

PENENTUAN NILAI SUSEPTIBILITAS DAN UKURAN PARTIKEL MAGNETIK PASIR PATAI KATA PARIAMAN SUMATERA BARAT MENGGUNAKAN METODE BALL MILLING

Annisa Alhasna Kurnia*, Antonius Surbakti

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

*E-mail korespondensi: annisa.kurnia382@gmail.com

ABSTRACT

Determination of magnetic properties and magnetic particle size of sand from Kata Pariaman Beach, West Sumatera have been carried out using Pasco Magnetic Probe and scanning electron microscope (SEM) method. Sand samples that have been dried beforehand are then synthesized using two stage ball milling, namely 40 hours first stage, and second stage as a function of 10, 20, 30, and 40 hours with an iron ball with a diameter of 1.5 cm. The results showed that the value of magnetic susceptibility and mass susceptibility increases as milling time increases. The magnetic and mass susceptibility values obtained included iron oxide particles such as Magnetite Fe_3O_4 , hematite and maghemite with a value interval of 20,000 to 110,000. The results of the x-ray fluorescence (XRF) test showed the composition of Fe and Ti increased after ball milling, while other elements such as Si decrease. The results of the study particle size by SEM had a small size with increasing ball milling time from 10, 20, 30, and 40 hours.

Keywords: Sand Beach, Magnetic Susceptibility, Mass Susceptibility, Ball Milling.

ABSTRAK

Penentuan tentang sifat magnetik dan ukuran partikel magnetik pasir Pantai Kata Pariaman, Sumatera barat telah dilakukan menggunakan Probe Magnetik Pasco dan metode scanning electron microscope (SEM). Sampel pasir yang telah dikeringkan terlebih dahulu kemudian disintesis menggunakan ball milling dua tahap yaitu tahap pertama 40 jam, dan tahap kedua sebagai fungsi waktu 10, 20, 30, dan 40 jam dengan bola besi berdiameter 1,5 cm. Hasil penelitian menunjukkan nilai suseptibilitas magnetik dan suseptibilitas massa meningkat dengan bertambahnya waktu ball milling. Nilai suseptibilitas magnetik dan massa yang diperoleh termasuk partikel oksida besi seperti Magnetite Fe_3O_4 , hematite dan maghemite dengan interval nilai 20.000 sampai dengan 110.000. Hasil uji x-ray fluorescence (XRF) menunjukkan komposisi Fe dan Ti meningkat setelah ball milling, sementara elemen lainnya seperti Si mengalami penurunan. Hasil penelitian ukuran partikel oleh SEM memiliki ukuran yang kecil dengan bertambahnya waktu ball milling dari 10, 20, 30, dan 40 jam.

Kata kunci: Pasir Pantai, Suseptibilitas Magnetik, Suseptibilitas Massa, Ball Milling.

Diterima 08-09-2020 | Disetujui 31-01-2021 | Dipublikasi 31-03-2021

PENDAHULUAN

Pasir pantai merupakan pasir yang diambil dari tepian pantai, pasir ini umumnya memiliki karakteristik butiran yang halus dan bulat, susunan besar butiran yang seragam serta mengandung garam-garam [1]. Pasir besi memiliki fase magnetik seperti magnetite (Fe_3O_4) hematite ($\alpha-Fe_2O_3$), maghemite ($\gamma-Fe_2O_3$). Partikel Fe_3O_4 dalam ukuran nanometer

memeiliki nilai magnetisasi saturasi yang tinggi dan koersifitas yang rendah dan tidak dipengaruhi oleh medan magnet dari luar. Oksida besi merupakan suatu bahan yang dapat diaplikasikan seperti pigmen industri [2], dan prekursor film tipis [3]. Partikel oksida besi di era baru seperti sekarang ini telah digunakan untuk tujuan lingkungan [4,5], target pengiriman obat [6], dan media penyimpan data [7]. Metode untuk mendapatkan ukuran partikel

