

# SINTESIS DAN ANALISIS KANDUNGAN MINERAL DAN KARAKTERISTIK SIFAT LISTRIK NANOPARTIKEL PASIR BESI PANTAI TELINDUNG KABUPATEN LOMBOK TIMUR

Laelatul Asri, Lalu A. Didik\*, Bahtiar

Program Studi Tadris Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Mataram  
Jalan Gajah Mada No. 100. Jempong Baru Mataram, NTB, Indonesia

\*e-mail: laludidik@uinmataram.ac.id

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan mineral serta karakteristik sifat listrik sampel nanopartikel pasir besi pantai Telindung. Sintesis nanopartikel pasir besi dapat dilakukan dengan metode kopresipitasi. Dalam proses kopresipitasi peneliti menggunakan larutan HCl serta  $\text{NH}_4\text{OH}$  untuk membuat sebuah sampel pasir besi berukuran nano (nanopartikel) sebanyak 5 sampel dengan jarak pengambilan sampel yang berbeda-beda yaitu 3 meter, 6 meter, 9 meter, 12 meter, dan 15 meter. Masing-masing sampel yang sudah jadi selanjutnya dianalisis kandungan mineralnya menggunakan AAS. Hasil menunjukkan bahwa semakin tinggi jarak pengambilan sampel maka semakin tinggi kandungan mineral yakni Fe total pada sampel nanopartikel pasir besi (8,28 %, 8,79%, 8,85%, 9,07 % dan 9,74 %). Karakteristik sifat listrik yakni resistivitas menggunakan 4 titik probe dengan serangkaian alat catu daya dan multimeter dengan melakukan 1 sampel 5 kali pengukuran sehingga memperoleh nilai resistivitas ( $8,3 \times 10^4 \Omega\text{m}$ ,  $9,1 \times 10^4 \Omega\text{m}$ ,  $9,6 \times 10^4 \Omega\text{m}$ ,  $10 \Omega\text{m}$ ,  $3 \times 10^4 \Omega\text{m}$ ,  $11,3 \times 10^4 \Omega\text{m}$ ), untuk dielektrisitas menggunakan plat sejajar dengan LCR meter, satu sampel sebanyak 10 kali pengukuran sehingga memperoleh nilai konstanta dielektrik ( $6,4 \times 10^4 \text{ F}$ ,  $7,9 \times 10^4 \text{ F}$ ,  $9,8 \times 10^4 \text{ F}$ ,  $11,6 \times 10^4 \text{ F}$  dan  $13,1 \times 10^4$ ). Jadi dapat dikatakan bahwa semakin tinggi nilai kandungan mineral yakni Fe total maka semakin tinggi nilai dari karakteristik sifat listrik yaitu resistivitas dan dielektrisitas.

**Kata kunci:** nanopartikel, kandungan mineral, resistivitas, dielektrisitas AAS

## Abstract

This study aims to determine the mineral content as well as the characteristics of the electrical properties of the iron sand nanoparticle samples of the Telindung beach. Synthesis of iron sand nanoparticles can be done by sharing one method, namely the coprecipitation method. In the coprecipitation process, researchers used HCl and  $\text{NH}_4\text{OH}$  solutions to make a sample of nano-sized iron sand (nanoparticles) of 5 samples with different sampling distances of 3 meters, 6 meters, 9 meters, 12 meters, and 5 meters. Each finished sample is then analyzed for its mineral content using AAS. The results shows that the higher the sampling distance, the higher the mineral content, namely the total Fe in the sample of iron sand nanoparticles (8.28%, 8.79%, 8.85%, 9.07% and 9.74%). Characteristics of electrical properties namely resistivity using 4 point probes with a series of power supply devices and multimeters by making 1 sample 5 times the measurement so that the value of resistivity ( $8.3 \times 10^4 \Omega\text{m}$ ,  $9.1 \times 10^4 \Omega\text{m}$ ,  $9.6 \times 10^4 \Omega\text{m}$ ,  $10 \Omega\text{m}$ ,  $3 \times 10^4 \Omega\text{m}$ ,  $11.3 \times 10^4 \Omega\text{m}$ ), for dielectricity using a plate parallel to the LCR meter, one sample of 10 times the measurement so as to obtain the value of the dielectric constant ( $6.4 \times 10^4 \text{ F}$ ,  $7.9 \times 10^4 \text{ F}$ ,  $9,8 \times 10^4 \text{ F}$ ,  $11.6 \times 10^4 \text{ F}$  and  $13.1 \times 10^4$ ). So it can be said that the higher the value of mineral content that is the total Fe, the higher the value of the characteristic electrical properties are resistivity and dielectricity.

