campuran memiliki puncak-puncak yang sama dengan puncak Fe_3O_4 . Setelah dilakukan analisa dengan *Match!* Memiliki kecocokan fasa dengan *magnetite* dengan rumus Fe_3O_4 sesuai kode PDF #00-076-1849 untuk campuran c, d dan kode PDF #00-079-418 untuk campuran e. Selain puncak Fe_3O_4 didapat pula pelebaran puncak dari rGO pada rentang sudut 23° - 24° . Sehingga pola XRD campuran tersebut merupakan gabungan dari pola XRD bahan magnetik dengan arang bambu. Variasi perbandingan konsentrasi yang diberikan menunjukkan bahwa puncak yang terbentuk semakin menurun. Penurunan puncak tersebut dapat dilihat dari semakin menurunnya puncak bambu maupun Fe_3O_4 ketika konsentrasi yang diberikan semakin berkurang. Adanya pola gabungan XRD tersebut mengindikasikan bahwa material Fe_3O_4 dan arang bambu telah membentuk suatu campuran. Sedangkan untuk perbandingan 55%:45% memiliki intensitas puncak yang lebih tinggi dibanding dengan perbandingan 85%:15%.

Tingginya intensitas ini dikarenakan hasil campuran mekanik tidak homogen.

C. Hasil Karakterisasi Penyerapan Gelombang Radar

Penyerapan gelombang mikro diidentifikasi dengan menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA) pada rentang frekuensi X-Band (8 – 12 GHz) seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Hubungan frekuensi dengan besar *reflection loss* untuk campuran Fe_3O_4 :Arang bambu petung dengan konsentrasi (A) 85%:15%. (B) 70%:30%. (C) 55%:45%. (D) 40%:60%. (E) 25%:75%.

Penyerapan gelombang mikro dapat dilihat berdasarkan nilai *reflection loss* nya. Semakin besar nilai negatif *reflection loss* nya, maka semakin besar daya serap material tersebut terhadap gelombang mikro. Gambar 3 merupakan hasil karakterisasi penyerapan gelombang radar untuk campuran Fe_3O_4 dan C dengan variasi perbandingan konsentrasi. Dari grafik tersebut dapat terlihat semakin banyaknya konsentrasi bambu yang ditambahkan maka semakin besar nilai *reflection loss* yang didapat. Hal ini menunjukkan bahwa adanya peranan sifat listrik yang lebih besar dibanding dengan sifat magnetnya.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan arang bambu petung terhadap material penyerap gelombang radar yang berbahan dasar magnetit Fe_3O_4 memiliki nilai yang semakin besar. Nilai penyerapan terbesar adalah $-22,88$ dB pada perbandingan 25%:75% bambu petung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian agama yang telah memberikan beasiswa PBSB kepada penulis. Dan terimakasih kepada kelompok bimbingan TA, kelompok PKM-PE, Fisika 2012 dan D'12 yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan karya tulis ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Knott, Eugene F., (2005), "Radar Cross Section", dalam *Handbook of Radar*, ed. Skolnik, M. I., Mc Graw Hills, USA, pp. 11.1-11.34.
- [2] Min, Z.dkk.2014. "Electromagnetic Properties of Co/Co₃O₄/Reduced Graphene Oxide Nanocomposite". Material science and Engineering, Beihang University, Beijing: China
- [3] Blanton, T.N., Majumdar, D., 2013. Characterization of X-ray irradiated graphene oxide coatings using X-ray diffraction, X-ray photoelectron spectroscopy, and atomic force microscopy. *Powder Diffr.* 28, 68–71.
- [4] Ir. Ahmad Nuruddin, MS., Ph.D. : Barium Ferrite pada Recording Media sebagai Penyerap Gelombang Mikro - ITB | Berita [WWW Document], n.d. URL <https://www.itb.ac.id/news/2708.xhtml> (accessed 6.13.16)
- [5] Lestari, wahyuni. 2015 "Analisis Ukuran Kristal, Sifat Magnetik Dan Penyerapan Gelombang Mikro Pada X Dan KU-Band Bahan Magnetit (Fe₃O₄) yang Dibuat Dengan Metode Penggilingan (Milling)". Tugas Akhir SF141501 Jurusan Fisika FMIPA ITS.
- [6] Firdausi dkk. 2013. "Study Pembuatan Karbon Hitam dari Bambu Ori (*Bambusa arundinacea*) dan Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper*)". *Jurnal teknik POMITS* ISSN: 1-6
- [7] Wu, K.H., Ting, T.H., Liu, C.I., Yang, C.C., Hsu, J.S., 2008. Electromagnetik and microwave absorbing properties of Ni 0.5 Zn 0.5 Fe 2 O 4/bambu charcoal core-shell nanocomposites. *Compos. Sci. Technol.* 68, 132–139.