magnetik diantaranya: kopresipitasi [8], dan *ball milling* [9]. Metode *ball milling* merupakan salah satu metode yang baik dari berbagai bahan dan kesederhanaannya, serta ramah lingkungan dalam level skala industri [10,11]. Sampel pasir Pantai Kata Pariaman, Sumatera Barat yang disintesis menggunakan *ball milling* dengan tujuan memperoleh partikel magnetite sebelum diolah menjadi suatu produk [12]. Pengukuran nilai induksi magnetik menggunakan Probe Magnetic Pasco dan *scanning electron microscope* (SEM), serta komposisi partikel magnetik menggunakan *X-ray fluorescence* (XRF).

METODE PENELITIAN

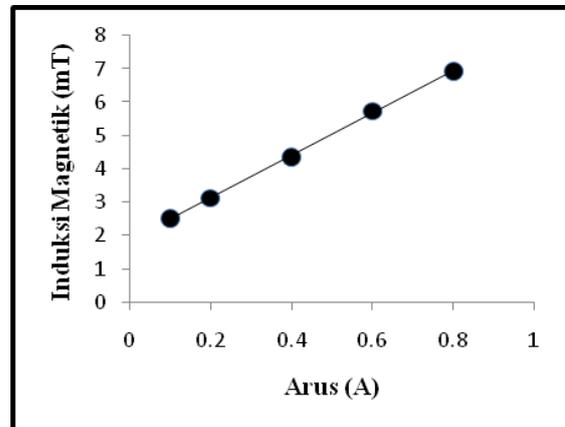
Sampel berupa pasir diambil dari Pantai Kata Pariaman, Sumatera Barat. Sampel diambil untuk 5 titik lokasi dengan metode zigzag dimana untuk satu lokasi ada 4 titik pengambilan sampel yaitu titik 1, 2, 3, 4, masing-masing titik diambil 1,5 kilogram pasir pantai, maka total jumlah sampel yang diambil sebanyak 30 kilogram. Sampel dikeringkan dibawah sinar matahari dengan tujuan agar sampel benar-benar kering. Sampel yang telah melewati proses pengeringan, dimasukkan kedalam *iron sand separator* (ISS) untuk memisahkan elemen magnetik dan non magnetik yang akan menghasilkan konsentrat 1, hal ini dilakukan hanya 1 kali proses. Hasil konsentrat ini selanjutnya diproses dengan metode *ball milling* selama 40 jam dengan menggunakan bola bersi berdiameter 1,5 cm, dengan tujuan menghancurkan konsentrat tersebut. Produk *ball milling* tersebut dipisahkan antara elemen magnetik dan non magnetik diperoleh dengan magnet kuat Niodinium Iron Boron (NdFeB). Partikel magnetik ini akan didapat konsentrat 2, masing-masing 2A, 2B, 2C, 2D, 2E. Konsentrat 2 selanjutnya digabung menjadi satu sampel, kemudian sampel dibagi menjadi 4 bagian yang sama untuk *ball milling* lanjutan (dua tahap) sebagai fungsi waktu yaitu 10, 20, 30, dan 40 jam dengan menggunakan bola besi berdiameter 1,5 cm. Produk ini dinamakan

konsentrat 3 diukur nilai induksi magnetik, suseptibilitas magnetik dan massanya serta karakterisasi menggunakan XRF dan SEM.

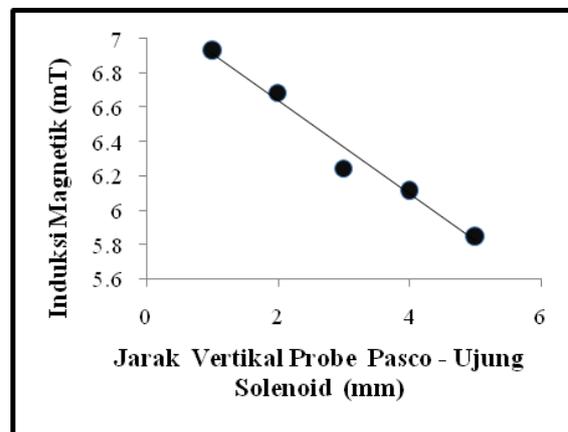
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Induksi Magnetik

