

## PENGARUH SUHU *SINTERING* TERHADAP SIFAT PENYERAP GELOMBANG MIKRO DARI NANOKOMPOSIT $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ YANG DIPREPARASI DENGAN METODE SOL GEL

Yona Sri Mantia<sup>1</sup>, Ramli<sup>\*2</sup>, Yenni Darvina<sup>2</sup>, Desnita<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

<sup>1</sup>Mantiayonasri@gmail.com, <sup>\*2</sup>ramli@fmipa.unp.ac.id, <sup>2</sup>ydarvina@yahoo.com,

<sup>2</sup>desywaznadil@gmail.com

### ABSTRACT

*This number applications of microwaves are numerous so that it produces microwaves that emit. If it is not in control, there will be interference with electromagnetic signals. This also causes disruption of the working system of the neighborhood.  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$  nanocomposite synthesized by the sol-gel method for microwave preparation was completed. Making materials to absorb microwaves uses five variations of sintering temperature, namely 250 °C, 350 °C, and 450 °C. The sintering process is carried out using a furnace. The presence of a single phase on  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$  nanocomposite was characterized using X-Ray Diffraction (XRD), to see the functional groups using Fourier Transform Infrared (FTIR), and to help wave use carried out using the Vector Network Analyzer (VNA). This study discusses the sintering of microwave absorbers. The characterization results using VNA get a maximum Reflection Loss value of -21.116 dB at a temperature of 450 °C, a frequency of 6.00 GHz, with absorption coefficient 96%. Different sintering temperatures produce a large amount of different absorptions. Nanocomposite which has a large value of reflection loss does not necessarily have a large answering tape width. The quality of materials that are good for microwave absorbers must also consider the value of the width of the capture band. The best absorption occurs at a temperature of 450 °C because having a maximum reflection loss value -21.116 dB, frequency of 6.00 GHz, absorption band width 0.54 GHz, and absorption coefficient 91%.*

**Keywords:** Nanokomposit,  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ , Metode Sol-gel, RAM, Reflection Loss



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2018 by author and Universitas Negeri Padang.

### PENDAHULUAN

Banyaknya aplikasi dari gelombang mikro sehingga menyebabkan banyaknya gelombang mikro yang terpancar. Aplikasi gelombang elektromagnetik berkembang dengan pesatnya pada berbagai bidang salah satunya mencakup telekomunikasi. Banyaknya aplikasi tersebut menyebabkan semakin banyak gelombang mikro yang terpancar dalam bentuk radiasi dan harus dikontrol agar tidak menimbulkan gangguan sinyal elektromagnetik atau yang sering disebut interferensi gelombang elektromagnetik (*electromagnetic interference*), yang dapat menurunkan kinerja dari sistem lain yang ada di lingkungan sekitar<sup>[1]</sup>.

Salah satu material absorber yang sedang dikembangkan saat ini adalah ferit. Material yang sangat stabil dengan karakteristik yang sangat baik merupakan ciri dari material ferit<sup>[1]</sup>. Hal itu juga ditandai dengan tingginya resistivitas bahan tersebut. Material ferit juga sering dikenal dengan material spinel ferit. Spinel ferit merupakan salah satu bahan yang berpotensi dimanfaatkan untuk gelombang mikro secara luas dalam rentang frekuensi dari C-band (5,85-8,20 GHz) ke X-band (8,20-12,4 GHz)<sup>[2]</sup>.

Material spinel ferit memiliki struktur Kristal kubik spinel dengan rumus struktur  $\text{MFe}_2\text{O}_4$ .

M merupakan ion logam divalent seperti Ni, Co, Cu, Mn, Mg, Zn, dan Fe. Salah satu material spinel ferit yang digunakan untuk bahan absorber yang sedang dikembangkan saat ini adalah kobalt ferit ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ )<sup>[3]</sup>. Kobalt ferit memiliki struktur yang unit dan merupakan bahan ferit yang khas. Kobalt ferit juga memiliki kestabilan kimia, kekuatan mekanik dan anisotropi magnetik yang tinggi dimana hal tersebut merupakan karakteristik unggul yang dimiliki suatu bahan<sup>[4]</sup>.

Banyak peneliti telah melaporkan permitivitas kompleks dan permeabilitas spinel ferit yang didoping dengan unsur yang berbeda seperti Ni, Co, Zn dapat menghasilkan penyerap gelombang mikro yang baik untuk aplikasi yang berbeda, misalnya teknologi siluman atau pelindung rangkaian perangkat medis dari gelombang mikro, dll<sup>[2]</sup>.