**Keywords :** Nanoparticles, Mineral content, Resistivity, Dielectricity, AAS

## PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang mempunyai potensi sumber daya alam dan mineral yang melimpah salah satunya yaitu pasir besi (Sobirin *et al.*, 2016). Selain mempunyai sumber daya yang melimpah Indonesia juga terdiri dari beberapa pulau salah satunya pulau Lombok yang berada di Nusa Tenggara Barat (NTB). Pulau Lombok memiliki garis pantai dengan panjang yaitu 2.333 km tentunya banyak terdapat pasir besi alam yang potensial untuk dikembangkan serta dibudidayakan salah satunya di pantai Telindung yang terletak di Dusun Mudung desa Anggaraksa kecamatan Pringgabaya (Susilawati, 2018).

Pasir pantai adalah komoditas penting sebagai bahan bangunan dan industri tambang karena terdapat endapan pasir besi didalamnya (Saniah, Purnawan & Karina, 2014). Pasir besi merupakan bahan alam yang tersedia sangat melimpah di Indonesia dan umumnya memiliki komposisi utama yaitu besi oksida ( $Fe_2O_3$  dan  $Fe_3O_4$ ), silikon oksida ( $SiO_2$ ) dan senyawa-senyawa lain, seperti Fe, Ni, dan Zn dengan kadar yang lebih kecil (Anes Yulianingsih, 2016). Kandungan besi (Fe) dalam pasir besi banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan baja, semen, dan lain-lain, dimana kandungan oksida dan Fe pasir besi dapat dibedakan secara fisika ataupun kimia (Tamuntuan, Tongkukut, & Pasau, 2017).

Nanopartikel magnetik memiliki sifat yang sebagian besar bergantung pada ukuran butir dari nanopartikel magnetik itu sendiri. Dimana ukuran sebuah partikel relatif kecil sehingga membuat material tersebut sangat reaktif terhadap medan magnet luar, akan tetapi jika medan magnet tersebut pengaruhnya dihilangkan maka secara perlahan sifat dari material itu sendiri akan sangat mirip dengan material paramagnetik (Rahmi, 2018).

Pasir besi berukuran nano mempunyai sifat feromagnetik memiliki peluang aplikasi yang luas. Pengaplikasian pasir besi yang berukuran nanopartikel merupakan sebuah kebutuhan yang diperlukan untuk memenuhi bahan baku industri di bidang elektronik yang perkembangan dan kebutuhan semakin meningkat, seperti dalam aplikasi di bidang

industri yaitu keramik, katalis, energy storage, magnetic data storage, ferrofluida, absorbent maupun dalam diagnosis medis (Nengsih, 2018). Untuk mengetahui karakteristik dari sifat listrik sebuah bahan yakni dielektrisitas dan resistivitas.

Konstanta dielektrik adalah kemampuan mengenai ukuran suatu material untuk menyimpan suatu muatan listrik, dimana dalam bentuk skalar, dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$D = \epsilon E \quad (1)$$

D merupakan displacement elektrik yang akan diukur ( $C/m^2$ ),  $\epsilon$  adalah permeabilitas listrik serta E merupakan medan listrik ( $V/m$ ) (Didik, 2016).

