

PENENTUAN NILAI SUSEPTIBILITAS DAN UKURAN PARTIKEL MAGNETIK PASIR ALAM LOGAS KABUPATEN KUANTAN SINGINGI MENGGUNAKAN VARIASI UKURAN BALL MILLING

Azura Royka*, Erwin Amiruddin

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

*E-mail korespondensi: azura.royka0392@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Magnetic properties and morphology of natural sand has been carried out in Logas Village, Kuantan Singingi Regency have been determined. Iron sand samples were processed using iron sand separator (ISS) prior to ball milling for separating between magnetic and non magnetic particles. The product of ISS was milled for 90 hours using ball milling first step method with milling ball size of 1.5 cm. The magnetic and non-magnetic particles of ball milling products were separated using Neodymium Iron Boron (NdFeB) magnet. The product of ball milling first step then was milled for another 30 hours with milling ball size of 0.5 cm and 0.7 cm. The susceptibility and mass susceptibility were determined based on magnetic induction of a selenoid measured using Probe Magnetic Pasco PS-2162. The composition of Logas natural sand was measured using x-ray fluorescence spectroscopy (XRF). The morphology of the magnetic particles are determined using scanning electron microscope (SEM). The results showed that the particle size of natural sand for 90 hours + 30 hours milling displays the particle sizes from 100 μm to 800 μm . As for the particle size of the samples synthesized with 90 hours + 30 hours for 0.7 cm milling ball size, the particles are almost evenly distributed, which is about 5 μm to 100 μm . The content of Fe and Ti in the sample has increased while for Si has decreased. Mass susceptibility increases with increasing ball milling time and ball milling size.

Keywords: Natural Sand, Magnetic Susceptibility, Mass Susceptibility, Morphology, Ball Milling.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang sifat magnetik dan morfologi dari pasir alam Desa Logas Kabupaten Kuantan Singingi. Sampel pasir alam dipisahkan menggunakan iron sand separator (ISS) sebelum dilakukannya proses penghancuran menggunakan ball milling dengan waktu 90 jam dengan ukuran bola milling 1,5 cm. Kemudian dilakukan ball milling lanjutan selama 30 jam dengan ukuran bola yang diperkecil 0,5 cm dan 0,7 cm. Untuk pemisahan partikel magnetik dan non-magnetik pada hasil ball milling menggunakan magnet batang Neodymium Iron Boron (NdFeB). Sifat magnetik, suseptibilitas magnetik dan suseptibilitas massa ditentukan berdasarkan nilai induksi magnetik selenoid yang diukur dengan menggunakan sensor Probe Magnetik Pasco PS-2162. Sedangkan untuk mengetahui komposisi dari pasir alam digunakan x-ray fluorescence spectroscopy (XRF). Ukuran dan bentuk partikel magnetik ditentukan menggunakan scanning electron microscope (SEM). Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa ukuran partikel pasir alam setelah di ball milling selama 90 jam + 30 jam dengan ukuran bola milling berdiameter 0,5 cm menampilkan partikel dengan ukuran partikel 100 μm sampai 800 μm . Sedangkan untuk ukuran partikel sampel yang disintesis dengan waktu 90 jam + 30 jam untuk ukuran bola milling 0,7 cm menampilkan partikel dengan ukuran yang hampir merata yaitu sekitar 5 μm sampai dengan 100 μm . Kandungan Fe dan Ti mengalami peningkatan sedangkan untuk Si mengalami penurunan setelah di ball milling. Suseptibilitas magnetik dan massa meningkat seiring bertambahnya waktu ball milling dan ukuran bola milling.

Kata kunci: Pasir Alam, Suseptibilitas Magnetik, Suseptibilitas Massa, Morfologi, Ball Milling.

