

## ANALISA PERUBAHAN SUSEPTIBILITAS MAGNETIK DAN KOMPOSISI PARTIKEL PASIR ALAM SUNGAI ROKAN SEBAGAI FUNGSI KECEPATAN PUTAR TABUNG *BALL MILLING*

Salomo Sinuraya\*, Erwin Amiruddin, Diah Nurrohmah, Tri Wulandari

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau, 28293, Indonesia

\*E-mail korespondensi: [salomo@lecturer.ac.id](mailto:salomo@lecturer.ac.id)

### ABSTRACT

*Research has been carried out on magnetic susceptibility and magnetic particle composition of natural sand on the Rokan River, Riau Province as a function of the rotating speed of ball milling tubes. The sample is dried in the sun before separating the magnetic particles from non-magnetic particles using an Iron Sand Separator, this result is called the ISS product. ISS products are milled with different milling tube rotational speeds of 100, 150, and 200 rpm with an iron ball with a diameter of 2.0 cm. The product obtained from ball milling is then separated by magnetic and non-magnetic particles using a Neodymium Iron Boron (NdFeb) magnet, this result is called a ball milling product (BM product). The results of this study indicate that the magnetic susceptibility of the ISS product has a value  $1,930.771 \times 10^{-5}$ , while the value of the magnetic susceptibility of ball milling products increases with the increase in the rotational speed of the tube, namely  $28,188.141 \times 10^{-5}$ ,  $31,136.137 \times 10^{-5}$  and  $33,123.550 \times 10^{-5}$  for a rotating speed of 100, 150, and 200 rpm. XRF identification results show that the magnetic element Fe increased from 13.777% to 27.064%, while the non-magnetic element Si decreased from 58.401% to 42.920%.*

**Keywords:** Magnetic Susceptibility, Ball Milling, X-Ray Fluorescence (XRF), Iron Sand Separator (ISS).

### ABSTRAK

*Telah dilakukan penelitian tentang suseptibilitas magnetik dan komposisi partikel magnetik pasir alam Sungai Rokan, Provinsi Riau sebagai fungsi kecepatan putar tabung ball milling. Sampel dikeringkan terlebih dahulu dibawah sinar matahari sebelum dilakukan pemisahan antara partikel magnetik dengan partikel non magnetik menggunakan Iron Sand Separator, hasil ini disebut dengan produk ISS. Produk ISS di milling dengan kecepatan putaran tabung milling yang berbeda yaitu 100, 150, and 200 rpm dengan bola besi berdiameter 2,0 cm. Produk yang diperoleh dari ball milling kemudian dipisahkan partikel magnetik dan non magnetik menggunakan magnet Neodimium Iron Boron (NdFeb), hasil ini disebut dengan produk ball milling(produk BM). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suseptibilitas magnetik produk ISS memiliki nilai  $1.930,771 \times 10^{-5}$ , sedangkan nilai suseptibilitas magnetic produk ball milling meningkat seiring dengan kenaikan kecepatan putar tabung, yaitu  $28.188,141 \times 10^{-5}$ ,  $31.136,137 \times 10^{-5}$  and  $33.123,550 \times 10^{-5}$  untuk kecepatan putar 100, 150, and 200 rpm. Hasil identifikasi XRF menunjukkan unsur magnetik Fe meningkat dari 13,777% menjadi 27,064%, sedangkan unsur non magnetik Si mengalami penurunan dari 58,401% menjadi 42,920%.*

**Kata kunci:** Suseptibilitas Magnetik, Ball Milling, X-Ray Fluorescence (XRF), Iron Sand Separator (ISS).

Diterima 01-11-2021 | Disetujui 16-11-2021 | Dipublikasi 30-11-2021

### PENDAHULUAN

Pasir adalah mineral endapan (sedimen) yang memiliki ukuran butir berkisar antara 0,063 mm sampai 5 mm. Berdasarkan lokasi

endapannya, dimungkinkan terjadinya perbedaan karakter fisis kandungan pasir mineral seperti Fe, Ti, Mg, Si, dsb. Senyawa magnetite ( $Fe_2O_3$ ) adalah suatu mineral magnetik yang biasanya terdapat di daerah

pantai atau sungai. Di alam, senyawa ini dapat berasal dari variannya yaitu senyawa *titanomagnetite*. Respon yang kuat terhadap medan magnet luar menjadikan *magnetite* sangat berguna untuk kepentingan riset dan dalam dunia industri yang berbasis kemagnetan di antaranya dalam hal rekayasa elektronika, pembuatan magnet permanen, industri baja, media penyaring, [1,2,3].