Suatu dielektrik bila diberi muatan listrik, maka muatan itu akan tinggal terlokalisasi di daerah dimana muatan itu akan di tempatkan. Sifat dielektrik bisa disubsitusikan melalui nilai kapasitansi seperti pada persamaan di bawah ini :

$$\epsilon = \frac{C \times A}{d \times \epsilon_0} \quad (2)$$

Dengan  $\epsilon$  merupakan konstanta dielektrik,  $\epsilon_0$  merupakan permitivitas hampa udara sebesar  $8,85 \times 10^{-12} F/m$ ,  $k$  untuk  $d$  itu sendiri yaitu jarak antar pelat dan  $A$  merupakan luas pelat (Gulita, Trihandaru, & Shanti, 2015). Sedangkan resistivitas merupakan karakteristik bahan yang dapat menunjukkan suatu kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Semakin bertambah besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut akan menghantarkan arus listrik. Begitu juga sebaliknya terhadap nilai resistivitas yang lebih rendah maka akan semakin mudah bahan tersebut menghantarkan arus listrik (Cahyono, Wijaya & Arivah, 2017).

Pengukuran resistivitas terhadap bahan yakni menggunakan metode empat titik Probe seperti gambar di atas, secara umum dirumuskan seperti dalam konsep konfigurasi Wenner :

$$\rho = K \frac{V}{I} \text{ atau } \rho = \frac{R \cdot A}{L} \quad (3)$$

Dimana K merupakan faktor geometri, I yaitu arus mengalir antara probe bagian luar serta V merupakan tegangan terukur

antara probe bagian dalam, dan R merupakan resistansi (Saputro, 2016).

*Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) merupakan suatu metode analisis untuk penentuan unsur-unsur logam dan metaloid yang berdasarkan pada penyerapan (absorpsi) radiasi oleh atom-atom bebas unsur tersebut (Rina, Baiq Safitri, 2018).

Metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) berprinsip terhadap absorpsi cahaya oleh atom, atom-atom yang menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, bergantung pada sifat unsurnya itu sendiri. Seperti natrium menyerap pada 589 nm, uranium pada 358,5 nm dan kalium pada 766,5 nm. Cahaya terhadap gelombang ini mempunyai yang cukup energi untuk merubah tingkat energi elektronik suatu atom. Dengan absorpsi energi, menandakan bahwa memperoleh lebih banyak energi, dimana suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi, seperti Na (Noor, Muhammad, Azid, Shirwan, & Sani, 2018).

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September – Desember 2019 di Laboratorium Fisika Universitas Islam Negeri Mataram. Nanopartikel pasir besi pantai Telindung Dusun Mudung Desa Anggaraksa Kecamatan Pringgabaya Kabupaten Lombok Timur. Adapun langkah-langkah yakni membuat sampel pasir besi menjadi ukuran nano dengan menggunakan metode kopresipitasi. dengan menggunakan larutan sebagai pelarut pasir besi yakni HCl konsentrasi 37% dan NH<sub>4</sub>OH konsentrasi 25 %. Menimbang pasir besi menggunakan neraca digital sebanyak 15 gram, Mengukur volume HCl sebanyak 20 ml dan NH<sub>4</sub>OH sebanyak 25 ml menggunakan gelas menggunakan gelas ukur, Selanjutnya pasir besi dilarutkan kedalam larutan HCl dan diaduk menggunakan magnetik stirrer samapi homogen, Kemudian larutan yang terbentuk disaring dengan kertas saring, Selanjutnya larutan hasil saringan kemudian ditetesi NH<sub>4</sub>OH tetes demi tetes menggunakan pipet tetes sebanyak 20 ml samapai menghasilkan endapan berwarna

Penelitian mengenai pasir besi sebelumnya telah dilakuakn yaitu tentang potensi nanopartikel magnetit pasir besi lampanah aceh besar melalui studi kajian teknik pengolahan sintesis dan karakteristik struktur (Yulianingsih, 2016). Karakteristik mineralogy endapan pasir besi di daerah Galela Utara kabupaten Halmahera Utara provinsi Maluku Utara tentang Uji sifat magnetik pasir besi pantai di Kabupaten Lumajang melalui induksi elektromagnetik (Lamburu, Syafri, Yuningsih, & Utara, 2017). Berbagai metode sudah di lakukan mengenai pasir besi saat ini masih terus dilakukan oleh kalangan peneliti di seluruh dunia seperti metode X-Ray Diffraction (XRF), X-Ray Diffraction (XRD), resistivitas dan dielektrisitas dan lain-lain.