Diterima 13-09-2020 | Disetujui 03-02-2021 | Dipublikasi 31-03-2021

PENDAHULUAN

Pasir alam adalah pasir yang diperoleh langsung dari alam dan langsung dapat digunakan sebagai bahan konstruksi tanpa perlu pengolahan terlebih dahulu. Pasir alam dapat berupa pasir gunung atau pasir sungai. Pasir besi terdapat kandungan mineral seperti magnetik seperti magnetite (Fe_3O_4) hematite ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) [1]. Mineral-mineral tersebut yang dapat dikembangkan untuk bahan industri, antara lain magnetik digunakan untuk bahan dasar tinta kering (*toner*) dan *printer laser*, maghemite adalah bahan utama untuk pita kaset. Mineral tersebut dapat di aplikasikan sebagai pewarna serta campuran (*filter*) untuk cat bahan dasar industri magnet permanen [2].

Pada penelitian ini, pasir besi akan diproses dengan iron sand separator untuk memisahkan antara partikel magnetik dan non magnetik kemudian di-*ball milling* selama 90 jam dengan ukuran bola 1,5 cm kemudian *ball milling* lanjutan variasi ukuran *ball milling* yaitu 0,5 cm dan 0,7 cm dengan waktu 30 jam, untuk mengidentifikasi elemen elemen yang terkandung dalam konsentrat menggunakan alat *x-ray fluorescence spectrometry* (XRF) dan ukuran partikel magnetiknya di ukur menggunakan alat *scanning electron microscopy* (SEM).

METODE PENELITIAN

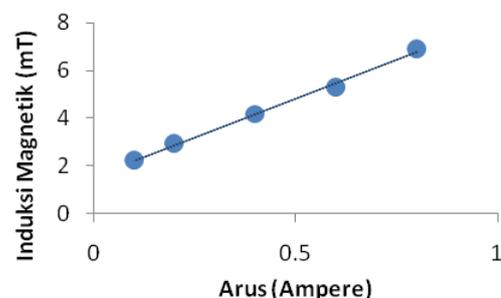
Sampel berupa pasir alam diambil dari logas kabupaten kuantan singingi. Sampel diambil untuk 5 titik lokasi A, B, C, D dan E dengan metode zigzag dimana untuk satu lokasi ada 4 titik pengambilan sampel yaitu titik A1, A2, A3, A4, masing-masing titik diambil 10 kilogram pasir alam, maka total jumlah sampel yang diambil sebanyak 200 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 90 jam dengan menggunakan bolaber diameter 1,5 cm, dengan tujuan menghancurkan konsentrat 1 tersebut. Produk *ball milling* tersebut dipisahkan antara elemen magnetik dan non magnetik menggunakan magnet kuat Niodinium Iron Boron (NdFeB). Partikel magnetik ini akan didapat konsentrat 2. Kemudian konsentrat 2 dilakukan multi step atau *ball milling* lanjutan dengan konsentrat 2 dibagi menjadi 2 bagian yang sama sebagai fungsi ukuran bola yaitu 0,5 cm dan 0,7 cm dengan menggunakan waktu 30 jam. Produk ini dinamakan konsentrat 3 selanjutnya diukur nilai induksi magnetik, suseptibilitas magnetik dan massanya serta dilakukan karakterisasi menggunakan XRF dan SEM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Induksi Magnetik

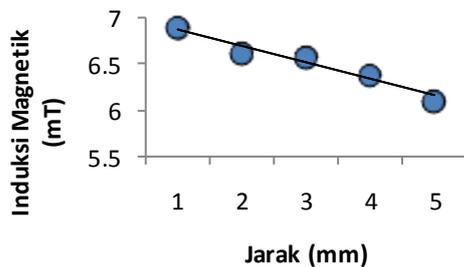
Pengukuran induksi magnetik solenoid tanpa inti dilakukan sebagai fungsi arus dan fungsi jarak. Pengukuran induksi magnetik solenoid tanpa inti sebagai fungsi arus yang diberikan 0,1 A, 0,2 A, 0,4 A, 0,6 A, 0,8 A dengan jarak tetap 1 mm dan pengukuran induksi magnetik solenoid tanpa inti sebagai fungsi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

Grafik 1 menampilkan nilai induksi magnetik yang meningkat, hal ini pengukuran antara ujung Probe Magnetic Pasco PS-2162

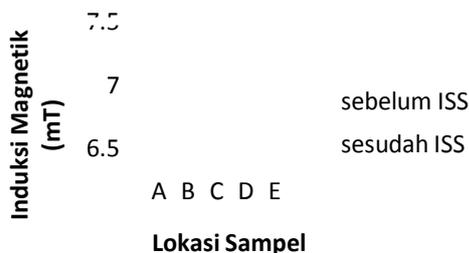
dan ujung solenoid yang mengakibatkan besar arus yang dialirkan dari solenoid semakin besar, dapat dikatakan bahwa arus listrik berbanding lurus dengan nilai induksi magnetik solenoid, dan besarnya fluks magnetik yang ditimbulkannya [3].