Berbagai penelitian dalam rangka mengembangkan *Radar Absorbing Material* (RAM) semakin banyak dilakukan. Untuk meningkatkan kualitas dari RAM agar lebih baik lagi maka diperlukan polimer konduktif. Polimer konduktif menunjukkan sifat khusus dibandingkan dengan logam dalam artian bahwa polimer ini dapat mengurangi refleksi, dan dapat menyerap radiasi elektromagnetik<sup>[5]</sup>.

Disamping itu, ferrite merupakan salah satu oksida magnetik yang telah digunakan sebagai penyusun material sensor magnetik *giant magnetoresistance*<sup>[6,7]</sup>. Ferrite memiliki suhu Curie di atas suhu ruang, sehingga di atas suhu ruang ferrite memiliki sifat yang sama dengan material feromagnetik.

Bagusnyasifat dari nanokomposit seperti pada penelitian sebelumnya membuat nanokomposit semakin intensif diteliti terutama yang berasal dari polimer konduktif<sup>[5]</sup>. Salah satu polimer konduktif yang aplikasinya sangat luas dalam kimia, biomedis dan industri elektronik adalah *Polyvinilidene Flouride* (PVDF).

*Polyvinilidene Flouride* (PVDF) memiliki kemurnian tinggi, kekuatan, ketahanan terhadap pelarut, asam, basa dan panas dan generasi asap rendah dan untuk pembuatan film tipis menghasilkan bahan yang stabil secara komersial. Beberapa decade terakhir, PVDF telah banyak digunakan sebagai sensor dan aktuator, PVDF memiliki domain feroelektrik yang tidak beraturan<sup>[8]</sup>. Melalui proses polarisasi dengan tegangan tinggi, domain feroelektrik pada PVDF berubah menjadi lebih beraturan. Dari sifat yang dimiliki oleh PVDF inimenunjukkan bahwa PVDF cocok untuk dijadikan sebagai matrik dalam komposit polimer.

Banyak metode yang telah dikembangkan untuk mensintesis nano komposit seperti *hot press*, hidrotermal, kopresipitasi, *combustion method* dan sol-gel. Metode sol-gel dipilih dalam penelitian ini karena dapat diaplikasikan pada berbagai partikel latau bersifat serba guna, ukuran partikel seragam, relative mudah dan murah, nanopartikel yang dihasilkan memiliki kristalinitas tinggi bila disbanding dengan metode sintesis lainnya<sup>[9]</sup>.

Pada pembuatan bahan penyerap gelombang mikro ini, penulis memvariasi suhu sintering. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu sintering terhadap besarnya penyerapan bahan pada gelombang mikro. *Sintering* adalah pengikatan massa partikel pada serbuk oleh interaksi antar molekul atau atom melalui perlakuan panas dengan temperatur sintering mendekati titik leburnya sehingga terjadi pemadatan. Faktor-faktor yang menentukan proses dan mekanisme sintering antara lain jenis bahan, komposisi, bahan dan ukuran partikel.

*Sintering* adalah proses pemadatan dari sekumpulan serbuk pada suhu tinggi di bawah titik leburnya hingga terjadi perubahan struktur mikro seperti pengurangan jumlah dan ukuran pori, pertumbuhan butir, penyusutan, dan peningkatan densitas. Tinggi rendahnya suhu juga berpengaruh pada bentuk serta ukuran celah dan juga berpengaruh pada struktur pertumbuhan kristal. Proses *sintering* akan berpengaruh cukup besar pada pembentukan fase Kristal bahan. Fraksi fase yang terbentuk umumnya bergantung pada waktu dan suhu *sintering*.

Semakin besar suhu *sintering* dimungkinkan semakin cepat proses pembentukan Kristal tersebut, sedangkan sintering yang cukup akan menyebabkan partikel halus menjad lebih padat. Adanya perlakuan panas menyebabkan terjadinya ikatan antar partikel serbuk dan meningkatkan kekuatan dari produk yang dihasilkan. Suhu *sintering* biasanya diatur antara 0,7 dan 0,9 dari titik lebur bahan (absolute scale). Dalam tahapan ini tujuannya adalah memadat-kompakkan bahan yang sudah dicetak dengan suhu tinggi.