Penelitian tentang pasir besi telah banyak dilakukan di Indonesia seperti yang berada di Makassar yaitu Analisa kandungan mineral pasir pantai Losari Kota Makassar menggunakan XRF dan XRD [4] dan Kajian suseptibilitas magnetik bergantung frekuensi terhadap pasir besi Kabupaten Takalar [5]. Kemudian yang berada di Sumatera Barat yaitu karakterisasi sifat magnet dan kandungan mineral pasir besi sungai batang Kuranji Padang Sumatera Barat dan penentuan nilai suseptibilitas magnetik mineral magnetik pasir besi sisa pendulangan emas di Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat [6,7,8,9]. Di Riau sendiri salah satunya adalah Sintesis Pembuatan Nano Partikel magnetik besi oksida alami pasir sungai Rokan. Penelitian tersebut dilakukan dengan kecepatan putaran tabung *ball milling* tetap [10]. Penelitian kali ini dilakukan untuk melihat perbedaan nilai suseptibilitas magnetik dan komposisi elemennya apabila kecepatan putaran tabung di variasikan.

## METODE PENELITIAN

Bahan atau sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir sungai Rokan, lokasi di Kota Ujungbatu. Sampel yang telah diambil dari sungai dikeringkan dibawah sinar matahari sampai sampel tersebut benar-benar tidak lagi mengandung air sehingga butiran-butiran pasir terpisah satu dengan yang lainnya.

Sampel yang telah dikeringkan dan ditimbang kemudian dipisahkan elemen magnetik dan non magnetiknya dengan menggunakan alat *Iron Sand Separator*.

Proses *milling* dilakukan dengan waktu konstan yaitu 10 jam sedangkan kecepatan putaran tabung *milling* yang di variasikan yaitu

100, 150 dan 200 rpm, dengan diameter bola besi yang digunakan 2 cm. Kemudian nilai suseptibilitas magnetik dari sampel, produk hasil ISS, dan produk hasil *ball milling* di tentukan.

Penentuan komposisi pasir alam dilakukan dengan menggunakan uji *X-Ray Fluorescence* (X-RF), yang akan diuji adalah pasir alam Sungai Rokan yang sudah di *ball milling* selama 10 jam dan dengan kecepatan putaran tabung *ball milling* yang di variasikan yaitu 100,150 dan 200 rpm.

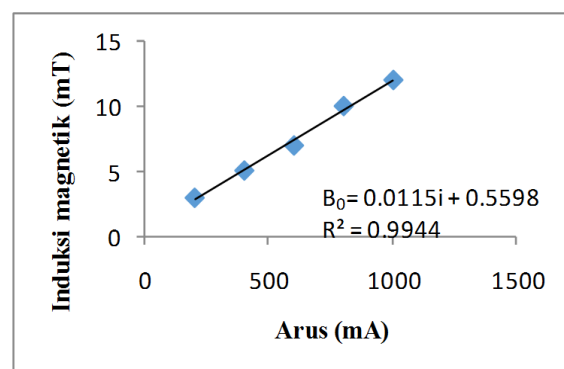
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengukuran Induksi Magnetik Solenoida Tanpa Inti

Data pengukuran induksi magnetik solenoida tanpa inti sebagai fungsi arus listrik di tampilkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

**Tabel 1.** Data pengukuran induksi magnetik solenoid tanpa inti sebagai fungsi arus listrik.

No	Arus Listrik (mA)	B <sub>0</sub> (mT)
1	200	3.019
2	400	5.102
3	600	7.015
4	800	10.026
5	1000	12.017

