
SUSEPTIBILITAS MAGNETIK DAN MORFOLOGI NANOPARTIKEL OKSIDA BESI DIPREPARASI MENGGUNAKAN BALL MILLING MELALUI VARIASI BOLA MILLING

Sukmawati Laia*, Erwin

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau

*E-mail korespondensi: sukma.wati.laia3552@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Susceptibility magnetic and morphological properties of magnetic nanoparticles of natural sand from Sungai Suci Bengkulu beach have been determined. The magnetic nanoparticles were synthesized using ball milling through variation of the size of the milling balls. Separation of iron oxide and non iron oxide particles of the samples were separated by Neodymium Iron Boron (NdFeB) magnets. The product is called NdFeB product. The process of milling used ball milling and using a combination of milling ball with diameter of 0.5 , 0.7, and 1.5 cm. The results were called BM I products. The process of milling was continued by milling of the BM I product as a function of milling balls size, namely 0.5, 0.7, and 1.5 cm. The results are called BM II A, BM II B, and BM II C products. Magnetic induction of solenoid (B_0) and total magnetic induction of solenoid (B_t) was measured using Pascomagnetic Probe PS-216 as a function of currents of 200, 400, 600, 800 and 1000 mA. The calculation of the magnetic susceptibility was carried out based the values of B_0 and B_t for the BM II product as a function of ball size of 0.5 , 0.7 , and 1.5 cm. The results show that the magnetic susceptibility of the samples increases from 6122×10^{-5} , to 10428×10^{-5} with increasing milling ball size from 0.5 to 1.5 cm, respectively. Scanning electron microscope (SEM) was utilized in order to determine the morphology of magnetic nanoparticles of BM II products. SEM results show that the particle size of the sample decreases with increasing milling ball size. however, the BM II product using milling ball size 0.7 cm shows that the particles experience agglomeration due to the presence of inter-particle attraction.

Keywords: Natural Sand, Sungai Suci Bengkulu, Ball Milling, Magnetic Susceptibility, Morphology.

ABSTRAK

Telah ditentukan suseptibilitas magnetik dan sifat morfologi nanopartikel magnetik pasir alam pantai Sungai Suci Bengkulu. Nanopartikel magnetik disintesis menggunakan ball milling melalui variasi ukuran bola milling. Pemisahan partikel besi oksida dan non besi oksida sampel dipisahkan dengan magnet Neodymium Iron Boron (NdFeB). Produk tersebut disebut produk NdFeB. Proses milling menggunakan ball milling dan menggunakan kombinasi milling ball dengan diameter 0,5 , 0,7, dan 1,5 cm. Hasilnya disebut produk BM I. Proses penggilingan dilanjutkan dengan penggilingan produk BM I sebagai fungsi penggilingan ukuran bola yaitu 0,5, 0,7, dan 1,5 cm. Hasilnya disebut produk BM II A, BM II B, dan BM II C. Induksi magnetik solenoida (B_0) dan induksi magnetik total solenoida (B_t) diukur menggunakan Pascomagnetic Probe PS-216 sebagai fungsi arus 200, 400, 600, 800 dan 1000 mA. Perhitungan suseptibilitas magnetik dilakukan berdasarkan nilai B_0 dan B_t untuk produk BM II sebagai fungsi ukuran bola 0,5 , 0,7 , dan 1,5 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suseptibilitas magnetik sampel meningkat dari 6122×10^{-5} , menjadi 10428×10^{-5} dengan meningkatnya ukuran bola giling dari 0,5 menjadi 1,5 cm. Scanning electron microscope (SEM) digunakan untuk menentukan morfologi nanopartikel magnetik produk BM II. Hasil SEM menunjukkan bahwa ukuran partikel sampel semakin mengecil dengan bertambahnya ukuran milling ball. Namun pada produk BM II dengan menggunakan milling ball ukuran 0,7 cm menunjukkan bahwa partikel mengalami aglomerasi karena adanya gaya tarik antar partikel.

Kata kunci: Pasir Alam, Sungai Suci Bengkulu, Ball Milling, Suseptibilitas Magnetik, Morfologi.