Pengukuran induksi magnetik solenoid tanpa inti dilakukan sebagai fungsi arus dan fungsi jarak. Pengukuran induksi magnetik solenoid tanpa inti sebagai fungsi arus yang diberikan 0,1 A, 0,2 A, 0,4 A, 0,6 A, 0,8 A dengan jarak tetap 1 mm dan pengukuran induksi magnetik solenoid tanpa inti sebagai fungsi jarak yang diberikan 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm dan arus tetap 0,8 A.



Gambar 1. Grafik hubungan induksi magnetik solenoid sebagai fungsi arus pada jarak tetap 1 mm dari ujung tengah solenoid.

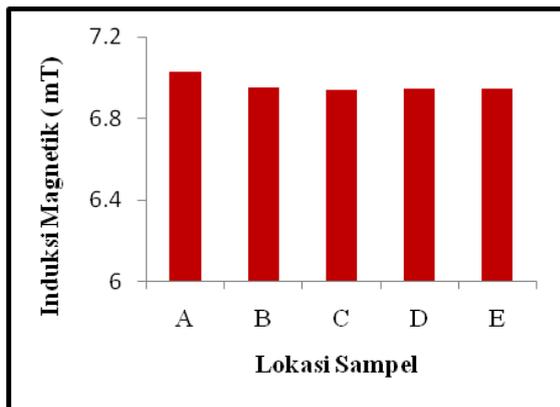


Gambar 2. Grafik hubungan antara induksi magnetik solenoid tanpa inti sebagai fungsi jarak pada arus tetap 0,8 A.

Gambar 1 menampilkan nilai induksi magnetik yang meningkat, hal ini pengukuran antara ujung Probe Magnetic Pasco dan ujung solenoid yang mengakibatkan besar arus yang dialirkan dari solenoid semakin besar, dapat dikatakan bahwa arus listrik berbanding lurus dengan nilai induksi magnetik solenoid, dan besar fluks magnetik yang ditimbulkannya [13].

Gambar 2 menampilkan induksi magnetik menurun secara linear yang terjadi karena nilai induksi berbanding terbalik dengan jarak, dimana jarak solenoid terhadap alat sensor Probe Magnetic Pasco yang jauh akan menimbulkan induksi magnetik yang semakin kecil kerapatan fluks magnetnya. Induksi magnetik yang terbentuk diluar solenoid lebih lemah, sehingga memiliki garis-garis gaya magnet membentuk lingkaran tertutup [13].

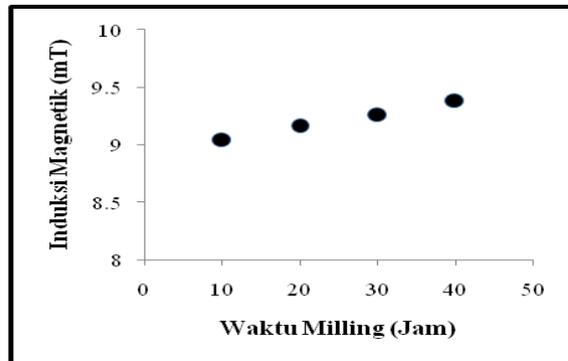
Pengukuran induksi magnetik solenoid dengan inti pasir pantai sebelum dilakukan pemisahan dengan Iron Sand Separator pada arus 0,8 A dan jarak 1 mm diberikan melalui grafik pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Grafik arus listrik terhadap induksi magnetik solenoid rata-rata pasir Pantai sebelum pemisahan menggunakan ISS dengan arus 0,8 A untuk jarak 1 mm.