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

Grafik 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 PS-2162 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 magnetik berbentuk lingkaran tertutup [3].

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

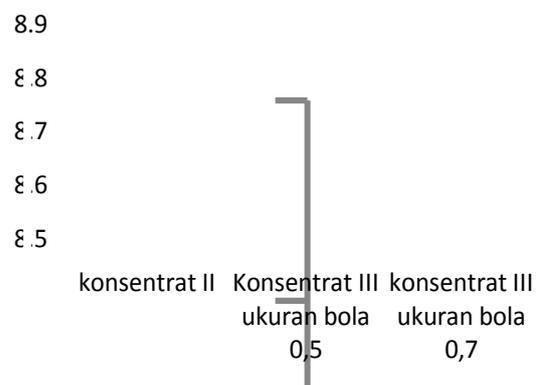


Gambar 3. Grafik induksi magnetik rata – rata pasir alam sebelum dan sesudah pemisahan menggunakan ISS dengan jarak 1 mm untuk arus 0,8A.

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai induksi magnetik sampel pasir alam untuk disetiap titik

memiliki nilai yang bervariasi yaitu antara 6,905 mT sampai 6,998 mT. Perbedaan nilai induksi magnetik dari sampel-sampel ini mengidentifikasi adanya perbedaan jumlah elemen magnetik yang terkandung dalam sampel tersebut dan semakin tinggi nilai kandungan elemen magnetik dalam sampel, maka semakin tinggi nilai suseptibilitas yang dimiliki. Sampel masih dalam keadaan murni. Solenoid yang terisi pasir didalam inti solenoid memiliki kuat medan magnet yang lebih besar, hal ini disebabkan karena pasir besi telah terinduksi menjadi magnet atau telah termagnetisasi [4].

Sampel pasir A, B, C, D, E digabung untuk dihaluskan menggunakan *ball milling* selama 90 jam dengan ukuran bola 1,5 cm, hasil konsentrat ini memiliki ukuran partikel yang lebih besar, maka digunakan *ball milling* lanjutan (*ball milling* dua Tahap) sebagai fungsi ukuran bola 0,5 cm dan 0,7 cm dengan waktu 30 jam.



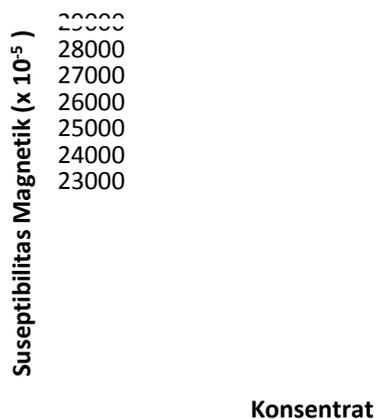
Gambar 4. Grafik nilai induksi magnetik sampel sebagai fungsi ukuran bola milling pada arus 0,8A.

Grafik pada Gambar 4 menunjukkan bahwasalahasil pengukuran yang didapatkan untuk induksi magnetik yang dihasilkan mengalami kenaikan disetiap bertambahnya ukuran bola *milling*, bola baja dengan ukuran yang besar membuat partikel akan semakin kecil. Besarnya ukuran bola baja mengakibatkan energi tumbukan yang terjadi di dalam tabung juga semakin besar. Energi tumbukan yang besar dari bola dengan diameter 0,7 cm membuat partikel magnetik mendapatkan momentum

yang lebih besar dibandingkan dengan bola *milling* dengan diameter 0,5 cm jadi sehingga lebih banyak fraksi partikel yang pecah.