Pada penelitian sebelumnya telah diteliti substitusi  $La^{3+}$  dalam barium heksaferit alam telah dilakukan dengan menggunakan metode *solid state reaction* pada temperatur *sintering* 900, 1000 dan 1100°C selama 3 jam<sup>[10]</sup>. Temperatur *sintering* mempunyai pengaruh yang sangat signifikan terhadap ukuran partikel, fase dan sifat- sifat magnetik barium lanthanum ferit. *Sintering* pada temperatur 1100°C selama 3 jam menghasilkan fase barium lanthanum ferit yang paling baik. Ukuran partikel, Mr dan Ms meningkat sedangkan Hc menurun dengan meningkatnya temperatur sintering. Penelitian terdahulu sebelumnya juga ada tentang perubahan temperatur sintering menyebabkan perubahan struktur, komposisi, sifat magnet dan *Reflection loss* gelombang mikro  $La^{3+}$  barium nanoferit<sup>[11]</sup>. Suhu *sintering* yang digunakan adalah tanpa sintering, 600°C, 800°C, dan 1000°C. Sampel yang paling baik untuk menyerap gelombang mikro adalah sampel dengan suhu *sintering* 600°C. Penentuan suhu *sintering* yang digunakan bergantung pada titik lebur dan titik didih bahan, PVDF memiliki titik didih yang rendah yaitu 177°C. PVDF juga memiliki sifat yang mudah menguap dan menjadi plastik saat suhu tidak stabil, maka penulis mengambil variasi suhu sintering yang rendah yaitu, 250°C, 350°C, dan 450°C.

Diharapkan dari hasil penelitian ini, dapat diketahui fasa yang terbentuk dari nanokomposit  $CoFe_2O_4/PVDF$  hasil sintesis dengan metode sol-gel serta kemampuannya menyerap gelombang mikro sehingga bahan ini dapat diaplikasikan sebagai bahan dasar penyerap gelombang mikro. Dari hal tersebut diatas penulis tertarik meneliti dengan judul: Pengaruh Suhu *Sintering* Terhadap Sifat Penyerap Gelombang Mikro dari Nanokomposit  $CoFe_2O_4/PVDF$  yang dipreparasi dengan Metode Sol-gel.

## METODE PENELITIAN

Untuk menghasilkan bahan penyerap gelombang mikro dari nanokomposit  $CoFe_2O_4/PVDF$  yang dipreparasi dengan metode sol-gel, dibutuhkan beberapa alat-alat penelitian serta bahan-bahan. Alat-alat penelitian yang digunakan antara lain: gelas ukur, gelas kimia, *thermometer*, *magnetic stirrer*, *hot plate*, setrika, *ultrasonic cleaner*, spatula, neracadigital, oven dan furnace. Furnace digunakan untuk proses *sinterin*. Sedangkan bahan-bahan yang

diperlukan pada penelitian ini antara lain: pasir besi, cobalt powder, asam sitrat, asam oksalat, asam nitrat, PVDF, THF, PEG-400, dan aquabidest. Untuk menunjang kebenaran dalam penelitian ini, makadilakukan uji karakterisasi menggunakan alat XRD (X-ray Diffraction) (Gambar 1), FTIR (Fourier Transformed Infrared)(Gambar 2), dan VNA (Vector Network Analyzer) (Gambar 3).



Gambar 1. XRD X'Pert PRO merk PANalytical MPD PW3040/60



Gambar 2. FTIR Shimadzu Type: IRPESTIGE 21



Gambar 3. VNA E5071C

Mula-mula dibuat precursor  $\text{Fe}_2\text{O}_4$  dengan mencampurkan pasir besi yang sudah dimilling selama 30 jam dengan asam sitrat, *polyethylene glycol*serta etilen glycol kemudian distiring selama 2 jam sampai benar-benar larut dengan suhu  $80^\circ\text{C}$ . Selanjutnya pembuatan precursor  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  dengan menambahkan precursor  $\text{Fe}_2\text{O}_4$  sebanyak 3 gram, dicampurkan dengan asam sitrat dan *polyethilen*