Dari uraian diatas sehingga peneliti melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kadungan mineral dan karakteristik sifat listrik (resistivitas dan dielektrisitas) nanopartikel pasir besi pantai telindung dusun Mudung desa Anggaraksa kecamatan Pringgabaya Kabupaten Lombok Timur

hitam, Mengambil hasil endapan dan di cuci berulang-ulang dengan aquades hingga Ph-7 Mencuci hasil pengendapan dengan aquades sebanyak 3 kali pencucian, Selanjutnya hasil endapan yang telah dicuci kemudian disaring dengan kertas saring dan dikeringkan dengan oven pada suhu 200° C selama 2 jam. Sampel yang telah terbentuk akan di ukur kandungan mineral pasir besi menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) di BPTP NTB, dan mengukur karakteristik sifat listrik yakni resistivitas menggunakan 4 titik probe dan mengukur nilai dielektrisitas menggunakan LCR meter yang dilaksanakan di Laboratorium Fisika UIN Mataram.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode kopresipitasi adalah salah suatu metode sintesis senyawa anorganik yang berprinsip pada pengendapan dimana lebih dari satu substansi secara bersama-sama, metode ini juga dapat mengontrol ukuran suatu partikel. Untuk mengoptimalkan parameter-parameter sintesis yakni suhu, bahan pelarut, pH

larutan, kecepatan pengadukan, konsentrasi garam logam, konsentrasi kopresipitasi, lama pengadukan dan konsentrasi surfaktan, dilihat dari hasil sintesis yakni seperti lumpur sebelum di panaskan dan akan seperti tanah yang memiliki tekstur sangat halus, dimana waktu penumbuhan relatif lebih singkat, hal ini dapat terlihat jelas dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada gambar berikut (Muflihatun, 2015) :



Gambar 1. Hasil sintesis nanopartikel melalui metode kopresipitasi

Nanopartikel magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) sendiri merupakan satu material magnetik yang terbentuk dari spinel dan ferrit, dan memiliki sifat superparamagnetik ketika mencapai ukuran kurang dari 20 nm. Terdapat kelebihan dari nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dilihat dari manfaat penerapannya yang cukup luas mulai dari *ferrofluids*, *Electromagnetic*, *magnetic tomography* (MRT), *biosensor Surface Plasmon resonance* (SPR), dan *High gradient magnetic separation* untuk teknik purifikasi dan lain-lain (Mustawarman *et al.*, 2015).

Pada umumnya kandungan mineral yang terdapat pada pasir besi dapat

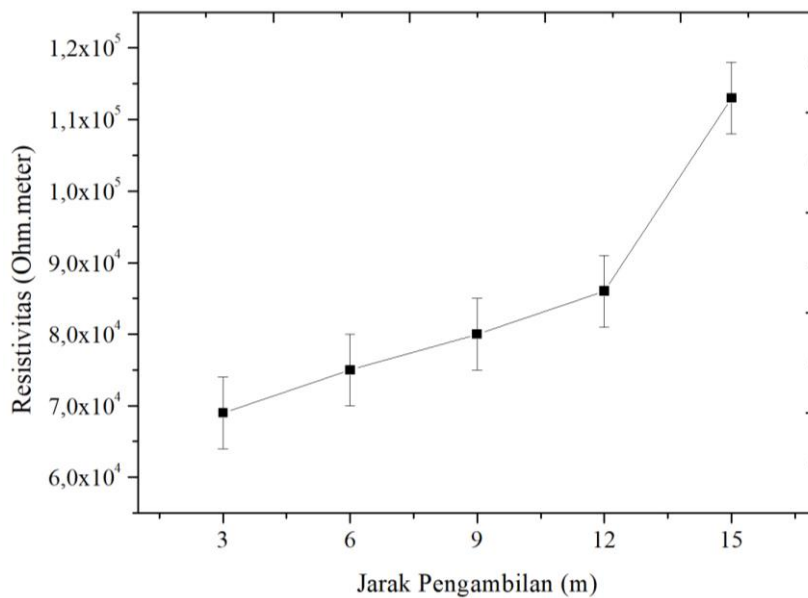
dikatakan bahwa merupakan oksida logam yakni besi, timah dan silica atau kuarsa (Setianto, Budy Santosa, 2017). Pada pengukuran kali ini mengenai kandungan mineral yang telah dilakukan di Laboratorium BPTP Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan serangkaian alat AAS untuk mengidentifikasi kandungan mineral yakni Fe total yang terkandung didalam sampel nanopartikel pasir besi.

