

## **Pembuatan dan karakterisasi magnet komposit berbahan dasar barium ferit dengan pengikat karet alam**

**(Creating and characterization of composite magnet using barium ferrite with natural rubber as a binding material)**

**Rahmawan Wicaksono, Agus Yulianto, dan Sulhadi**

*Laboratorium Kemagnetan Bahan,  
Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang,  
Jalan Raya Sekaran, Gunungpati Semarang 50229, Indonesia dan email:  
rahmawanwicaksono@yahoo.co.id*

---

### **Abstrak**

Telah berhasil dilakukan pembuatan magnet komposit berbahan dasar barium ferit dengan pengikat karet alam. Barium ferit dan karet alam yang difabrikasi dengan komposisi  $(1-x)$  barium ferit +  $(x)$  karet alam;  $0,2 \leq x \leq 0,5$ . Pencampuran dilakukan pada suhu ruang. Campuran tersebut dicetak dengan tekanan sebesar 3 Ton. Sampel diuji mekanik untuk menentukan kerapatan dan keelastisitasan. Sampel dengan komposisi 50% barium ferit memiliki daya tarik yang besar yaitu diberi beban sampai 1,332 kg, namun memiliki kerapatan yang kecil yaitu  $1,79 \times 10^{-2}$  ( $\text{kg/m}^3$ ). Hal ini disebabkan karena semakin besar bahan pengikatnya, maka kekuatan mekaniknya akan semakin kuat. Semakin banyak barium ferit yang digunakan maka nilai magnet remanen akan semakin besar. Komposisi 80% barium ferit memiliki nilai magnet remanen yang paling baik yaitu 0,79 (kG) dan memiliki nilai koersifitas ( $H_c$ ) lebih dari 200 Oe. Ini membuktikan bahwa magnet yang dibuat termasuk magnet keras.

Kata kunci: barium ferit, karet alam, uji mekanik, uji magnetik

### **Abstract**

The creation of magnetic composite materials using barium ferrite with a natural rubber as a binding material has been successfully carried out. Barium ferrite and natural rubber was fabricated with composition  $(1-x)$  + barium ferrite +  $(x)$  natural rubber,  $0,2 \leq x \leq 0,5$ . Mixing was done at room temperature. The mix was built with a pressure of 3 tons. The samples were tested to determine the density and mechanical elasticity. Samples with 50% barium ferrite has great appeal that is can stand weight up to 1,332 kg, but has a smaller density is  $1,79 \times 10^{-2}$  ( $\text{kg/m}^3$ ). This Happened because the larger the binder material, the mechanical strength will be stronger. The more barium ferrite magnets remanence are used then the value will be greater. The magnetic remanence value with composition of 80% barium ferrite is 0.79 (kG) which is the best value and has a value of coercivity ( $H_c$ ) of more than 200 Oe. This proves that the magnets that were made were hard magnets.

Key Word: barium ferrite, natural rubber, mechanical testing, magnetic testing

---

## Pendahuluan

Pengolahan pasir besi menjadi magnet lunak maupun magnet keras saat ini mengalami perkembangan pesat. Bahkan, pengolahan pasir besi juga sudah berkembang ke dalam ukuran nano. Pasir besi diolah menjadi ukuran nano dengan menggunakan larutan asam klorida [1]. Serbuk pasir besi yang berukuran nano sangat dibutuhkan dalam perkembangan teknologi saat ini.

Hasil dari olahan pasir besi menghasilkan magnet keras dan magnet lunak. Salah satu magnet keras yang biasa digunakan dalam industri adalah barium ferit dan stronsium ferit. Barium ferit digunakan dalam industri karena mempunyai sifat permanen setelah dimagnetisasi [2]. Selain itu barium ferit mempunyai nilai saturasi yang besar [3]. Barium ferit telah dikenal sebagai material magnetik permanen yang memiliki *high-performance* [4], secara teoritis mempunyai sifat koersivitas tinggi, magnetisasi saturasi yang tinggi [5], temperature curie tinggi, kestabilan kimiawi yang baik, dan tahan korosi [6].