Gambar 3 menunjukkan nilai induksi magnetik untuk setiap lokasi menunjukkan interval 6,939 mT sampai 7,026 mT, hal ini disebabkan kandungan partikel magnetik setiap sampel masih dalam keadaan murni. Solenoid yang terisi pasir didalam inti selenoid memiliki kuat medan magnet yang lebih besar, hal ini disebabkan karena pasir besi telah terinduksi menjadi magnet atau telah termagnetisasi [14].

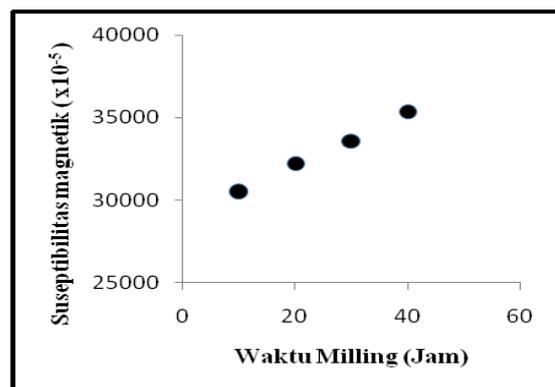
Sampel pasir A, B, C, D, E digabung untuk dihaluskan menggunakan *ball milling* selama 40 jam, hasil konsentrat ini memiliki ukuran partikel yang lebih besar, maka digunakan *ball milling* lanjutan (*ball milling* dua Tahap) sebagai fungsi waktu 10 sampai 40 jam dengan bola besi berdiameter 1,5 cm. Nilai induksi magnetik berdasarkan fungsi waktu *milling* diberikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan antara induksi magnetik total dengan waktu *ball milling* dua tahap pada arus 0,8 A.

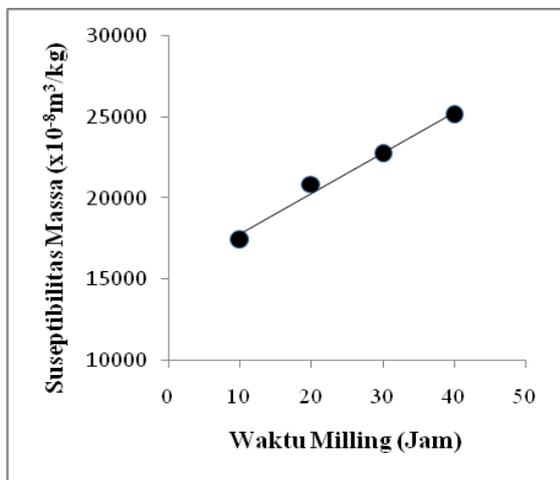
Grafik pada Gambar 4 menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang didapatkan untuk induksi magnetik yang dihasilkan mengalami kenaikan disetiap waktu *milling*, dan hasil konsentrat yang didapatkan memiliki massa hanya sedikit, hal ini disebabkan partikel tersebut telah mengalami konglomerasi, dimana partikel-partikel yang ada didalam konsentrat sudah menjadi satu bagian.

Suseptibilitas Magnetik dan Massa



Gambar 5. Grafik hubungan nilai suseptibilitas magnetik setelah proses *ball milling* dua tahap dengan arus 0,8 A.

Nilai suseptibilitas magnetik diperoleh berdasarkan nilai induksi magnetik solenoid tanpa inti (B_0) dan dengan inti (B_T) berupa pasir pantai. Grafik nilai suseptibilitas magnetik dari produk *ball milling* dua tahap sebagai fungsi waktu *milling* ditampilkan pada Gambar 5. Grafik pada Gambar 5 menunjukkan nilai suseptibilitas magnetik meningkat seiring dengan bertambahnya waktu *milling*. Nilai suseptibilitas tertinggi adalah $35371,30 \times 10^{-5}$ nilai ini diperoleh untuk waktu *milling* paling lama yaitu 40 jam, sedangkan untuk waktu 30 jam, 20 jam, dan 10 jam berturut-turut adalah $33583,27 \times 10^{-5}$, $32227,82 \times 10^{-5}$, $30468,63 \times 10^{-5}$. Berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik dari produk *ball milling* tersebut memiliki sifat ilminite ($FeTiO_3$; Antiferromagnetik) dengan rentang nilai suseptibilias magnetik (220 sampai 380.000) $\times 10^{-5}$ [15].