Tabel 1. Jarak pengambilan sampel dengan kandungan mineral nanopartikel pasir besi

No	Jarak Pengambilan (m)	Fe Total (%)
1	3	8.28
2	6	8.79
3	9	8.85
4	12	9.07
5	15	9.74

Terlihat pada tabel di atas menunjukkan bahwa semakin besar jarak pengambilan sampel maka semakin meningkat nilai Fe total pada sampel tersebut, Ada pun faktor yang menyebabkan semakin meningkatnya logam Fe yaitu warna pasir. Semakin hitam warna dari sebuah pasir, menandakan konsentrasi logam Fe yang makin tinggi (Cahyono, Wijaya & Arivah, 2017).

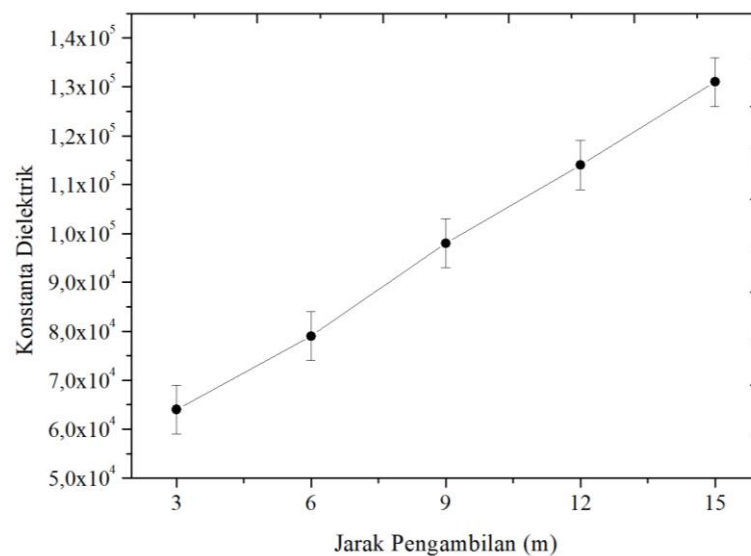
Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Didik & Wahyudi (2020) yang meneliti mengenai pasir besi Pantai Telindung. Berdasarkan hasil analisis menggunakan AAS, konsentrasi Fe dalam sampel sebesar 8,7 ppm pada sampel yang disintesis dengan menggunakan metode metode *Solid State Reaction* sedangkan konsentrasi Fe pada sampel yang disintesis dengan menggunakan metode kopresipitasi sebesar 12,9 ppm.



Gambar 2. Hubungan antara Jarak Pengambilan dengan Nilai Resistivitas

Berdasarkan Gambar 2 tampak bahwa semakin besar jarak pengambilan sampel maka semakin meningkat nilai resistivitas dari suatu sampel nanopartikel magnetit yang berbahan dasar pasir Pantai Telindung Kabupaten Lombok Timur, Akan tetapi semakin tinggi nilai resistivitas suatu material maka akan semakin sulit bahan tersebut dialiri arus listrik. Sesuai ilustrasi diatas yang membahas nilai resistivitas yang semakin meningkat menandakan bahwa

nilai resistivitas sangat dipengaruhi oleh nilai tegangan, yakni semakin kecil nilai tegangan keluaran, maka semakin besar nilai resistivitasnya, karena nilai tegangan keluaran berbanding terbalik dengan nilai resistivitas (Cahyono, Wijaya & Arivah, 2017). Selain itu ada pun faktor yang menyebabkan semakin meningkatnya nilai dari resistivitas pasir besi yaitu ukuran dari sebuah bulir pasir besi (Fitrah Ningsih *et al.*, 2019).