Saat ini teknologi sintesis pasir besi semakin berkembang [7]. Untuk menindaklanjuti hal tersebut perlu dilakukan inovasi-inovasi baru tentang pengolahan hasil sintesis pasir magnet salah satunya dengan membuat magnet komposit. Magnet komposit merupakan campuran antara bahan magnet dengan bahan bukan magnet. Jumlah elemen serbuk magnet didalam komposit akan sangat menentukan kekuatan medan magnet. Sedangkan bahan pengikat digunakan untuk melindungi dan mengikat serbuk magnet. Bahan pengikat akan mempengaruhi sifat mekanik dari material komposit secara keseluruhan [8].

Proses pembuatan magnet komposit lebih banyak dengan metode yang menggunakan pemanasan dengan suhu yang tinggi untuk membuat hasil yang bagus [2]. Tetapi, sekarang perlu adanya inovasi supaya bisa membuat magnet yang memiliki kualitas bagus, tapi dengan metode yang sederhana. Laboratorium Kemagnetikan Bahan UNNES juga telah berhasil memadukan serbuk magnet dengan bahan pengikat lain. Diantaranya, barium ferit dengan campuran karet alam [9], barium ferit dengan campuran semen *portland* [10], barium ferit dengan kaca *cult* [2], barium ferit dengan resin [8].

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti mengembangkan sebuah inovasi dengan menggunakan karet alam atau poliisoprena sebagai bahan pengikat, karena peneliti ingin membuat magnet yang mempunyai sifat elastis

tapi dengan metode yang sederhana dan dengan biaya yang relatif murah.

## Metode Penelitian

Karet alam yang diambil langsung dari kebun karet Getas Kecil Kabupaten Kendal yang digunakan sebagai bahan pengikat ini, sebelum dibawa ke Laboratorium Kemagnetikan Bahan Universitas Negeri Semarang terlebih dahulu diberi penambahan amoniak. Pemberian amoniak ini dilakukan di kebun bertujuan untuk mencegah terjadinya penggumpalan secara cepat. Perbandingan penambahannya adalah setiap 100 gr karet alam diberi 1 gr amoniak.

Pembuatan serbuk barium ferit menjadi partikel yang lebih kecil dengan cara dimiling menggunakan *ball milling* selama 12 jam serta dilanjutkan dengan menyaringnya ke dalam penyaring tipe T200. Setelah barium ferit lolos saring, barium ferit ditimbang dengan komposisi atau perbandingan tertentu.

Karet alam yang diambil dari kebun karet, yang sudah diberi amoniak, selanjutnya ditimbang menggunakan timbangan digital. Penimbangan karet alam ini dilakukan di Laboratorium Kemagnetikan Bahan Universitas Negeri Semarang dengan komposisi tertentu.

Barium ferit dan karet alam yang sudah ditimbang dengan komposisi dan perbandingan tertentu, selanjutnya dicampur dan diaduk hingga homogen. Pencampuran kedua bahan ini dilakukan pada suhu ruang.

Untuk menentukan sifat mekanik maupun magnetnya, maka dalam penelitian ini digunakan 7 komposisi yang berbeda yaitu 50% sampai 80% fraksi penambahan barium ferit serta dari 50% sampai 20% berat bahan pengikatnya yaitu karet alam.

Setelah barium ferit dan karet alam tercampur secara homogen, selanjutnya bahan tersebut dimasukkan ke dalam cetakan berdiamater 3 cm yang selanjutnya di pres dengan tekanan 3 matriks ton. Pengepresan ini dilakukan selama 20 menit tiap sampel.