*glycol* (PEG) string selama 2 jam pada suhu  $90^\circ\text{C}$  dengan kecepatan 250 rpm. Pastikan larutan benar-benar dalam bentuk gel, setelah itu cuci menggunakan aquadest dengan *ultrasonic cleaner* selama 2 jam, lalu masukkan ke pemanas dalam waktu sehari (24 jam) seperti oven dengansuhu yang cukup tinggi yaitu  $110^\circ\text{C}$ . Hal tersebut bertujuan agar mengurangi kadar air yang ada. Selanjutnya, membuat nanokomposit  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ . Precursor  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  yang telah terbentuk ditambahkan dengan THF (*Tetrahydrofuran*) sebanyak 70 ml lalu dicuci menggunakan *ultrasonic cleaner* selama 2 jam, di barengi dengan pembuatan larutan PVDF dengan mencampurkan PVDF (*Polyvinylidene fluoride*) dengan THF yang di string selama 2 jam pada suhu  $80^\circ\text{C}$ . Setelah keduanya selesai dilakukan, campurkan kedua larutan tersebut, lalu striring selama 10 jam sampai benar-benar tercampur, selanjutnya lakukan pemanasan seperti sebelumnya sampai terbentuklah nanokomposit  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ . Untuk membuat nanokomposit sebagai bahan penyerap gelombang mikro, langkah selanjutnya yaitu memasukkan nanokomposit  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$  kedalam furnace untuk dilakukan proses *sintering* yang bertujuan supaya nanokomposit padat. Suhu *sintering* digunakan bervariasi, yaitu  $250^\circ\text{C}$ ,  $280^\circ\text{C}$ ,  $350^\circ\text{C}$ ,  $400^\circ\text{C}$ , dan  $450^\circ\text{C}$ , dengan rentang waktu 3 jam untuk setiap proses *sintering*. Selanjutnya masukan nanokomposit kedalam *acrylic* dengan ketebalan 2 mm guna untuk dilakukan pengujian menggunakan *Vector Network Analyzer*(VNA).

Karakterisasi menggunakan XRD dilakukan di Laboratorium Fisika Material, Universitas Negeri Padang, Pengujian menggunakan FTIR dilakukan di Laboratorium Kimia, Universitas Negeri Padang, sedangkan untuk karakterisasi menggunakan VNA dilakukan di Laboratorium Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang.

Prinsip kerja dari VNA yang digunakan, dapat diamati seperti Gambar 4.



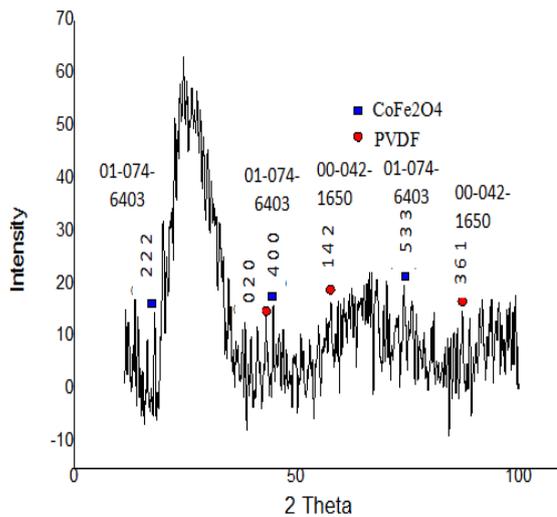
Gambar 4. Prinsip Kerja VNA

Dalam Gambar 4, gelombang elektromagnetik yang datang ( $S_i$ ) dari Port 1 mengenai suatu material. Ketika gelombang mengenai material maka material tersebut akan mengalami 3 kondisi yaitu, jika material tersebut logam maka gelombang akan direfleksikan, jika material tersebut adalah material transparan maka gelombang akan ditransmisikan. Namun, jika

material tersebut adalah material penyerap maka gelombang elektromagnetik akan diserap oleh material tersebut.

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Untuk membuat bahan penyerap gelombang mikro dari nanokomposit  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$  yang dibuat dengan metode sol-gel dilakukan tiga karakterisasi, yaitu menggunakan sinar X atau alat *X-ray diffraction* (XRD), *Fourier Transformed Infrared* (FTIR), dan VNA (*Vector Network Analyzer*). Gambar 5 memperlihatkan hasil karakterisasi VNA.



Gambar 5. Karakterisasi XRD dari nano komposit  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$

Gambar 5 memperlihatkan bahwa hasil karakterisasi menggunakan XRD membuktikan bahwa terbentuknya fasa dari nanokomposit  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ . Gambar tersebut juga menjelaskan nanokomposit  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$  terbentuk beberapa puncak-puncak pada intensitas, dengan fasa  $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_2$  (*Polyvinylidene fluoride*) (ICDD: 00-042-1650) dan  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  (*Cobalt Iron Oxide*) (ICDD: 01-074-6403). Rincian dari nilai intensitas dan sudut  $2\theta$  tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

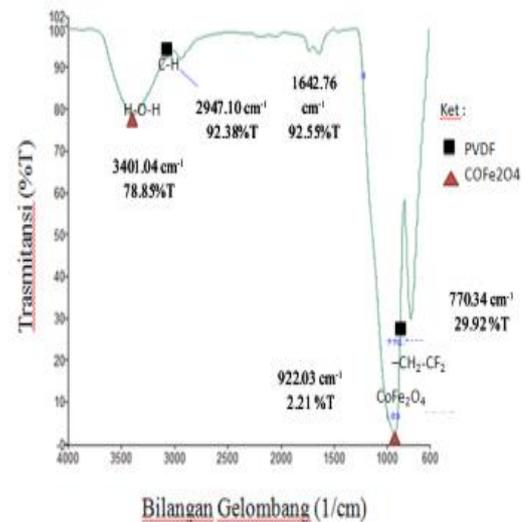
Berdasarkan pengukuran XRD tersebut dapat diketahui nilai hkl dari masing-masing puncak yang muncul. Pengkarakterisasian juga menghasilkan struktur dari nanokomposit yang dapat dijadikan acuan apakah bahan layak digunakan atau tidak.

