

Analisa Komposisi Material Barium M-Heksaferit (BaM) Berbahan Dasar Pasir Besi Pantai Cilacap dan Taluk Kuantan

Dianita Wardani^{1*}, Dewi Kurniasih¹, Aditya Maharani¹, Ratna Budiawati¹

¹Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

*Email: *dianitawardani@ppns.ac.id

Abstract - Analyzing the material composition of iron sand from Cilacap beach and iron sand from Taluk Kuantan beach in Riau. In this research, the synthesis of barium M-Hexaferite is made from iron sand from Cilacap beach and iron sand from Taluk Kuantan beach, Riau. In the research method, the test was carried out using composition analysis with FTIR test. The characteristics of the test using the FTIR test that the iron sand of the Cilacap beach has an Fe content of 86.53% and does not carry out refining, while the iron sand of Taluk Kuantan beach has an Fe content of 82.86% and is not purified. Based on the wave number value, BaM doped with Cu has the best wave number value and the highest transmittance value is around 92% at wavelengths from 1467.03 to 669.56 cm^{-1} .

Keyword: Barium Hexaferite, iron (Fe), sand of Cilacap, sand of Taluk Kuantan

I. PENDAHULUAN

PEMANFAATAN dan pengembangan teknologi kapal perang merupakan bentuk kepedulian terhadap pertahanan suatu negara dan bangsa. Teknologi kapal saat ini sudah berkembang sangat cepat, teknologi terkini saat ini, kapal sebagai sarana pengintai. Salah satu material dasar yang digunakan sebagai material penyusunnya adalah material Barium M-Heksaferit [1]. Pada penelitian ini BaM dibuat dari pasir besi pantai Cilacap dan pantai Taluk Kuantan didoping dengan ion Cu dan menggunakan metode pencampuran dan pengendapan dengan suhu tinggi.

Material Barium M -Heksaferit dengan rumusan stokiometri kimia $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$. Material Barium M-Heksaferit (BaM) termasuk jenis material dengan kandungan magnet permanen dengan sifat anisotropi magnetik yang relatif bernilai tinggi dan mempunyai tingkat kestabilan yang baik [2]. Sehingga material BaM dapat diaplikasikan sebagai material penyerap terhadap gelombang radar bagi teknologi kapal perang, khususnya dapat digunakan pada teknologi kapal perang. Barium M-Heksaferit sering ditulis dengan notasi BaM. BaM mempunyai struktur heksagonal termasuk pada jenis bahan feromagnetik oksida dan bersifat anisotropis [3]. Material BaM mempunyai sifat magnetik dan elektrik Pada pengaplikasiannya material BaM banyak digunakan pada *microwave* dan RF (Radio Frequency).

Material BaM yang mengindikasikan sifat perekam magnetik dan magnet permanen banyak diminati, hal ini juga menyebabkan banyak penelitian dilakukan untuk mensintesis maupun melakukan pengujian pada material BaM [4].

Pada gambar dibawah ini yakni gambar 1, menunjukkan material jenis pasir besi. Pasir besi merupakan jenis material heksagonal *ferrite* yang mempunyai struktur kristal yang kompleks. Material BaM berfungsi untuk polimer konduktif dielektrik dan magnetik. BaM memiliki struktur kristal heksagonal [5]. Semua jenis material dengan struktur heksagonal ferrit mempunyai struktur kristal yang kompleks. Terdapat beberapa jenis pada struktur heksagonal ferrit yang dapat dikelompokkan dalam beberapa jenis yakni, tipe W, M, Y, X, U dan Z. Tipe BaM tersebut mempunyai nilai cell yang berbeda- beda.