PENDAHULUAN

Pasir alam dengan komposisi elemen magnetik yang tinggi (2% sampai 7%) merupakan salah satu kekayaan alam Indonesia dan banyak ditemukan di pantai pulau-pulau besar Indonesia, seperti Kalimantan, Jawa, Sumatera, Papua, dan Maluku. Disamping elemen magnetik di atas, pasir pantai ini mengandung unsur logam seperti titanium, silikon, magnesium, kalsium dan vanadium [1]. Pada saat ini, partikel magnetit menjadi sorotan utama khususnya bagi para peneliti karena aplikasinya yang sangat luas seperti pengembangan industri otomotif, elektronika, komputasi dan peralatan rumah tangga [2]. Ketika ukuran dari partikel magnetik diperkecil sampai ukuran nanometer, maka nanopartikel ini memiliki sifat superparamagnetik. Sifat superparamagnetik yang dimiliki oleh partikel magnetik ini membuat nanopartikel ini memiliki aplikasi yang luas yaitu sebagai katalis, *drug delivery* target, media penyimpanan data, sensor magnetik, dan tinta pada mesin [3].

Pasir pantai dapat disintesis menjadi nanopartikel magnetik menggunakan banyak metode. Salah satu di antara metode ini adalah metode *ball milling*. Metode *ball milling* merupakan metode sederhana, efisien dan tidak mahal. Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil dari *ball milling* yaitu : waktu penggilingan, ukuran bola, dan kecepatan bola. Perbedaan yang akan ditunjukkan dapat dianalisa melalui ukuran partikel, morfologi dan susceptibilitas magnetik yang dimiliki. Pada penelitian sampel yang digunakan merupakan pasir alam Pantai Sungai Suci Bengkulu yang telah diteliti sebelumnya oleh peneliti yang bernama Ratih Dwita [4]. Pasir ini berpotensi memiliki nilai kemagnetan yang tinggi, sehingga dapat disintesis untuk menghasilkan nanopartikel magnetik. Dalam menghasilkan nanopartikel magnetik metode yang akan digunakan yaitu metode *Ball milling*. Proses *milling* pertama dilakukan selama 60 jam dengan bola gabungan berukuran 0,5, 0,7 dan 1,5 cm. Selanjutnya di sebagai variasi ukuran

bola *milling* yaitu: 1,5, 0,7 dan 0,5 cm. Proses *Ball milling* dilakukan yaitu *ball milling* I selama 60 jam dan *ball milling* II selama 40 jam sebagai fungsi ukuran bola 0,5, 0,7 dan 1,5 cm. Nanopartikel magnetik yang telah disintesis dapat dianalisa melalui penentuan nilai susceptibilitas magnetik dan morfologi nanopartikel magnetik menggunakan *scanning electron microscope* (SEM).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu : *power supply* sebagai sumber tegangan listrik, *ball milling* sebagai penghancur sampel, kabel penghubung sebagai penghubung rangkaian, probe pasco PS-2162 sebagai pengukur medan magnetik, solenoid sebagai alat mengukur induksi magnetik, magnet *Neodymium iron boron* (NdFeB) sebagai pemisah partikel non magnetik dan magnetik setelah di *ball milling*, laptop sebagai penyimpanan dan pengolahan data dan *scanning Electron Microscope* (SEM) sebagai pengidentifikasi morfologi sampel.

Penentuan Nilai Susceptibilitas Magnetik

Penentuan nilai susceptibilitas Magnetik memerlukan nilai induksi magnetik yang didapatkan melalui proses pengukuran induksi magnetik solenoida yang terdiri dari 2500 lilitan dengan ukuran diameter 3 cm dan panjang 10 cm menggunakan probe pasco PS-2162. Solenoid dihubungkan ke power supply dan kemudian diukur menggunakan sensor magnetik probe pasco PS-2162. Probe pasco PS-2162 dihubungkan ke laptop menggunakan kabel USB, software yang digunakan yaitu data studio sehingga nilai induksi dapat diketahui secara real time. Nilai induksi magnetik tanpa inti (B_0) dan dengan inti (B_t) yang dihasilkan kemudian digunakan dalam penentuan susceptibilitas magnetik menggunakan rumus (1).

$$X_m = \frac{B_t - B_o}{B_o} \quad (1)$$

Proses ball milling

Pemisahan partikel oksida besi dan non oksida besi menggunakan magnet *Neodymium ironboron* (NdFeB) disebut produk BM I. *Ball milling* dilanjutkan selama 40 jam sebagai fungsi ukuran bola 0.5, 0.7 dan 1.5 cm, hasilnya disebut produk BM II A, BM II B dan BM II C.