Pengujian selanjutnya menggunakan FTIR (*Fourier Transformed Infrared*), hasilnya diperlihatkan dalam Gambar 6. Pada Gambar 6 teramati dengan jelas tipikal puncak serapan. Puncak serapan pertama teramati pada bilangan gelombang  $k = 3401 \text{ cm}^{-1}$ . Hal ini menunjukkan keberadaan vibrasi bending H-O-H. Kemudian kurva FTIR memperlihatkan serapan pada bilangan gelombang

$= 900-1400 \text{ cm}^{-1}$ , puncak serapan ini menunjukkan keberadaan gugus C-O.

Tabel 1. Data Signifikan Tiap Puncak Hasil Karakterisasi XRD Dari Nanokomposit  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$

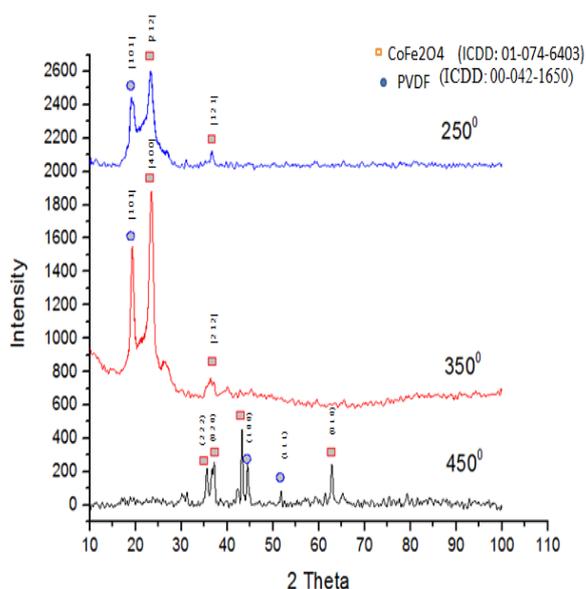
| No. | Sudut [°2TH] | Intensitas [a.u] | hkl |   |   |
|-----|--------------|------------------|-----|---|---|
|     |              |                  | h   | k | l |
| 1.  | 18,0731      | 14.4286          | 2   | 2 | 2 |
| 2.  | 58,0091      | 10.0366          | 0   | 2 | 0 |
| 3.  | 87,3371      | 14.8152          | 4   | 0 | 0 |
| 4.  | 41,2391      | 11.9026          | 1   | 4 | 2 |
| 5.  | 43,1631      | 13.6855          | 5   | 3 | 3 |
| 6.  | 74,2591      | 19.6913          | 3   | 6 | 1 |



Gambar 6. Karakterisasi FTIR nano komposit  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$

Tipikal puncak serapan pada Gambar 6 merupakan struktur oksida *cobalt ferrite*. Bilangan gelombang untuk nilai  $770,34 \text{ cm}^{-1}$  merupakan nilai dari gugus fungsi PVDF. PVDF (*PolyvinylFlouride*) terdiri dari struktur kimia  $-\text{CH}_2-\text{CF}_2-$ , bilangan gelombang  $2947.10 \text{ cm}^{-1}$  adalah nilai dari bilangan gelombang untuk ikatan C-H. Dari data yang terlampir dapat diketahui bahwa puncak serapan yang terbentuk sesuai dengan data yang ada pada penelitian sebelumnya.

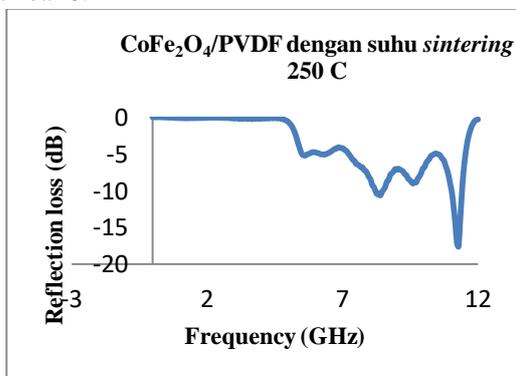
Pengukuran selanjutnya dilakukan untuk mengetahui perubahan struktur dari nanokomposit  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$  setelah disintering, pengukuran tersebut menggunakan XRD. Hasil Pengukuran tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Karakterisasi XRD setelah di *Sintering*