Material BaM adalah salah satu material magnet permanen dengan anisotropi magnetik yang tinggi, dengan kesetabilan baik, magnetik saturasi, dan merupakan material dengan medan koersivitas tinggi. Karena sifat anisotropinya tinggi berkisar pada range 50-60 Hz. Sifat anisotropi material dapat direduksi dengan substitusi dari material Fe^{3+} dengan ion divalent (Co, Ni, Zn dan lainnya), adanya substitusi diharapkan dapat menyerap gelombang radar, khususnya bagi perkembangan teknologi kapal perang [6]

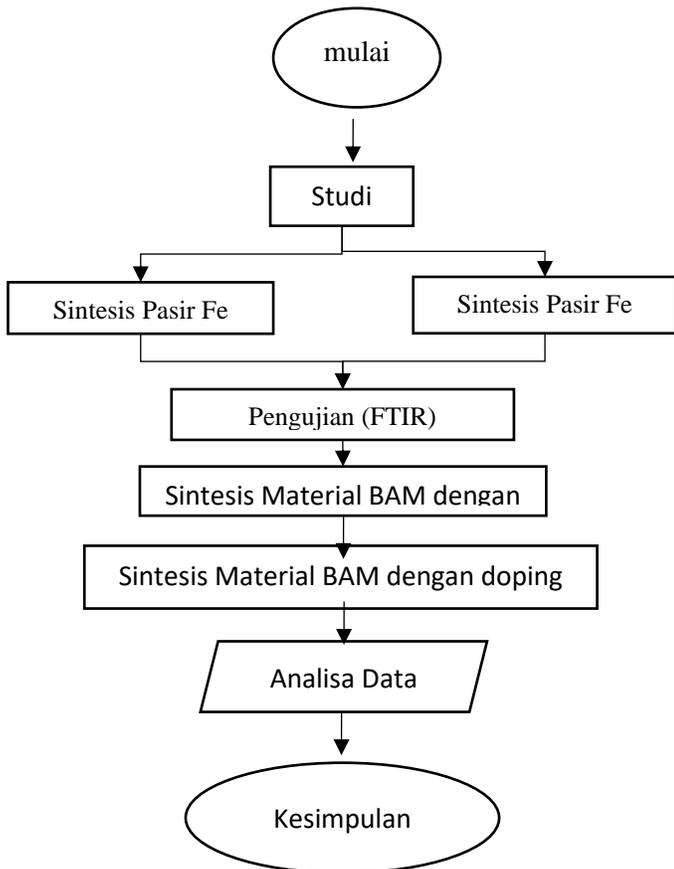
Ketersediaan pasir besi di Indonesia yang merupakan negara kepulauan dan banyak pantai di Indonesia, mengandung pasir besi. Hal ini menyebabkan endapan pasir yang mengandung partikel besi atau unsur magnetik, yang dapat ditemukan di Indonesia di sepanjang pantai. Pasir besi terbentuk karena adanya proses penghancuran secara kimiawi. Penghancuran disebabkan oleh cuaca, air permukaan dan gelombang terhadap batu-batuan yang mempunyai kandungan mineral besi yang bersifat magnetit, ilmenite dan oksida besi yang terkumpul dan terakumulasi karena gelombang laut. Pasir besi biasanya berwarna abu-abu, gelap dan kehitaman. Bentuk pasir besi berbutir-butir halus, berukuran antara 75- 150 mikron, dengan nilai densitas 2-5 gr/cm^3 . Nilai bobot isinya sebesar (Specific Gravity, SG) yakni 2,99-4.23 g/cm^3 , dengan nilai derajat kemagnetan (MD) 6,40 - 27,16%.



Gambar. 1. Pasir besi

Pada penelitian ini, menggunakan bahan tembaga (Cu) dengan bentuk kristal dan kemerahan. Bahan serbuk Cu termasuk kedalam logam transisi golongan 1B. Berdasarkan tabel periodik unsur kimia, tembaga mempunyai nilai nomor atom (NA) 29 dan mempunyai berat atom (BA) 63,546. Nilai titik lebur 1083° C, titik didih 2310°C, jari jari atom 1,173 Å dan jari jari ion Cu²⁺0,71 nm. Tembaga keberadaannya di alam bebas terdapat dalam bentuk logam bebas. Namun, material Cu lebih banyak ditemukan dalam persenyawaan/senyawa padat sebagai bentuk mineral. Unsur tembaga mempunyai nilai densitas yaitu 8,96 g/cm³. Nilai idensitas Cu tinggi, unsur Cu bisa menurunkan porositas dan meningkatkan sifat magnet. Material Cu juga memiliki nilai penghantar listrik dan panas yang baik serta memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi.