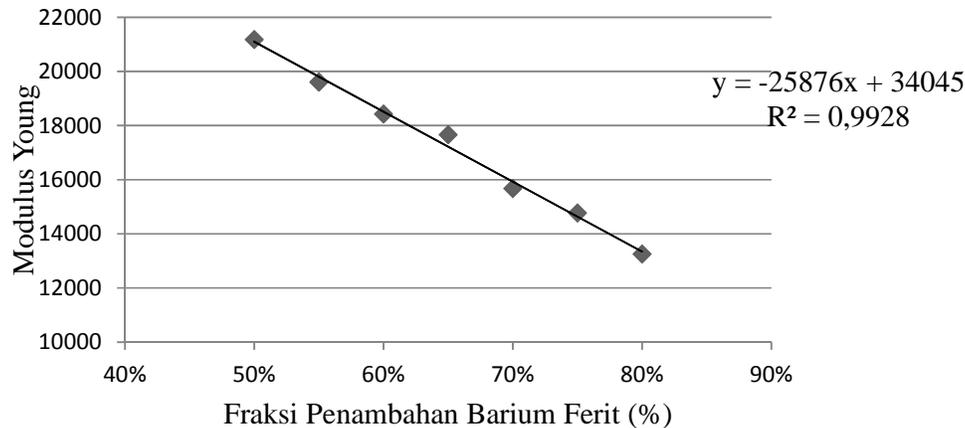
## Hasil dan Diskusi

### Uji kuat tarik

Pembuatan magnet komposit menggunakan bahan barium ferit dengan pengikat karet alam telah berhasil dilakukan. Komposisi barium ferit dan karet alam yang difabrikasi adalah  $(1-x)$  barium ferit +  $(x)$  karet alam dengan  $0,2 \leq x \leq 0,5$ . Pembuatan dilakukan dengan cara mencetak pada suhu ruang. Hasil analisis dari

uji kuat tarik menunjukkan bahwa semakin besar bahan pengikatnya maka tegangan dan regangan akan semakin besar, demikian juga dengan nilai konstanta pegasnya. Grafik

hubungan antara modulus young dengan fraksi penambahan barium ferit, dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



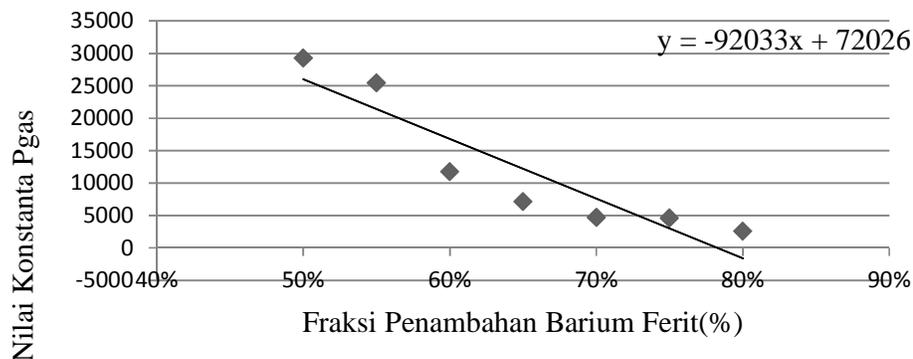
**Gambar 1.** Hubungan antara besar komposisi barium ferit dengan modulus Young.

Menentukan nilai modulus young ini, tergantung pada besar nilai regangan dan tegangan. Besar nilai tegangan ditentukan pada besarnya penambahan beban ( $F = mg$ ) yang dibagi dengan Luas penampang sampel. Luas penampang sampel ( $A$ ) untuk uji tegangan ini mulai dari sampel 1 sampai sampel 7 sebesar  $0,273 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ . Besar nilai  $F$  untuk uji tegangan ini tergantung pada seberapa kuat sampel itu ditarik sampai putus. Nilai regangan diperoleh dari penambahan panjang sampel tersebut sampai titik patah atau putus dibagi dengan panjang awal. Panjang awal ( $L_1$ ) dari semua sampel adalah  $2,7 \times 10^{-2} \text{ m}$ .

Nilai konstanta pegas diperoleh dari besar massa beban ( $F$ ) yang dibagi dengan penambahan panjang dari semua sampel.