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut di dapatkan, pada suhu 250°C dan suhu 350°C fasa yang terbentuk bisa dikatakan terletak di sudut  $2\theta$  yang sama. Sedangkan pada suhu *sintering* 450°C fasa yang terbentuk terletak pada sudut  $2\theta$  yang berbeda. Hal tersebut dikarenakan nanokomposit telah melewati titik lebur yang ada, yang mana titik lebur dari nanokomposit  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$  adalah 350°C. Jika material melewati nilai tersebut akan menyebabkan pergeseranfasadarinanokomposit yang ada.

Selanjutnya untuk menentukan penyerap gelombang mikro, dilakukan karakterisasi menggunakan VNA, Pengukuran dilakukan untuk tiga variasi suhu *sintering*. Pengukuran pertama untuk suhu *sintering* 250°C, 350°C, dan 450°C. Untuk pengukuran pertama, yaitu pada suhu *sintering* 250°C. Hasil dari karakterisasinya dapat dilihat pada Gambar 8.



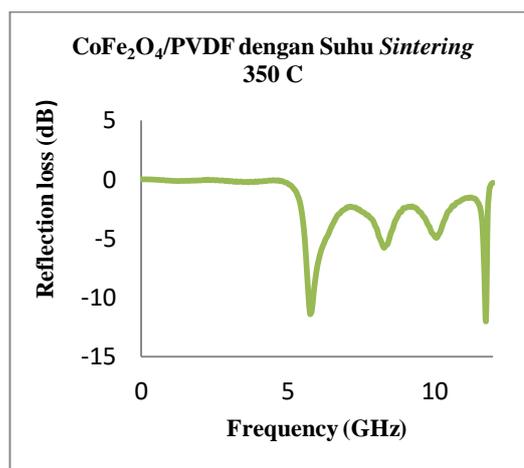
Gambar 8. Karakterisasi VNA untuk Suhu *Sintering* 250°C

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat nilai *reflection loss* maksimum dan nilai frekuensinya.

Nilai *reflection loss* terbesar dari pengukuran adalah -17,5801 dB, berada pada frekuensi 11,28 GHz.

Data pengujian karakterisasi selanjutnya yaitu nanokomposit  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$  dengan suhu *sintering* 350°C. Bentuk grafik dari hasil plot data pengujian menggunakan VNA, dapat dilihat pada Gambar 9.

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat perbandingan nilai *reflection loss* dan frekuensi dari nanokomposit  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$  dengan suhu *sintering* 350°C. Data *reflection loss* paling besar terdapat pada nilai -11,932 dB di frekuensi 11,160021 GHz.

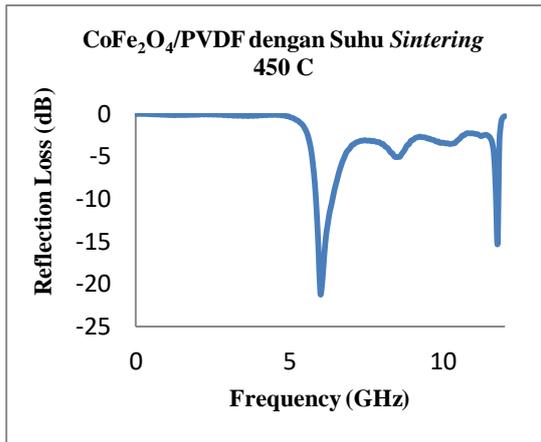


Gambar 9. Karakterisasi VNA untuk Suhu *Sintering* 350°C

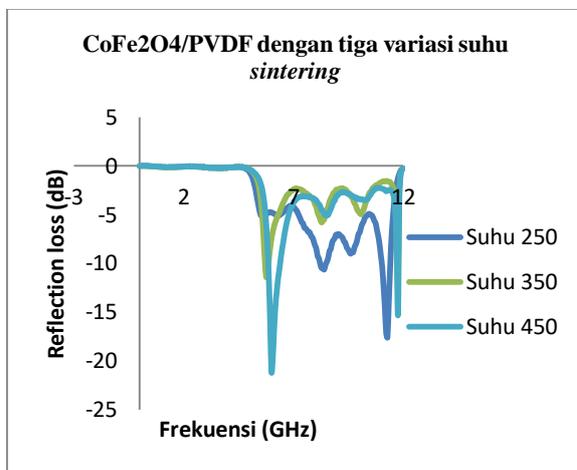
Sampel terakhir yang dikarakterisasi yaitu nanokomposit  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$  dengan suhu *sintering* 450°C. Hasil dari pengujian tersebut mendapatkan beberapa data frekuensi dan *reflection loss*, Untuk melihat plot data dengan grafik dapat dilihat pada Gambar 10.