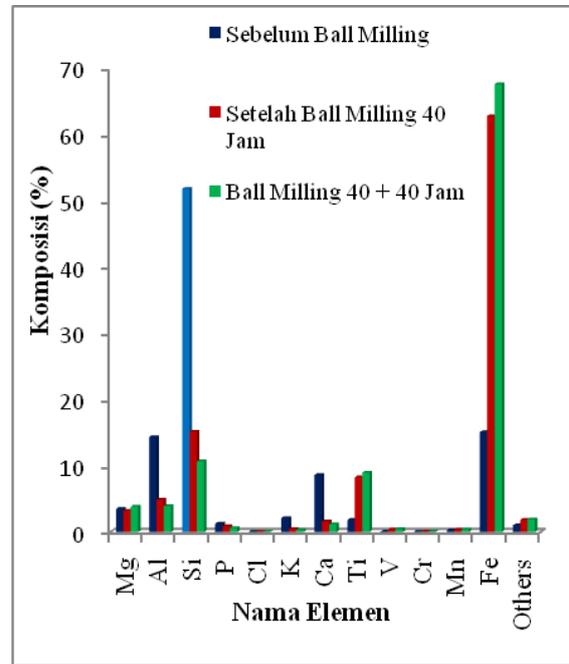


Gambar 6. Grafik hubungan nilai suseptibilitas massa sampel sebagai fungsi waktu *milling*.

Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas massa meningkat secara linear seiring dengan penambahan waktu *milling*. Nilai suseptibilitas massa sampel untuk waktu 40 jam memiliki nilai tertinggi yaitu $25121,67 \times 10^{-8} m^3/kg$ dibandingkan dengan konsentrat 30, 20 dan 10 jam. Nilai suseptibilitas massa untuk konsentrat 3 berada pada interval oxide besi yaitu partikel magnetite (Fe_3O_4) dengan rentang nilai (20000 sampai 110000) $10^{-8} m^3/kg$ [15].

Karakterisasi Menggunakan XRF

Identifikasi komposisi dari pasir Pantai Kata berupa sampel pasir sebelum *ball milling*, setelah *ball milling* 40 jam, dan *ball milling* dua tahap (40 + 40 jam).

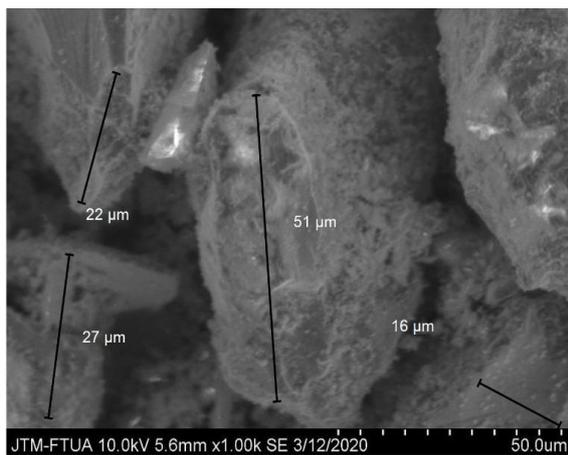


Gambar 7. Grafik elemen pada pasir Pantai Kata sebelum, sesudah *ball milling* dan *ball milling* 40 + 40 Jam.