Massa beban yang digunakan dalam setiap sampel dimulai dari  $100 \times 10^{-3} \text{ kg}$  sampai  $400 \times 10^{-3} \text{ kg}$ . Dari data tersebut diperoleh bahwa ketika massa 100 gr pada fraksi barium ferit 50% belum begitu terlihat nilai penambahan panjangnya. Begitu juga untuk fraksi barium ferit 55%. Namun ketika massa beban sebesar 350 gr dan 400 gr, untuk fraksi barium ferit 80% sudah patah. Titik patah pada fraksi barium ferit 80% ketika diberi beban sebesar  $324 \times 10^{-3} \text{ kg}$ .

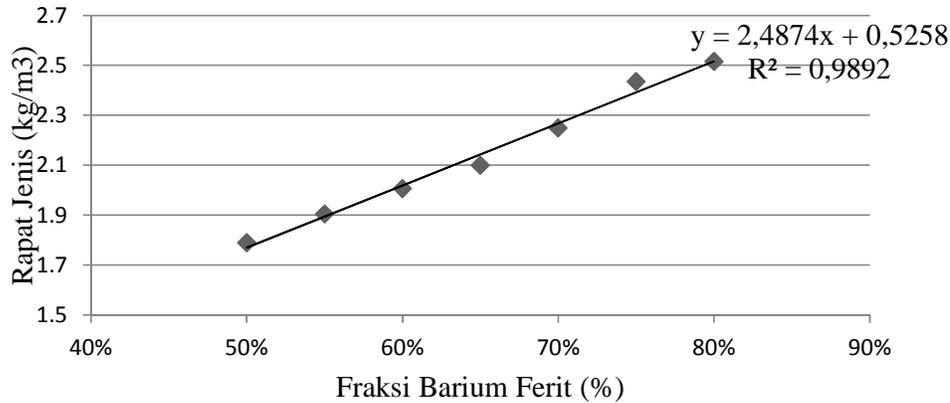
Besar konstanta pegas dipengaruhi oleh jumlah fraksi pengikatnya. Nilai konstanta pegas rata-rata pada komposisi fraksi barium ferit 50% adalah 29272.47. Hasil pengukuran konstanta pegas dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik hubungan antara fraksi barium ferit dengan konstanta pegas rata-rata.

Untuk uji kerapatan atau rapat jenis sampel, dilakukan dengan mencari massa masing-masing sampel dan menghitung volume masing-masing. Besar bahan pengikatnya akan sangat mempengaruhi nilai kerapatannya. Karet alam yang digunakan sebagai bahan pengikat mempunyai massa jenis kurang dari 1 g/cm<sup>3</sup>. Besar nilai kerapatan berbanding lurus dengan besar fraksi barium ferit. Semakin besar fraksi barium ferit, maka nilai kerapatannya akan

semakin besar. Hal ini disebabkan karena nilai rapat jenis kedua bahan tersebut berbeda. Nilai rapat jenis karet alam yaitu 0,9 g/cm<sup>3</sup> sedangkan nilai rapat jenis barium ferit yaitu 5,2 g/cm<sup>3</sup>. Dari hasil penelitian yang dilakukan, terlihat bahwa semakin besar fraksi barium ferit yang ada pada magnet komposit, maka nilai kerapatannya akan semakin besar. Seperti ditunjukkan pada gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik hubungan antara fraksi barium ferit dengan rapat jenis.

*Uji magnetik*

Analisis pada kurva histeresis dari magnet komposit antara bahan barium ferit dengan bahan pengikat karet alam pada ketujuh

komposisi, memberikan parameter-parameter sifat magnetik, Dari kurva histeresis tersebut dapat diperoleh data seperti ditunjukkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Sifat magnetik magnet komposit Ba Ferit dengan pengikat karet alam.