Penentuan Morfologi Nanopartikel Magnetik

Nanopartikel magnetik yang telah disintesis dapat dikarakterisasi menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM) di Institut Teknologi Bandung (ITB). Hasil dari uji SEM menampilkan morfologi dari nanopartikel magnetik. Sampel akan dianalisis oleh seberkas elektron yang dipantulkan pada sampel dan diperkuat oleh sinyal sehingga menghasilkan panjang gelombang yang akan dideteksi oleh detektor untuk menghasilkan gambar tiga dimensi dari permukaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

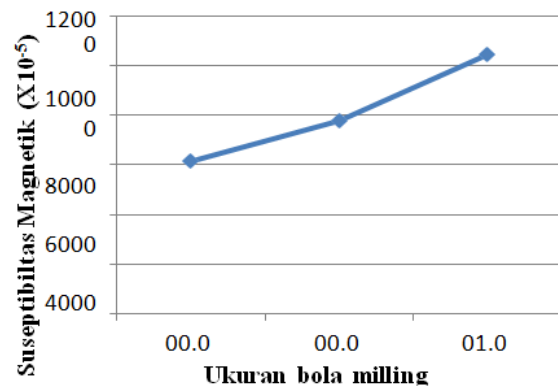
Suseptibilitas Magnetik

Tabel 1. Data perhitungan suseptibilitas magnetik partikel magnet produk BM II selama 60 jam dengan variasi ukuran bola *milling*.

Ukuran Bola (cm)	Bo (mT)	Bt (mT)	Xm (10 ⁻⁵)
0.5	11.679	12.394	6122
0.7	11.679	12.587	7774.6
1.5	11.679	12.897	10428.9

Penentuan nilai suseptibilitas magnetik dilakukan pada produk BM II A, BM II B dan

BM II C. Berdasarkan persamaan 1 didapatkan nilai suseptibilitas magnetik. Data dalam tabel 1 diplot dalam bentuk grafik menampilkan hubungan antara suseptibilitas magnetik (mT) pada arus 1000 (mA) sebagai fungsi ukuran bola *milling* yang digunakan seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



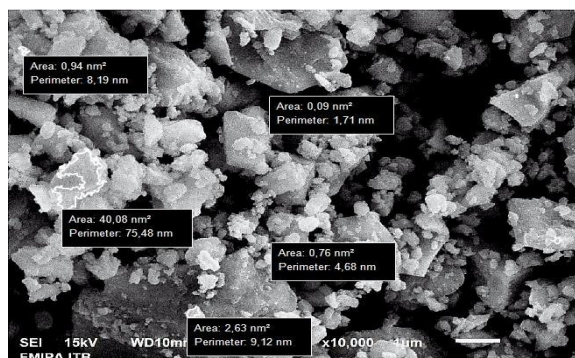
Gambar 1. Grafik suseptibilitas magnetik produk BM II sebagai fungsi ukuran bola.

Suseptibilitas magnetik merupakan tingkat kemagnetan suatu bahan untuk merespon magnet lainnya atau termagnetisasi. Setiap benda magnet memiliki tingkat kemagnetan yang berbeda meskipun memiliki jenis magnet yang sama. Produk BM II merupakan bahan ferromagnetik yang memiliki kandungan magnetite dan tingkat kemagnetan yang besar. Namun setiap produk BM II memiliki tingkat respon yang berbeda terhadap medan magnet yang diberikan. Tabel 1 dan gambar 1 menampilkan data suseptibilitas magnetik produk BM II sebagai fungsi ukuran bola. Berdasarkan gambar 1 nilai suseptibilitas produk BM II mengalami kenaikan bersamaan dengan bertambahnya ukuran bola. Pertambahan nilai suseptibilitas magnetik ini disebabkan karena ukuran partikel yang sudah semakin kecil dan kandungan oksida magnetik pada bahan semakin murni.

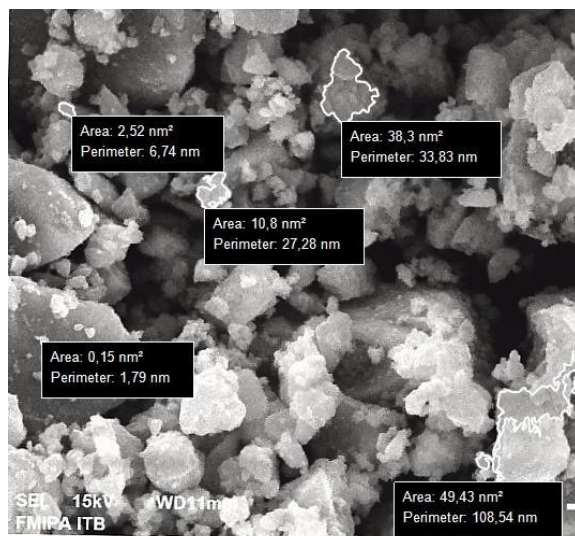
Morfologi Nanopartikel Magnetik

Penentuan morfologi nanopartikel magnetik menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) menghasilkan output berupa gambar yang dapat diolah melalui *software IC-Measure*,

sehingga didapatkan ukuran rata-rata nanopartikel. Berikut gambar morfologi nanopartikel magnetik produk BM II A, BM II B dan BM II C.