II. METODE



Gambar. 2. Flowchart penelitian

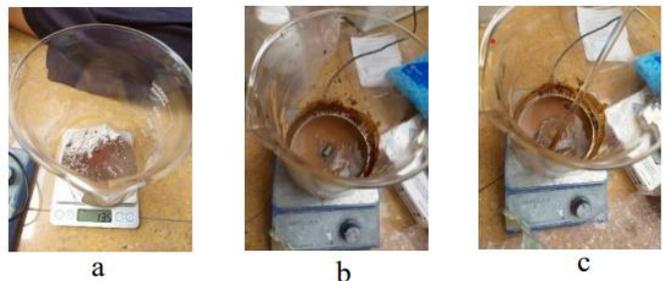
Pada penelitian ini, pertama- tama dimulai dengan melakukan studi literatur, kemudian dilanjutkan awal persiapan bahan dan alat sintesis yang digunakan pada penelitian. Pada penelitian ini dilakukan dengan memberikan variasi *doping* Cu dan *non-doping* pada saat sintesis material BaM.

Sintesis material Barium M-Heksaferrit dilakukan pembuatan material dan pengujian yang mempunyai perbedaan yaitu: 3.1.3.1 Sintesis Barium M-Heksaferrit non doping Pada kondisi awal mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Pencampuran pasir besi (Fe₂O₃), BaCO₃. Setelah pencampuran selesai, dilakukan proses stirrer dengan ketentuan tertentu. Hasil dari proses stirrer dikeringkan, setelah terbentuk prekursor BaM dilakukan pemanasan dengan suhu 1100°C, sehingga terbentuk kristalin BaM. Kemudian ulangi dengan proses dan bahan yang sama pada prosedur penelitian diatas dengan ditambahkan unsur material Cu, sebagai bahan *doping* BaM [7].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil sintesis Besi

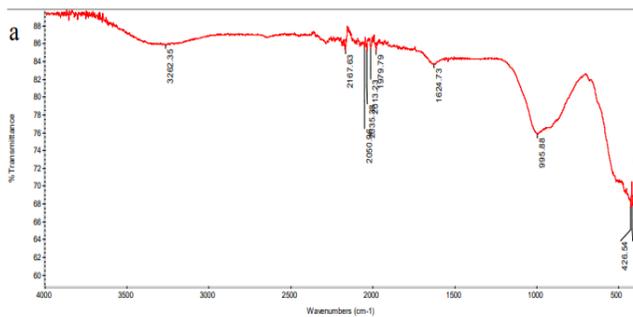
Hasil sintesis pasir besi pada pengujian menggunakan Pasir Besi Pantai Cilacap dan Pasir Besi Taluk Kuantan. Pada penelitian proses dilakukan tanpa permunian. Bahan pasir besi tidak dicampur dengan bahan kimia yang lain. Kandungan komposisi material hematit atau Fe₂O₃ digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan material Barium M-Heksaferrit. Pada proses sintesis digunakan metode kopresipitasi yaitu terbentuknya kontaminasi endapan oleh zat lain yang larut dalam pelarut. Proses kopresipitasi dibutuhkan bahan utama yaitu pasir besi (Fe₃O₄). Proses sintesis Barium M-Heksaferrit dalam pengujian ini dilakukan dua kali. Pertama-tama BaM terdoping dan *non doping*. BaM terdoping dilakukan dengan metode *solid state* yaitu metode yang melibatkan temperature tinggi selama periode yang relatife lama untuk membentuk produk berupa padatan. Proses metode *solid state* sintesis dimulai dengan mencampurkan serbuk Pasir Besi (Fe₂O₃), serbuk barium carbonat (BaCO₃) dan serbuk Cu terlihat pada gambar 3.(a). Proses pencampuran ini dilakukan dengan magnetic stirrer ditunjukkan pada gambar 3.(b). Setelah dilakukannya *stirrer* lalu ditambahkan alcohol 70% dengan besar kecepatan 150 rpm selama selang waktu 2 jam dengan waktu henti 30 menit. Sedangkan pada gambar 3.(c). BaM terdoping kemudian dilakukan proses kalsinasi pada temperature 650°C selama 8 jam proses kalsinasi. Kemudian terbentuk serbuk Barium M-Heksaferrit, kemudian setelah itu terbentuk Barium M-Heksaferrit dengan doping material Cu.