Suseptibilitas Magnetik dan Massa

Nilai suseptibilitas magnetik diperoleh berdasarkan nilai induksi magnetik solenoid tanpa inti (B_0) dan dengan inti (B_T) berupa pasir alam logas [5,6]. Grafik nilai suseptibilitas magnetik dari produk *ball milling* dua tahap sebagai fungsi waktu *milling* seperti pada Gambar 5.

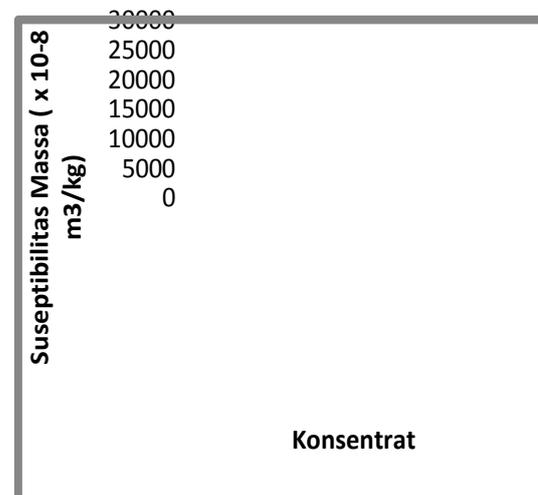


Gambar 5. Grafik nilai suseptibilitas magnetik konsentrat II dan III.

Grafik pada Gambar 5 nilai suseptibilitas massa untuk konsentrat III ukuran bola 0,5 dan 0,7 mengalami peningkatan disebabkan oleh ukuran bola *milling*. Karena bola *milling* dengan ukuran yang besar membuat partikel akan semakin kecil. Nilai suseptibilitas massa ini berada dalam interval nilai suseptibilitas massa oksida besi [7]. Nilai suseptibilitas magnetik konsentrat II dan multistep/konsentrat III mengalami peningkatan. Peningkatan nilai suseptibilitas magnetik antara konsentrat II dan Konsentrat III terjadi karena perbedaan waktu *milling*, dimana konsentrat III memiliki waktu penghancuran yang cukup lama dibandingkan konsentrat II.

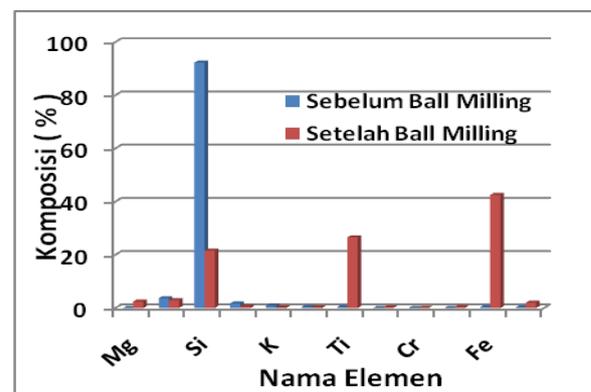
Gambar 6 memperlihatkan bahwa suseptibilitas massa mengalami dari konsentrat III mengalami peningkatan ketika ukuran diameter bola diperbesar dari 0,5 dan 0,7 cm

dengan nilai $23514,79 \times 10^{-8}$ kg/m; dan $27997,94 \times 10^{-8}$ kg/m. Nilai suseptibilitas massa untuk konsentrat III jauh lebih besar dari nilai konsentrat II. Besarnya nilai suseptibilitas massa konsentrat III dibandingkan dengan nilai suseptibilitas massa konsentrat II disebabkan oleh makin banyaknya jumlah partikel magnetik yang terkandung dalam sampel konsentrat III tersebut [8,9].



Gambar 6. Grafik Nilai Suseptibilitas Massa Konsentrat II dan Konsentrat III.