Pada Gambar 10 dapat dilihat grafik hubungan antara frekuensi dengan *reflection loss* untuk suhu *sintering* 450°C. Nilai *reflection loss* terbesar yaitu -21,116 dB pada frekuensi 6,00015 GHz.

Untuk melihat perbedaan pada setiap pengukuran, dapat dilihat pada Gambar 11. Pengukuran dilakukan pada rentang frekuensi 8-12 GHz. Pada Gambar 11 dapat dilihat perbandingan nilai *reflection loss* yang didapatkan untuk 3 variasi suhu *sintering*. Hasil pengukuran diperoleh dengan nilai perbandingan *reflection loss* dengan frekuensi yang digunakan. Nilai *reflection loss* terbesar adalah -21,1159 dB pada frekuensi 6.0 GHz pada suhu 450°C. Untuk melihat rugirefleksi pada setiap suhu *sintering*.



Gambar 10. Karakterisasi VNA untuk Suhu Sintering 450°C



Gambar 11. Hasil Karakterisasi menggunakan VNA dari nano komposit CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/PVDF

Pada Tabel 2 dapat dilihat nilai *refelction loss* yang dihasilkan untuk setiap suhu *sintering* serta besar penyerapan yang didapatkan. Besa rpenyerapan yang paling besar adalah 91%.

Tabel 1. Refleksi untuk setiap suhu *sintering*

| Suhu Sintering (°C) | Frekuensi (GHz) | Reflection Loss (dB) | KoefisienR efleksi (%) |
|---------------------|-----------------|----------------------|------------------------|
| 250                 | 11,28           | -17,5801             | 86,78%                 |
| 350                 | 5,76            | -11,406              | 73,10%                 |
| 450                 | 6,00            | -21,1159             | 91,20%                 |

Tidak hanya untuk mengetahui nilai *reflection loss*, hasil pengukuran menggunakan VNA juga untuk mengetahui lebar pita penyerapan pada masing-masing variasi suhu. Tabel 3 menjelaskan besar pita penyerapan.

Tabel 3. Lebar pita penyerapan untuk masing-masing suhu

| Suhu Sintering (°C) | Reflection Loss (dB) | Pita Penyerapan (Ghz) | Lebar Pita Penyerapan (Ghz) |
|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 250                 | -17,5801             | 10,98-11,40           | 0,42                        |
| 350                 | -11,406              | 5,70-5,88             | 0,18                        |
| 450                 | -21,1159             | 5,88-6,40             | 0,54                        |

Dari Tabel 3 dapat dilihat nilai masing-masingdari pita penyerapan dan lebar pita penyerapan. Nanokomposit yang memiliki nilai *reflection loss* yang besar belum tentu memiliki lebar pita penyerapan yang besar juga. Kualitas material yang baik untk penyerap gelombang mikro juga harus memperhatikan nilai lebar pita penyerapannya. Hasil tersebut juga menjelaskan bahwa Perubahan suhu *sintering* berdampak pada perubahan lebar pita penyerapannya.

Karakterisasi nanokomposit CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/PVDF dengan suhu sintering 250°C, sampel yang telah di padatkan dalam acrylic diuji menggunakan satu probe, lalu hubungkan ke VNA yang sudah aktif. Setelah beberapa saat akan muncul data dari frekuensi dan *reflection loss* yang dapat diketahui penyerapannya. Nilai frekuensi awal yang digunakan adalah 0.0003 GHz - 12 GHz. Rugi refleksi terkecil adalah pada frekuensi awal pengukuran. Pada grafik dapat dilihat nilai *refelction loss* terbesar yaitu -17.580 pada frekuensi 11.28 GHz. Lebar pita penyerapan selanjutnya juga muncul pada frekuensi ± 8 GHz, dengan nilai RL nya -10.497 dB, selanjutnya terdapat pada frekuensi ± 9 GHz dengan nilai RL nya 9.031 dB.

Pada suhu *sintering* 350°C Lebar pita frekuensi juga muncul pada frekuensi ± 6 GHz dbengan RL sebesar -7.485 dB, lalu pada frekuensi ± 8 GHz dengan RL sebesar -5.804 dB, dan ± 10 GHz dengan RL sebesar -4.957 dB.Pada frekuensi yang berbeda akan menghasilkan rugi refleksi yang berbeda pula. Lebar pita selanjutnya pada suhu*sintering* 450°C, dari grafik juga terlihat pada frekuensi ±11 GHz dengan nilai *reflection loss* -15.25 dB.