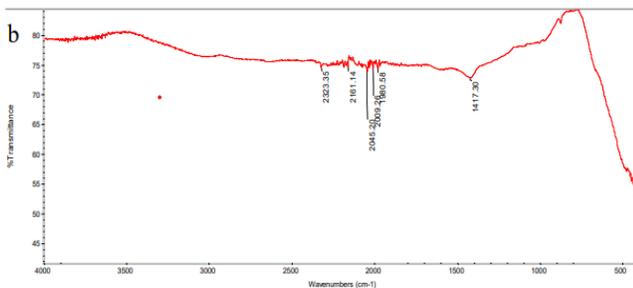
Gambar. 3. Proses sintesis besi

B. Transformed InfraRed (FTIR) Pasir Besi (Fe).

Pada pengujian dilakukan analisa menggunakan alat *Fourier Transformed InfraRed* (FTIR), bertujuan untuk mengetahui ikatan senyawa dan gugus fungsi yang terbentuk pada material pasir besi. Pengujian ini dilakukan menggunakan bahan utama yaitu Pasir Besi. Dalam Pengujian FTIR menggunakan Pasir Besi Pantai Cilacap dan Pasir Besi Pantai Taluk Kuantan dimana untuk mengetahui kandungan Fe yang tertinggi dari pasir besi tersebut. Gambar 1 menunjukkan hasil dari pengujian FTIR pasir besi pantai cilacap dan pasir besi Taluk Kuantan. Pada hasil transmitansi, gambar 4.(a) dan 4.(b) dan wavenumbernya terdeteksi unsur Fe dan menunjukan kandungan Fe terbaik pada kandungan pasir pantai Cilacap.