No	Nama	Komposisi Bahan	Br	Hc	(BH)maks	P
		Barium Ferit	(kG)	(kOe)	(MGOe)	(g/cm <sup>3</sup> )
1	Sampel 1	50%	0,55	1.315	0,00	1,97
2	Sampel 2	55%	0,52	1.311	0,06	1,99
3	Sampel 3	60%	0,53	1.084	0,05	2,02
4	Sampel 4	65%	0,5	1.100	0,00	2,06
5	Sampel 5	70%	0.66	1.053	0,09	2,27
6	Sampel 6	75%	0,63	1.081	0,00	2,32
7	Sampel 7	80%	0,79	1.017	0,02	2,25

Tinggi rendahnya nilai induksi remanen bergantung pada kontribusi magnetik dari setiap

elemen pembentuknya. Semakin banyak elemen pembentuknya, semakin besar pula sisa

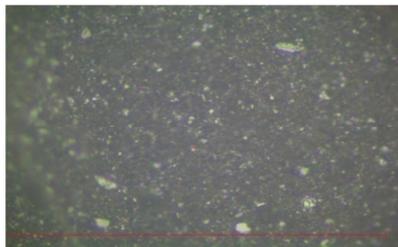
magnet yang ditinggalkan. Jadi semakin banyak nilai barium ferit maka nilai Br akan semakin besar. Nilai Br ditunjukkan pada daerah kuadran kedua dari kurva histeresis hasil pengukuran dengan *permagraph*. Dari gambar 4.12 dilihat bahwa rata-rata nilai Br pada fraksi komposisi barium ferit 80%, 75%, 70%, 65%, 60%, 55%, dan 50% tidak mengalami penurunan yang stabil. Hal ini tidak sesuai dengan hasil yang telah ada yang dikemukakan dalam [2]. Kejadian ketidakstabilan nilai Br ini terjadi karena tebal sampel masing-masing komposisi tidak sama dan ketika pada tahap perapian sampel, ada bagian barium ferit yang terpotong. Pada saat pencampuran dan pencetakan ada serbuk barium yang menempel pada cetakan, serta tidak meratanya sebaran serbuk barium ferit di dalam magnet komposit juga menyebabkan ketidakstabilan nilai induksi remanen (Br) dari magnet komposit.

Bahan magnet keras ditandai dengan nilai koersivitas magnet ( $H_c$ ) yang besar. Nilai gaya koersivitas ( $H_c$ ) dari ketujuh komponen magnet komposit diatas lebih dari 1 kOe. Ini membuktikan bahwa ketujuh komponen tersebut bersifat magnet keras.

Harga produk energy maksimum terlihat berbeda dari beberapa komposisi. Setelah dilakukan uji *permagraph*, sampel yang dihasilkan dapat menempel tapi nilai (BH) maks masih ada yang 0,00 MGOe. Ini terjadi karena satuan yang dipakai adalah MGOe sedangkan nilai yang didapatkan lebih kecil dari itu. Mungkin satuan yang bisa membaca hasilnya adalah orde KGOe.

#### Foto permukaan

Magnet komposit yang di hasilkan kemudian dilakukan analisis permukaan untuk mengetahui adanya keretakan pada saat pembuatan dan magnetisasi atau kurang homogen pada saat pencampuran. Maka dari itu sampel difoto menggunakan mikroskop digital dengan pembesaran 2000 kali.



**Gambar 4.** Foto Permukaan Sampel

Dari hasil analisis permukaan dengan pembesaran sampai 2000 kali, dari ketujuh sampel magnet komposit yang didapat

menunjukkan tidak ada keretakan pada permukaan. Sedangkan hasil foto yang didapatkan menunjukkan bahwa, pencampuran barium ferit dan karet alam kurang homogen. Terlihat dengan adanya bintik putih yang menunjukkan bahan pengikat karet alam masih ada yang menggumpal pada sisi tertentu. Pengaruh bertambahnya karet alam pada magnet komposit terlihat jelas ketika di foto menggunakan mikroskop digital dengan pembesaran 2000 kali. Semakin banyak bahan pengikat karet alam, maka semakin banyak bintik putih yang terlihat.