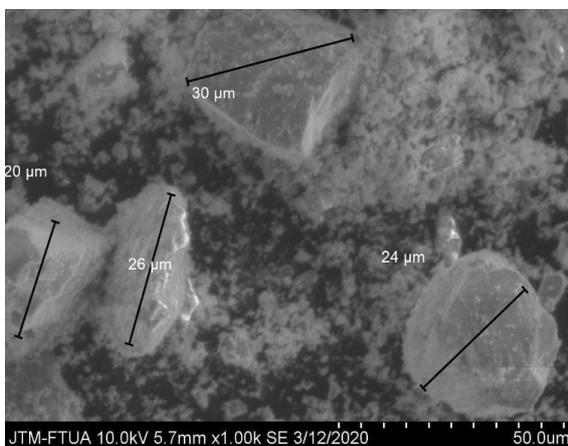
Grafik Gambar 7 menunjukkan elemen Fe mengalami peningkatan yang signifikan sebelum *ball milling* 15,095%, setelah *ball milling* 40 jam nilai konsentrasinya 62,829%, untuk *ball milling* 40 + 40 jam yaitu 67,635%. Elemen Ti, V, Mn juga mengalami peningkatan. Elemen Si mengalami penurunan sebelum di *ball millng* memiliki konsentrasi 51,842%, setelah di *ball milling* menjadi 15,153%, dan untuk *ball milling* 40 + 40 jam nilai elemen Si sudah menjadi 10,686%, hal ini disebabkan karena elemen non magnetik Si sudah terpisah dari elemen magnetik tersebut. Proses karakterisasi XRF ini mengalami peningkatan atau penurunan yang disebabkan adanya pengaruh waktu pada *ball milling*, sehingga butiran besi menjadi lebih kecil [10].

Karakterisasi Menggunakan SEM

Proses pengambilan gambar dengan SEM sangatlah dipengaruhi oleh jenis sampel dan teknik preparasinya, disamping kemampuan operasional dari operatornya. Komponen utama alat SEM ini adalah lensa-lensa elektromagnetik yang berfungsi memfokuskan berkas elektron menjadi sebuah titik kecil [16]. Hasil karakterisasi sampel pasir Pantai Kata yang telah dihancurkan menggunakan *ball milling* dua tahap dengan fungsi waktu 10 dan 40 jam ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Bentuk citra foto untuk 40 jam + 10 jam ukuran bola 1,5 cm (perbesaran 1000×).



Gambar 9. Bentuk citra foto untuk 40 jam + 40 jam ukuran bola 1,5 cm (perbesaran 1000×).

Hasil bentuk citra foto Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan data atau tampilan yang diperoleh adalah data dari permukaan yang diperoleh adalah data dari permukaan yang tebalnya sekitar 20 μm, dan gambar

permukaan yang diperoleh merupakan topografi dengan lekukan, tonjolan ataupun lubang dari permukaan. Tujuan dari permukaan sampel adalah untuk mempelajari bentuk dan ukuran partikel magnetik yang disintesis menggunakan *ball milling*, hal ini terlihat bahwa partikel-partikel yang memiliki bentuk yang tidak beraturan dan ukuran dari partikel juga menampilkan ukuran yang bervariasi.

Ukuran partikel untuk *ball milling* 40 jam + 10 jam memiliki nilai 16 μm sampai 51 μm memiliki variasi yang cukup lebar, dan ukuran partikel untuk *ball milling* 40 jam + 40 jam memiliki nilai 20 μm sampai 30 μm. Maka secara umum dapat dikatakan bahwa ukuran partikel magnetik sampel pasir Pantai Kata menjadi lebih kecil untuk sampel yang disintesis dalam waktu yang lebih lama yaitu dari 40 jam + 10 jam sampai 40 jam + 40 jam dengan ukuran diameter bola besi yang tetap yaitu 1,5 cm.

KESIMPULAN

Nilai suseptibilitas magnetik dan suseptibilitas massa dari pasir Pantai Kata yang disintesis menggunakan *ball milling* dua tahap sebagai fungsi waktu berada dalam interval oksida besi yaitu Fe_3O_4 , $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, dan $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Ukuran partikel Fe_3O_4 diamati dengan menggunakan SEM menjadi lebih kecil dan distribusi ukuran yang merata ketika disintesis menggunakan *ball milling* dua tahap sebagai fungsi waktu. Bentuk dari partikel magnetite hasil *ball milling* dua tahap menampilkan bentuk yang tidak beraturan dan ukuran yang bervariasi.