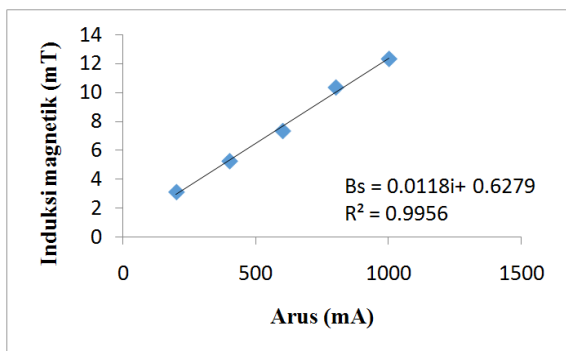


**Gambar 1.** Grafik induksi magnetik solenoida tanpa inti ( $B_0$ ) sebagai fungsi arus (i).

Gambar 1 menunjukkan bahwa seiring bertambahnya nilai arus yang di berikan maka nilai induksi magnetik juga meningkat, ini membuktikan bahwa nilai induksi magnetik berbanding lurus dengan besar arus yang di berikan. Peningkatan ini sesuai dengan teori

induksi magnetik pada solenoida apabila arus diperbesar maka besarnya induksi magnetik akan semakin meningkat secara linear. Gambar 1 dapat di modelkan dengan persamaan  $B_0 = 0.0115 i + 0.5598$  pada persamaan terlihat induksi magnetik tanpa inti  $0.0115 i + 0.5598$  dimana  $i$  adalah variasi arus yang diberikan, ketika arus sama dengan nol maka masih tersisa induksi magnetik sebesar  $0.5598$ . sedangkan  $R^2$  adalah nilai kebenaran grafik jika nilai  $R$  mendekati 1 maka grafik yang dibuat semakin benar begitupun sebaliknya.

### Hasil Pengukuran Induksi Magnetik dengan Inti Pasir Sungai Rokan.



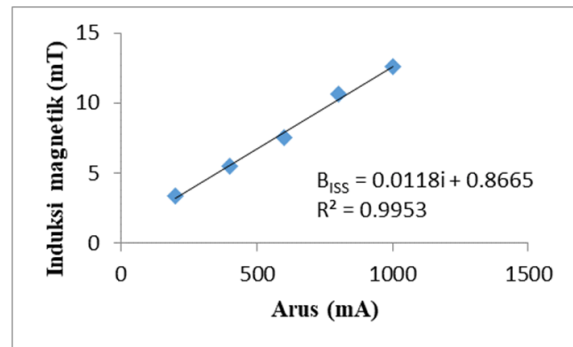
**Gambar 2.** Grafik induksi magnetik dengan inti pasir alam sungai rokan sampel B ( $B_s$ ) sebagai fungsi arus ( $i$ ).

Grafik pada Gambar 2 memperlihatkan nilai induksi magnetik pada sampel pasir alam sungai Rokan dengan persamaan  $B_s = 0,0118i + 0,6279$ .

### Hasil Pengukuran Induksi Magnetik Setelah Pemisahan Menggunakan ISS

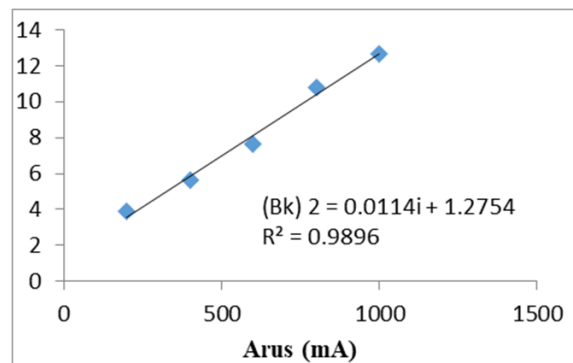
Pada Gambar 3 dapat dilihat hasil pengukuran nilai induksi magnetik dengan inti yang merupakan hasil pemisahan antara partikel magnetik dan non magnetik menggunakan *iron sand separator* (ISS) diukur dengan cara yang sama seperti pengukuran induksi untuk sampel pasir pantai sungai rokan. Konsentrat 1 yang diperoleh masih belum berupa pasir besi murni karena masih ada partikel non magnetik yang menempel pada pasir besi tersebut. Nilai induksi magnetiknya lebih tinggi dari pada nilai induksi magnetik sampel karena sudah banyak

partikel non magnetik yang terpisah selama proses pemisahan menggunakan ISS berlangsung. Nilai induksi tertinggi di peroleh pada arus 1000 mA dengan nilai 12.570 mT.