## Kesimpulan

Pembuatan magnet komposit menggunakan bahan barium ferit dengan pengikat karet alam telah berhasil dilakukan. Komposisi barium ferit dan karet alam yang difabrikasi (1-x) barium ferit + (x) karet alam dengan  $0,2 \leq x \leq 0,5$ . Pembuatan dilakukan dengan cara mencetak pada suhu ruang. Hasil analisis sifat mekanik menunjukkan bahwa semakin besar bahan pengikatnya maka tegangan dan regangan akan semakin besar, demikian juga dengan nilai konstanta pegasnya. Namun hasil uji kerapatan atau rapat jenis menunjukkan bahwa semakin besar bahan pengikatnya maka kerapatannya akan semakin kecil.

Hasil analisis sifat magnetik menunjukkan bahwa nilai induksi remanen (Br) terbesar adalah pada fraksi komposisi barium ferit 80% + 20% karet alam. Dari semua komposisi yang dibuat, nilai koersivitas magnet ( $H_c$ ) lebih dari 200 Oe (0,2 kOe). Hal ini menunjukkan bahwa ketujuh komponen tersebut bersifat magnet keras. Hasil analisis permukaan menggunakan CCD atau mikroskop digital menunjukkan bahwa komposisi barium ferit 65 % + 35% karet alam memiliki struktur yang paling baik, karena semakin sedikit bintik putih yang berkumpul pada daerah tertentu.

## Pustaka

- [1] Rahman, T. 2012. *Sintesis Pewarna Magnetik Berbahan Dasar Besi Oksida*. UNNES: Semarang.
- [2] Alif, M.I. 2012. *Komposit Barium Ferit Dengan Pengikat Kaca Cult*. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- [3] Yamauchi, T., Y. Tsukahara, T. Sakata, H.Mori, T.Chikata, S.Katih, & Y.Wada. 2009.

- Barium Ferrite Powder Prepared By Microwave-Induced Hydrothermal Reaction And Magnet Ic Property. *Journal Of Magnetism And Magnetic Material : Elsevier*.
- [4] Johan, A. 2010. Analisis Bahan Magnet Nanokristalin Barium Heksaferit ( $BaO_6Fe_2O_3$ ) dengan Menggunakan High-Energy Milling. *Jurnal Penelitian Sains 14 (1)*. Sumatera Selatan : FMIPA Universitas Sriwijaya.
- [5] Montazeri, A. 2009. Synthesis of nanocrystalline barium Ferrite in Ethanol/Water Media. *Journal Material Science Technology vol. 25 no. 4 : 465-469*.
- [6] Rinata, A., Widyastuti & H. Purwaningsih. 2011. Pengaruh Presentasi Berat Barium Heksaferite ( $Ba_{0.6}Fe_2O_3$ ) dan Ketebalan Lapisan Terhadap Reflection Loss pada Komposit Radar Absorbent Material (RAM). *Jurnal Teknik material dan Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya 1-7*.
- [7] Ghandoor. 2012. Synthesis & Some Physical Properties of Magnetite ( $Fe_3O_4$ ) Nanoparticles. *Int. J. Electrochem. Sci., Vol. 7, 2012. International Journal of ELECTROCHEMICAL SCIENCE. Egypt*.
- [8] Muklisin, I. 2013. *Pembuatan Dan Karakterisasi Magnet Komposit Ferit Dengan Bahan Pengikat Resin*. UNNES : Semarang.
- [9] Habibi, T. 2006. *Pembuatan Magnet Komposit Berbasis Karet Alam dan Serbuk Magnet Barium Ferrite*. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- [10] Jatiutoro, P. 2006. *Pembuatan dan Karakterisasi Magnet Komposit dari Bahan Magnet Barium Heksaferit dengan Bahan Pengikat Semen Portland*. Skripsi. Semarang : FMIPA Universitas Negeri Semarang.