Karakterisasi Menggunakan XRF



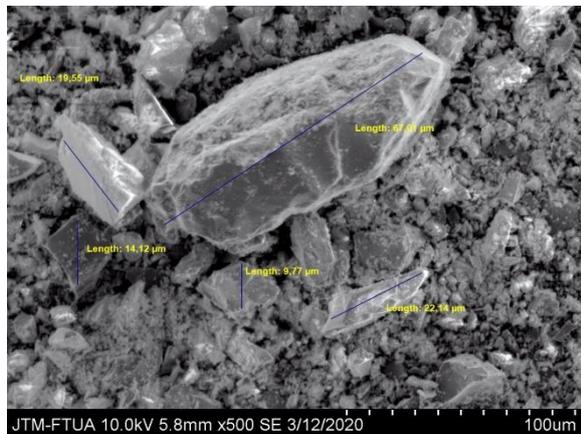
Gambar 7. Grafik komposisi elemen pada pasir alam logas sebelum dan sesudah di *ball milling*.

Identifikasi komposisi dari pasir alam logas dilakukan dengan menggunakan XRF. Identifikasi ini bertujuan untuk menentukan komposisi di dalam sampel pasir alam Logas Kabupaten Kuantan Singingi. Hasil identifikasi kandungan elemen, senyawa dan oksida yang

diperoleh dari hasil pengukuran sampel Gambar 7.

Grafik pada Gambar 7 menunjukkan elemen mengalami penambahan komposisi yaitu elemen Fe yaitu dari 0,371% menjadi 42,546%. Penambahan komposisi pada elemen ini menunjukkan bahwa akibat *ball milling* pada pasir alam menyebabkan bongkahan pasir alam yang terdiri dari beberapa elemen magnetik dan non magnetik sudah terpisah dan elemen yang mengandung unsur magnetik akan tertarik oleh magnet NdFeB sedangkan Si mengalami pengurangan yang terjadi setelah di *ball milling* yaitu dari 92,264% menjadi 21,605%, sedangkan penurunan komposisi pada elemen lain disebabkan karena elemen tersebut merupakan pengotor yang sudah terpisah dari bongkahan pasir yang tidak dapat tertarik lagi oleh magnet NdFeB [10].

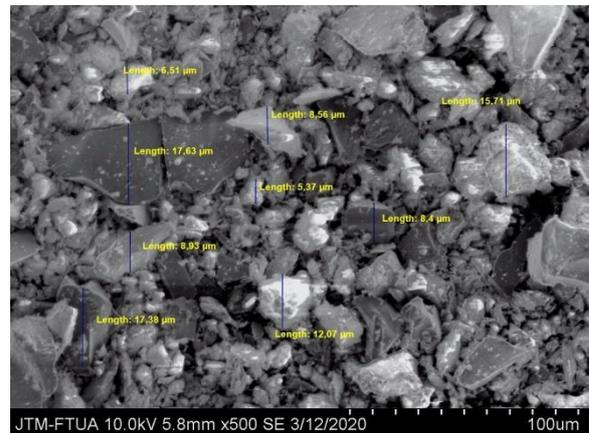
Karakterisasi Menggunakan SEM



Gambar 8. Hasil SEM untuk sampel hasil *ball milling* 90 + 30 jam ukuran bola 0,5 untuk pembesaran 500 \times .

Morfologi dari sampel pasir alam desa logas setelah di *ball milling* selama 90 jam kemudian di *ball milling* lanjutan (*ball milling* 2 tahap) dengan bola *milling* yang berbeda yaitu 0,5 cm dan 0,7 cm dianalisa berdasarkan foto permukaan sampel menggunakan SEM, Foto permukaan sampel menggunakan SEM sampel pasir alam Desa Logas Kabupaten Kuansing Propinsi Riau setelah di sintesis dengan metode *ball milling* selama 90 jam dengan menggunakan ukuran bola *milling* 1,5 cm dan

selama 30 jam dengan menggunakan bola yang berbeda ukurannya yaitu 0,5 cm dan 0,7 cm dengan pembesaran 500 \times ditampilkan pada gambar 8 dan gambar 9.



Gambar 9. Hasil SEM untuk sampel hasil *ball milling* 90 + 30 jam ukuran bola 0,7 untuk pembesaran 500 \times .