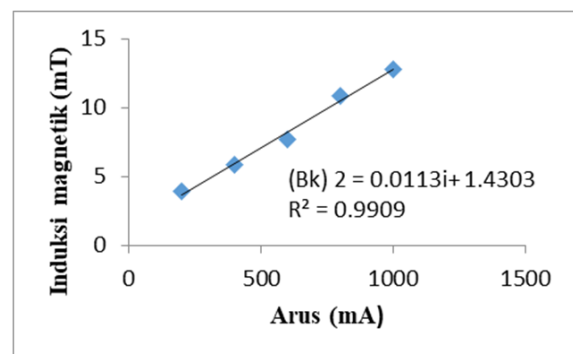


**Gambar 3.** Grafik induksi magnetik dengan inti produk ISS sebagai fungsi arus ( $i$ ).

### Hasil Pengukuran Induksi Magnetik Setelah Proses Milling



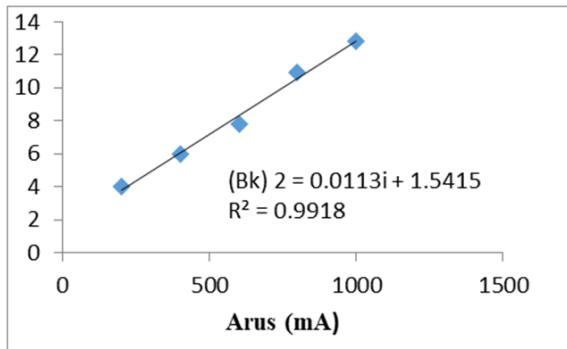
**Gambar 4.** Grafik nilai induksi magnetik sebagai fungsi arus ( $i$ ) pada kecepatan putaran milling 100 rpm.



**Gambar 5.** Grafik nilai induksi magnetik sebagai fungsi arus ( $i$ ) pada kecepatan putaran milling 150 rpm.

Gambar 4-6 menunjukkan nilai induksi magnetik produk *ball milling* sebagai fungsi kecepatan putaran tabung *ball milling* yang

berbeda yaitu 100, 150, dan 200 rpm. Nilai induksi pada konsentrat 2 bertambah secara linier terhadap kecepatan putaran tabung *ball milling* yaitu semakin cepat putaran tabung *ball milling* maka semakin tinggi nilai induksi magnetic yang diperoleh.



**Gambar 6.** Grafik nilai induksi magnetik sebagai fungsi arus (i) pada kecepatan putaran milling 200 rpm.

### Suseptibilitas Magnetik Setelah Pemisahan Menggunakan ISS dan Suseptibilitas Magnetik Setelah Proses *Ball Milling*

**Tabel 2.** Data nilai suseptibilitas magnetik pasir alam sungai rokan setelah pemisahan menggunakan ISS dan *ball milling*.

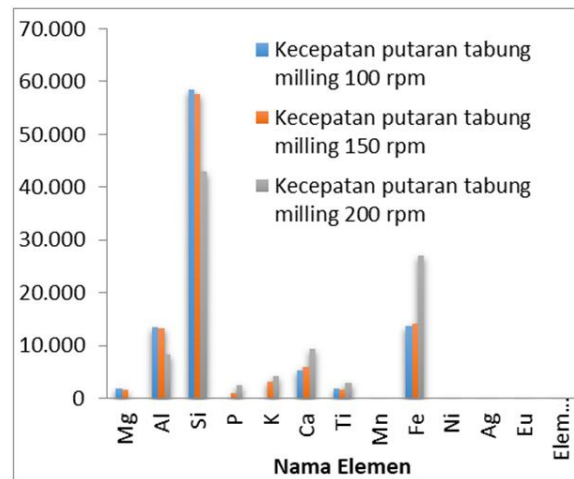
Sampel	Suseptibilitas Magnetik ( $\chi_m$ ) ( $10^{-5}$ )
Pasir Sungai Rokan	3.312,355
Produk ISS	10.930,771
Ballmilling 100 rpm	28.188,141
Ballmilling 150 rpm	31.136,137
Ballmilling 200 rpm	33.123,550

Nilai suseptibilitas magnetik setelah proses pemisahan partikel magnetik dan non magnetik menggunakan *iron sand separator* (ISS) dan produk *ball milling* sebagai fungsi kecepatan putaran tabung, lebih tinggi dari pada sampel, karena sebagian besar sudah terpisah dari partikel non magnetiknya sehingga akan meningkatkan nilai septibilitas magnetiknya. Data nilai suseptibilitas magnetik dapat dilihat pada Tabel 2.