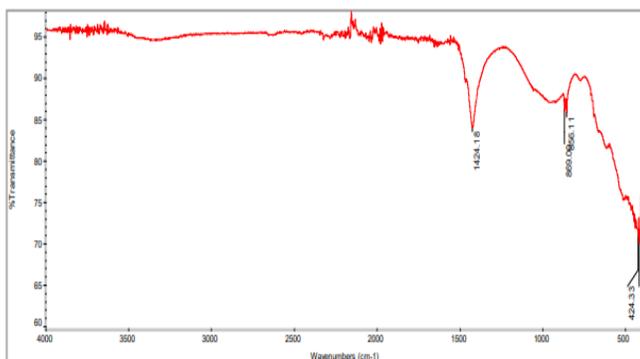


Gambar. 4.(a) pasir besi pantai cilacap

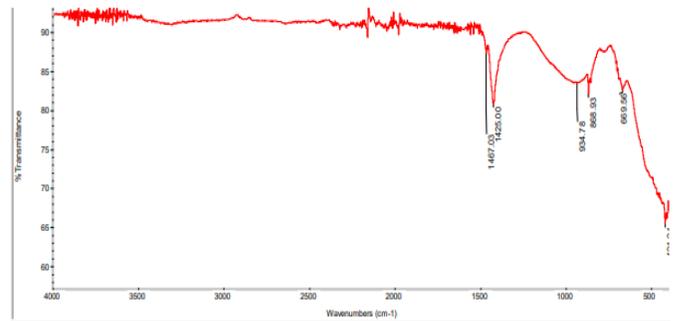


Gambar 4. (b) pasir besi pantai kuantan

C. Analisa pengujian Fourier Transformed InfraRed FTIR Barium M Heksferit



Gambar. 5.(a) Hasil pengujian material BaM *non-doping*



Gambar. 5.(b) Hasil pengujian material BaM *doping cu*

Pada Gambar 5.(a) merupakan hasil dari pengujian FTIR Barium M Heksferit *non doping*. Apabila kita amati pada gambar, terbentuk 3 puncak pada ikatan material BaM non doping yaitu ikatan C=C benzoid, Fe-O stretching dan Ba-O stretching. Pada ikatan senyawa C=C benzoid terbentuk pada bilangan gelombang 1424.18 cm^{-1} . Nilai resapan pada ikatan ini, menunjukkan terbentuknya senyawa *aromatic*. Senyawa hidrokarbon yaitu senyawa hidrokarbon dengan ikatan tunggal dan rangkap diantara karbon. Hasil karakteristik pada uji FTIR yang dilakukan, didapatkan resapan pada bilangan gelombang 424.33 cm^{-1} yang mengindikasi terbentuknya vibrasi Fe-O stretching.

Terdapatnya ikatan ini, menunjukan terbentuknya getaran diantara ion Fe dengan atom O_2 . Sedangkan ikatan Ba-O *stretching* yang terbentuk pada bilangan gelombang 869.08 cm^{-1} dan 856.11 cm^{-1} . Hal ini dapat mengindikasikan terbentuknya interaksi antara Ba dengan atom O_2 . Kemudian dengan terbentuknya ikatan *stretching* Fe-O dan *stretching* Ba-O pada hasil pengujian dengan posisi bilangan atau nilai gelombang tersebut, hal ini menunjukkan bahwa telah terbentuknya fasa BaM. Apabila kita amati pada gambar 5.(b), gambar 5.(b) merupakan hasil pengujian FTIR material Barium M Heksferit terdoping material Cu. Apabila kita amati, terdapat 5 puncak utama yang terbentuk pada ikatan material BaM terdoping yaitu ikatan C=C benzoid, S=O stretching, Ba-O stretching dan C-H Vibration. Pada ikatan C=C benzoid dengan bilangan gelombang 1467.03 cm^{-1} dan 1425.00 cm^{-1} . Ikatan ini menunjukkan adanya senyawa *aromatic*. Senyawa hidrokarbon dengan ikatan tunggal dan rangkap diantara karbon. Kemudian ikatan S=O stretching dengan bilangan gelombang 869.08 cm^{-1} . Lalu terdapat ikatan Ba-O *stretching* pada bilangan gelombang 868.93 cm^{-1} . Terbentuknya ikatan ini menunjukkan adanya interaksi antara Ba dengan atom O_2 . Selanjutnya indikasi ikatan yang terakhir Fe-O stretching bilangan gelombang 669.56 cm^{-1} . Ikatan ini menunjukan suatu vibrasi antara ion Fe dengan atom O_2 . Pengujian FTIR pada Barium M-Heksferit terdoping dan non doping memiliki 2 sumbu yaitu sumbu y disebut hubungan antara transmitansi dan sumbu x merupakan gelombang yang terjadi[10].

Pada gambar 5.(a) dengan pengujian non doping memiliki transmitansi sekitar 91 % dengan panjang gelombang dari 1424.18 sampai 424.33 cm^{-1} . Pada gambar 5.(b) dengan pengujian Barium M-Heksferit terdoping memiliki transmitansi sekitar 92% dengan panjang gelombang dari 1467.03 sampai 669.56 cm^{-1} . Pada hasil pengujian FTIR Barium M-Heksferit memiliki 2 ikatan gugus fungsi yaitu Ba-O dan Fe-O *stretching* pada umumnya akan muncul bilangan

gelombang dibawah range 1000 cm^{-1} . Terdapat dua tabel yang mempunyai hasil yang dapat dijadikan material BAM yaitu pada gugus fungsi Ba-O stretching dan Fe-O stretching dengan adanya diantara kedua gugus fungsi yang sudah didapat, dapat memenuhi kestrukturannya dari BaM dan dapat mengkonfirmasi terbentuknya fasa BaM.