Ukuran partikel untuk *ball milling* Hasil SEM untuk sampel hasil *ball milling* 90 + 30 jam ukuran bola 0,5 memiliki variasi yang cukup lebar antara 9 μm sampai 67 μm . Ukuran partikel yang disintesis dengan menggunakan metode *ball milling* untuk waktu 90 + 30 jam dengan ukuran bola *milling* berdiameter 0,7 cm menampilkan partikel dengan ukuran yang hampir merata yaitu sekitar 5 μm sampai dengan 17 μm . Ukuran partikel ini lebih kecil dibandingkan dengan ukuran partikel sampel yang disintesis dengan dengan waktu 90 jam + 30 jam untuk ukuran bola *milling* 0,5 cm. Maka secara umum dapat dikatakan bahwa ukuran partikel magnetik sampel pasir alam logas menjadi lebih kecil ketika ukuran diameter bola *milling* meningkat dari 0,5 cm menjadi 0,7 cm [11,12].

KESIMPULAN

Morfologi dari sampel di *ball milling* selama 90 jam + 30 jam dengan bola *milling* berdiameter 0,5 cm menampilkan partikel dengan ukuran lebih besar dibandingkan dengan menggunakan bola *milling* dengan ukuran 0,7 cm. Komposisi Fe yang terkandung dalam pasir alam yang berasal dari Desa Logas, Kabupaten Kuantan

Singingi setelah di *ball milling* 2 tahap (selama 90 jam + 30 jam) mengalami peningkatan dari 0,371% menjadi 42,546%. Peningkatan komposisi ini disebabkan oleh terpisahnya partikel magnetik dan non magnetik akibat proses *ball milling*. Nilai suseptibilitas magnetik dan suseptibilitas massa meningkat dengan bertambahnya waktu *ball milling*. Nilai suseptibilitas massa yang diperoleh dari masing-masing sampel berada dalam interval $(46 - 80000) \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$, yang berarti nilai suseptibilitas massa dari masing-masing sampel berada dalam interval oksida besi.

REFERENSI

1. Yulianto, A., Bijaksana, S., & Loeksmanto, W. (2002). Karakterisasi magnetik dari pasir besi Cilacap. *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, **5**(0527).
2. Yulianto, A., Bijaksana, S., Loeksmanto, W., & Kurnia, D. (2019). Produksi Hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) dari pasir besi: Pemanfaatan potensi alam sebagai bahan industri berbasis sifat kemagnetan. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **5**(1), 51–54.
3. Tipler, P. A. (1998). *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Erlangga : Jakarta.
4. Widiyanto, E., Kardiman, K., & Fauji, N. (2018). Karakterisasi pasir besi alam Pantai Samudera Baru dan pemanfaatannya sebagai filler pada sistem penyaring elektromagnetik. *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, **2**(1), 15–20.
5. 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.
6. Puspita, P. V. & Erwin, E. (2020). Pemetaan nilai suseptibilitas magnetik pasir Pantai Gandorih Pariaman Sumatera Barat. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **17**(1), 35–40.
7. Hunt, C. P., Moskowitz, B. M., & Banerjee, S. K. (1995). *Magnetic Properties of Rocks and Minerals*. Washington: American Geophysical Union.
8. Novalia, I. & Erwin, E. (2020). Kajian suseptibilitas magnetik pasir besi pantai arta sebagai fungsi jarak dari tepi laut. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **17**(1), 19–23.
9. Rangkuti, M. Z. I., Salomo, S., & Malik, U. (2020). Perbandingan nilai suseptibilitas magnetik air laut menggunakan metode quincke di Pantai Sumatera Bagian Tengah. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **17**(1), 41–45.
10. Silaban, David M., Erwin., Yanuar., Usman, Malik. 2017. Sifat Magnetik dan Mikrostruktur Endapan Pasir Besi Pantai Kata Pariaman Sumatera Barat. *Prosiding Fisika Nasional Universitas Riau*. 142-145.
11. 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.
12. Hidayat, T., Dewi, R., & Hamzah, Y. (2021). Effect of holding time on optical structure properties of Ba (Zr0. 5Ti0. 5) O3 thin film using sol-gel method. *Science, Technology & Communication Journal*, **1**(2), 59–66.



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