Material penyerap radar yang baik adalah material yang tidak hanya memiliki nilai rugi refleksi besar, akan tetapi juga memiliki pita penyerapan yang lebar. Semakin banyak lembah penyerapan yang terbentuk berarti serapan material RAM semakin bagus. Hal ini dikarenakan material RAM dapat melakukan penyerapan dalam banyak range frekuensi.

Suhu *sintering* sangat mempengaruhi penyerapan pada gelombang mikro. Hal inimembuktikan bahwa temperature *sintering* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap pergeseran frekuensi gelombang mikro yang diserap.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan untuk melihat pengaruh suhu sintering terhadap penyerap gelombang mikro, didapatkan nilai reflection loss maksimum adalah -21,116 dB dengan frekuensi 6.0015 GHz pada suhu sintering 450°C, dengan lebar pita frekuensi 0.54 GHz. Penyerapan gelombang mikro untuk bahan penyerap radar bekerja di area C-band. Nilai kehilangan refleksi yang diperoleh bervariasi, ini membuktikan bahwa suhu sintering mempengaruhi jumlah penyerapan gelombang mikro yang diperoleh.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tiana, Saskia. 2018. *Sintesis Sistem Znnd (X)Fe(2-X) O4 Sebagai Bahan Penyerap Gelombang Mikro*. (Skripsi). Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- [2] Husain, Mudassar., Misbah-ul-Islama, Turgut Meydanb, Cuenca J.A., Yevgen Melikhov, Ghulam Mustafa, Ghulam Murtaza, Yasir Jamil. 2017. *Microwave Absorption Properties of CoGd Substituted ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Ferrites Synthesized by Co-precipitation Technique*. Bahauddin Zakariya University : Pakistan.
- [3] Nurmadinah. 2017. *Sintesis Dan Karakterisasi Mn1-Xcoxfe2o4 Berbasis Pasir Besi Alam Dengan Metode Kopersipitasi Sebagai Adsorben Ion Logam Berat Timbal (Pb)*. (Skripsi). Makassar: Univeristas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- [4] Rahmawati, Rafika, Suharyana, Budi Purnama. 2015. *Studi Pendahuluan Sintesis Nanopartikel Cobalt-ferit Hasil Kopersipitasi*. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*. Vol. 11 (2).
- [5] Nasution dan Astuti. 2012. *Sintesis Nanokomposit Pani/Fe3o4 Sebagai Penyerap Magnetik Pada Gelombang Mikro*. *Jurnal Fisika Unand*. Vol. 1, No. 1, Oktober 2012.
- [6] Djamal, M., Ramli., Khairurrijal., Haryanto, F., (2015), Development of Giant Magnetoresistance Material Based on Cobalt Ferrite, *Acta Physica Polonica A*, Vol. 128 No. 2B, pp. 19-22.
- [7] Ramli, Hartono, A., Sanjaya, E., Aminudin, A., Khairurrijal., Haryanto, F., Imawan, C., & Djamal, M., (2016), Novel Ternary CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/CuO/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> as a Giant Magnetoresistance Sensor, *J. Math. Fund. Sci.*, Vol. 48, No. 3, 2016, pp. 230-24
- [8] Song. 2016. *Fabrication and characterization of electrospun polyvinylidene fluoride (PVDF) nanocomposites for energy harvesting application*. (Thesis): University London.
- [9] Yunasfi, Siti Nurfadilah, Mashadi dan Wisnu Ari Adi. 2018. *Analisis Dan Karakterisasi Zn<sub>x</sub>fe(3-X)O<sub>4</sub> Sebagai Penyerap Gelombang Mikro Pada Peralatan Telekomunikasi*. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*. Vol.19 (2).
- [10] Widanarto, Wahyu, Pending Intan Maharani, Wahyu Tri Cahyanto, Mukhtar Effendi. 2016. *Pengaruh Temperatur Sintering Terhadap Fase dan Sifat Magnetik Barium Lanthanum Ferit Sebagai Penyerap Gelombang Mikro*. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXX HFI Jateng & DIY*.
- [11] Hasanah, Siti Uswatun, Wahyu Widanarto, Sunardi, Mukhtar Effendi. 2017. *Pengaruh Temperatur Sintering Terhadap Struktur Dan Sifat Magnetik La<sup>3+</sup> - Barium Nanoforit Sebagai Penyerap Gelombang Mikro*. *Indonesian Journal of Applied Physics* (2017) Vol.7 No.2 halaman 91.