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian sintesis material BaM mulai dari persiapan hingga pengujian dan dihasilkan data, dapat diambil kesimpulan bahwa Pasir Besi Pantai Cilacap memiliki kandungan Fe 86.53% dan Pasir Besi Taluk Kuantan 82.86%. Hal ini terbukti dalam pengujian FTIR. Hasil pengujian FTIR dengan dua kali sintesis material BaM, menghasilkan unsur Ba-O dan Fe-O pada masing masing grafik. Berdasarkan nilai *wavenumber* BAM yang terdoping dengan unsur Cu memiliki nilai *wavenumber* paling baik dan nilai transmitansi paling tinggi sekitar 92% pada panjang gelombang dari 1467.03 sampai 669.56 cm^{-1} .

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penelitian ini kami ucapkan terima kasih kepada unit penelitian dan pengabdian masyarakat PPNS yang telah memberikan dukungan agar terpublishnya paper ini.

REFERENSI

- [1] Y. E. Gunanto, M. P. Izaak, S. S. Silaban, and W. A. Adi, "Synthesis and Characterization of Barium-Hexaferrite-Based Nanocomposite on X-Band Microwave," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 367, no. 1, p. 012040, May 2018, doi: 10.1088/1757-899X/367/1/012040.
- [2] S. Goel, A. Garg, H. B. Baskey, M. K. Pandey, and S. Tyagi, "Studies on dielectric and magnetic properties of barium hexaferrite and bio-waste derived activated carbon composites for X-band microwave absorption," *Journal of Alloys and Compounds*, vol. 875, p. 160028, Sep. 2021, doi: 10.1016/J.JALLCOM.2021.160028.
- [3] G. Tan and X. Chen, "Structure and multiferroic properties of barium hexaferrite ceramics," *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, vol. 327, pp. 87–90, Feb. 2013, doi: 10.1016/J.JMMM.2012.09.047.
- [4] S. A. Gudkova *et al.*, "Synthesis, structure and properties of barium and barium lead hexaferrite," *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, vol. 470, pp. 101–104, Jan. 2019, doi: 10.1016/J.JMMM.2017.11.114.
- [5] "Studi Penyerapan Gelombang Elektromagnetik Rentang X-Band Dengan Menggunakan Penyerap PANi Konduktif Dan Barium M-Heksaferit Terdoping Ion Zn ($0,3 \leq X \leq 0,9$) - ITS Repository." <https://repository.its.ac.id/42877/> (accessed Jun. 29, 2022).
- [6] S. Rachmawati, S. Rachmawati, and M. Zainuri, "Pelapisan Single Layer Penyerap Gelombang Radar Dispersi Barium M-Heksaferit / Polianilin pada Rentang X-Band," *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 2337–3520, Nov. 2016, doi: 10.12962/j23373520.v5i2.18040.
- [7] X. Liu, M. Wang, S. Zhang, and B. Pan, "Application potential of carbon nanotubes in water treatment: A review," *Journal of Environmental Sciences (China)*, vol. 25, no. 7, pp. 1263–1280, Jul. 2013, doi: 10.1016/S1001-0742(12)60161-2.
- [8] Y. Li and W. Chu, "Implementation of single precision floating point square root on FPGAs," *IEEE Symposium on FPGAs for Custom Computing Machines, Proceedings*, pp. 226–232, 1997, doi: 10.1109/FPGA.1997.624623.
- [9] A. Aspi, M. Malino, and B. P. Lapanporo, "Analisis Data Spektrum Spektroskopi FT-IR untuk Menentukan Tingkat Oksidasi Polianilin," *PRISMA FISIKA*, vol. 1, no. 2, pp. 92–96, Sep. 2013, doi: 10.26418/PF.V1I2.3066.
- [10] A. Nanhe, G. Gawali, S. Ahire, and K. Sivasankaran, "Implementation of Fixed- and Floating-Point Square Root Using Nonrestoring Algorithm on FPGA," *International Journal of Computer and Electrical Engineering*, pp. 533–537, 2013, doi: 10.7763/IJCEE. 2013.V5.767.