REFERENSI

1. Dumyati, A. (2015). Analisis penggunaan pasir Pantai Sampur sebagai agregat halus terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Fropil*, **3**, 1–13.
2. Escobar, D. M., Arroyave, C., Calderón, J., Margarit, I., & Mattos, O. (2007). Paintings pigmented with doped magnetite: Preliminary evaluation of anticorrosive properties. *Revista de la*

- Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, **41**, 21–30.
3. Feng, J. Y., Pashley, R. D., & Nicolet, M. A. (1975). Magnetolectric properties of magnetite thin films. *Journal of Physics C: Solid State Physics*, **8**(7), 1010–1022.
 4. Bakardjieva, S., Stengl, V., Subrt, J., Houskova, V., & Kalenda, P. (2007). Photocatalytic efficiency of iron oxides: degradation of 4-chlorophenol. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, **68**(5-6), 721–724.
 5. Hidayat, T., Dewi, R., & Hamzah, Y. (2021). Effect of Holding Time on Optical Structure Properties of Ba (Zr_{0.5}Ti_{0.5}) O₃ Thin Film Using Sol-Gel Method. *Science, Technology & Communication Journal*, **1**(2), 59-66.
 6. Nasongkla, N., Bey, E., Ren, J., Ai, H., Khemtong, C., Guthi, J. S., Chin, S. F., Sherry, A. D., Boothman, D. A., & Gao, J. (2006). Multifunctional polymeric micelles as cancer-targeted, MRI-ultrasensitive drug delivery systems. *Nano letters*, **6**(11), 2427–2430.
 7. Erwin, & Prayitno, A. (2017). Magnetic Exchange Interaction in Cobalt Samarium Thin Films for High Density Magnetic. *Recording Media ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, **12** (12).
 8. Iwasaki, T., Kosaka, K., Watano, S., Yanagida, T., & Kawai, T. (2010). Novel environmentally friendly synthesis of superparamagnetic magnetite nanoparticles using mechanochemical effect. *Materials Research Bulletin*, **45**(4), 481–485.
 9. Chicinas, I. (2006). Soft magnetic nanocrystalline powders produced by mechanical alloying routes. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, **8**(2), 439-448.
 10. Yulia, W. & Erwin, E. (2019). Analisis sifat magnetik dan struktur partikel pasir besi Pantai Arta Pariaman Sumatera Barat menggunakan ball milling. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **16**(2), 107–112.
 11. Vahyra, V. & Salomo, S. (2020). Analisa suseptibilitas magnetik dan kandungan logam berat akibat polutan kendaraan bermotor di beberapa ruas jalan Kota Pekanbaru. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **17**(3), 114–119.
 12. Tipler, P. A. 1998. Fisika untuk sains dan teknik. Jakarta: Erlangga.
 13. Widiyanto, E., Kardiman, & Fauji, N. (2018). Karakterisasi pasir besi alam Pantai Samudra Baru dan pemanfaatannya sebagai filler pada sistem penyaring elektromagnetik. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, **2**, 15–20.
 14. Hunt, C. P., Moskowitz, B. M., Banerjee, S. K. (1995). Magnetic Properties of rocks and minerals. Washington: American Geophysical Union.
 15. Harahap, V., & Harahap, M. H. (2013). Pengaruh karakteristik Pasir Merah Labuhan Batu Selatan terhadap sifat mekanik (uji SEM, difraksi sinar x, uji impact) dari beton. *EINSTEIN (e-Journal)*, **1**(2).
 16. Saputrina, T. T., Iwantono, I., Awitdrus, A., & Umar, A. A. (2020). Performances of dye-sensitized solar cell (DSSC) with working electrode of aluminum-doped ZnO nanorods. *Science, Technology & Communication Journal*, **1**(1), 1–7.



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