### Hasil X-Ray Fluorescence

Pada Gambar 7 menampilkan bahwa unsur-unsur non magnetic mengalami penurunan

seperti unsur Si yaitu dari 58,401% menjadi 42,92%. Sedangkan untuk unsur magnetic mengalami kenaikan seperti unsur Fe yaitu dari 13,777% menjadi 27,064%. Kenaikan dan penurunan unsur ini dikarenakan pada proses milling partikel magnetik dan non magnetik terpisah diakibatkan adanya tumbukan antara konsentrat, tabung dan bola.



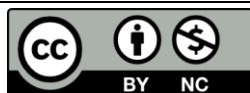
**Gambar 7** Grafik perbandingan persentase elemen-elemen pasir alam Sungai Rokan setelah di *ball milling* dengan kecepatan putaran tabung *ball milling* yang di variasikan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan data yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa nilai suseptibilitas magnetik meningkat seiring bertambahnya kecepatan putaran tabung milling dari 100, 150, dan 200 rpm. Nilai rata-rata suseptibilitas magnetik sebesar  $28.188,141 \times 10^{-5}$  untuk kecepatan putaran tabung *ball milling* 100 rpm,  $31.136,137 \times 10^{-5}$  untuk kecepatan putaran tabung *ball milling* 150 rpm dan  $33.123,550 \times 10^{-5}$  untuk kecepatan putaran tabung *ball milling* 200 rpm. Hasil identifikasi XRF menunjukkan bahwa kandungan unsur magnetik yang terdapat pada pasir besi meningkat seiring bertambahnya kecepatan putaran tabung *ball milling*, persentase elemen Fe meningkat dari 13,777% menjadi 14,229% dan 27,064% Persentase pada elemen non magnetik silikon (Si) menurun dari 58,401% menjadi 57,569% dan 42,92%.

## REFERENSI

1. Gunawan, H., & Budiman, A. (2014). Penentuan Persentase dan Nilai Suseptibilitas Mineral Magnetik Bijih Besi yang Berasal dari Tiga Lokasi Tambang Bijih Besi di Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand*, **3**(4), 249–254.
2. Puri, R. K., & Babbar, V. K. (2008). *Solid state physics and electronics*. S. Chand Publishing.
3. Su'ud, F. A. (2016). Sintesis Forsterit dengan Metode Pencampuran Koloid Silika dari Pasir Alam dan Magnesium Klorida. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, **4**(2).
4. Alimin, A., Maryono, M., & Putri, S. E. (2016). Analisis kandungan mineral pasir pantai Losari kota Makassar menggunakan XRF dan XRD. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia*, **17**(2), 19–23.
5. Alimin, A., Maryono, M., & Putri, S. E. (2016). Analisis kandungan mineral pasir pantai Losari kota Makassar menggunakan XRF dan XRD. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia*, **17**(2), 19–23.
6. Afdal, A. (2013). Karakterisasi Sifat Magnet dan Kandungan Mineral Pasir Besi Sungai Batang Kuranji Padang Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Fisika/ Universitas Andalas*, **5**(1), 24–30.
7. Darvina, Y., Yulfriska, N., Rifai, H., Dwiridal, L., & Ramli, R. (2019). Synthesis of magnetite nanoparticles from iron sand by ball-milling. *Journal of Physics: Conference Series*, **1185**(1), 012017).
8. Amiruddin, E., & Prayitno, A. (2019). The synthesis of magnetic nanoparticles from natural iron sand of Kata beach Pariaman West Sumatera using ball milling method as environmental material. *MATEC Web of Conferences*, **276**, 06014.
9. Siregar, S., & Budiman, A. (2015). Penentuan Nilai Suseptibilitas Magnetik Mineral Magnetik Pasir Besi Sisa Pendulangan Emas di Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand*, **4**(4).
10. Salomo, S., Erwin, A., Usman, M., Muhammad, H., Nita, Y., & Linda, W. (2020). Preparation of Iron Oxide Magnetic Nanoparticles Natural Sand of Rokan River Synthesis with Ball Milling. *Journal of Physics: Conference Series*, **1655**(1), 012018.



Artikel ini menggunakan lisensi  
[Creative Commons Attribution  
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)