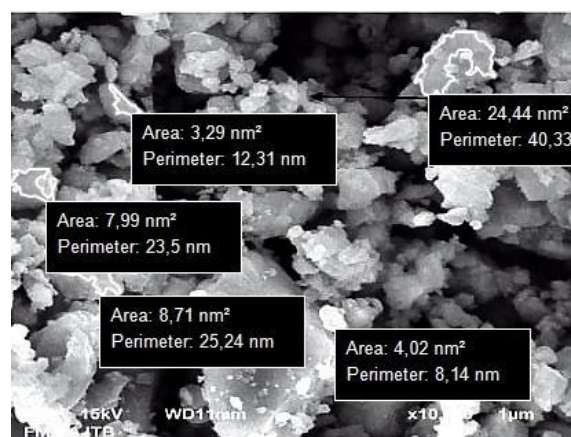
Gambar 2. Hasil pengolahan gambar SEM menggunakan *software IC-Measure* produk BM II dengan ukuran bola 0,5 cm.



Gambar 3 Hasil pengolahan gambar SEM menggunakan *software IC-Measure* produk BM II dengan ukuran bola 1,5 cm.

Berdasarkan Gambar 2 sampai 4 dapat dilihat bahwa ukuran nanopartikel magnetik berada dalam interval 1.79 nm sampai 108.54 nm. Nanopartikel magnetik memiliki bentuk dan ukuran yang tidak beraturan, jika diperhatikan pada gambar 3.2, 3.3 dan 3.4 terdapat nanopartikel yang berbentuk memanjang dan bulat serta tidak simetris. Ukuran rata-rata nanopartikel produk BM II A, BM II B dan BM II C secara berturut-turut adalah 9.062 nm², 20.24 nm², 9.69 nm². Berdasarkan urutan nilai rata-rata partikel, produk BM II A memiliki

ukuran partikel terkecil dibandingkan dengan produk lainya. Produk BM II B cm memiliki ukuran rata-rata terbesar dan kemudian mengalami penurunan drastis pada produk BM II C yang mendekati nilai BM II A. Hal ini dapat diperhatikan pada gambar 2 dan 4, dimana terlihat bahwa produk BM II 0.5 cm dan 1.5 cm memiliki sebaran partikel yang lebih halus dan kecil, sedangkan pada gambar 3 terlihat partikel memiliki sebaran yang lebih kasar dan besar. Penyebaran partikel pada produk BM II B disebabkan oleh adanya penggumpalan (aglomerasi) yang kerap terjadi pada saat proses *ball milling* dan adanya interaksi magnetik antar partikel oksida besi sehingga ketika diamati partikel magnetik seolah-olah memiliki ukuran yang besar.



Gambar 4 Hasil pengolahan gambar SEM menggunakan *software IC-Measure* produk BM II dengan ukuran bola 1.5cm.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini yaitu nilai suseptibilitas magnetik produk BM II A, BM II B dan BM II C mengalami peningkatan seiring bertambahnya ukuran bola *milling* yang digunakan. Nilai suseptibilitas ketiga produk ini yaitu 122×10^{-5} , 7774×10^{-5} dan 10428×10^{-5} . Hasil uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) produk BM II A, BM II B dan BM II C menunjukkan morfologi nanopartikel yang semakin halus dan ukuran semakin kecil, namun produk BM II B mengalami penggumpalan sehingga memiliki ukuran rata-rata partikel yang besar.

REFERENSI

1. Silaban, D. M., Erwin, Yanuar, Usman Malik. 2018. *Sifat Magnetik Endapan Pasir Besi Pantai Kata Pariaman Sumatera Barat*. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau.
2. Yulianto, A, Bijaksana, S dan Loeksmanto, W. 2002. Karakteristik Magnetik dari Pasir Besi Cilacap. *Jurnal Fisika Himpunan Mahasiswa Fisika Indonesia*. Vol. A5 No. 0527.
3. Erwin Amiruddin, Amir Awaluddin, Meilan Sihombing, Azura Royka, and Tissa Syahrul, Morphology and structural properties of undoped and cobalt doped magnetik iron oxide particles for improving the environmental quality. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, Volume-9, Issue-6, 2020 pp.18-21.
4. Dwita, R. 2019. *Pemetaan Sebaran Nilai Suseptibilitas Magnetik dan Identifikasi Kandungan Elemen Endapan Pasir Besi dengan Pengukuran Induksi Magnetik Total dan X-Ray Floresensi*. Skripsi. Fisika, FMIPA, Universitas Riau.