Gambar 3. Hubungan Jarak Pengambilan Sampel dengan Nilai Dielektrisitas

Gambar 3 menunjukkan grafik hubungan jarak pengambilan dengan nilai konstanta dielektrik. Tampak bahwa semakin besar jarak pengambilan sampel maka semakin tinggi nilai konstanta dielektrik nanopartikel magnetite yang berbahan dasar pasir pantai Telindung Kabupaten Lombok Timur. Semakin tinggi nilai konstanta dielektrik suatu bahan, membuktikan bahwa semakin besar kemampuan bahan tersebut untuk menyimpan energi listrik (Cahyono, Wijaya & Arivah, 2017). Peningkatan dari nilai konstanta dielektrik diakibatkan semakin besar jarak maka senyawa ini mengalami magnetisasi sehingga menurunnya medan listrik efektif di antara plat. Akibatnya kapasitansi akan meningkat dan konstanta dielektrik pun meningkat (Didik, 2016).

Nilai resistivitas dan dielektrisitas yang didapatkan pada penelitian ini memiliki orde yang sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Fitrah Ningsih *et al.*, (2019). Nilai resistivitas dan konstanta dielektrik pasir besi yang diperoleh dari kabupaten Bima juga memiliki orde yang sama dengan penelitian ini.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin semakin jauh jarak pengambilan sampel atau semakin jauh pasir pantai dari bibir pantai maka kandungan Fe pada pasir besi yang telah di sintesis menjadi nanopartikel semakin meningkat atau semakin bagus, sehingga hubungan anatara sifat listrik yakni resistivitas dan dielektrisitas juga semakin meningkat dilihat dari hasil pengukuran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andi Wiramanda, Dahlang Tahir, N. R. (n.d.). Sintesis dan penentuan sifat struktur nanopartikel ferrite ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ) menggunakan metode kopresipitasi dengan memvariasikan suhu sintesis.
- Anes Yulianingsih<sup>1</sup>), M. (2016). Analisis Komposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{c-SiO}_2$  Dari Pasir Talud Dan Pasir Lumajang. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 05(2), 5–8.
- Cahyono, Wijaya, A. S., & Arivah, H. N. (2017). Analisa Kualitas Semen Melalui Pengukuran. *Jurnal Rekayasa Energi Manufaktur*, 2(2), 57–61.
- Didik, L. A. (2016). Pengaruh Pemberian Medan Magnet Terhadap Konstanta Dielektrik Material  $\text{AgCrO}_2$ . *KONSTAN*, 2(1), 1–5.
- Didik, Lalu A., Wahyudi, Muh. (2020). Analisa Kandungan Fe dan Karakteristik Sifat Listrik Pasir Besi Pantai Telindung yang Disintesis Dengan Beberapa Metode. *Indonesian Physical Review*, 3(2), 64 - 71
- Fitrah Ningsih, Fitrianiingsih, L. A. D. (2019). Analisis Pengaruh Lama Penggerusan terhadap Resistivitas dan Konstanta Dielektrik pada Pasir Besi yang disintesis dari Kabupaten Bima Fitrah. *Indonesian Physical Review*, 2(3), 92–98.
- Gulita, N., Trihandaru, S., & Shanti, M. (2015). Identifikasi Sifat Dielektrik Pisang pada Tingkat Kematangan Berbeda dengan Rangkaian RLC. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 6(2), 1–7.
- Lamburu, A. A., Syafri, I., Yuningsih, E. T., & Utara, H. (2017). Karakteristik mineralogi endapan pasir besi di daerah galela utara kabupaten halmahera utara provinsi maluku utara. *Bulletin of Scientific Contribution*, 15(2), 151–160.
- Muflihatun, S. S. dan E. S. (2015). Sintesis Nanopartikel Nickel Ferrite ( $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ ) dengan Metode Kopresipitasi dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya. *Jurnal Fisika Indonesia No: XIX(November)*, 20–25.
- Mustawarman, Heriansyah, E. S. (2015). Kajian Sifat Dielektrik pada Lempeng Nanopartikel Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang dienkapsulasi dengan Polyvinyl Alcohol (PVA). *Jurnal Fisika Indonesia*,  
Jurnal Sains dan Teknologi | 90

- XIX(1410–2994), 34–37.
- Nengsih, S. (2018). Potensi Nanopartikel Magnetit Pasir Besi Lampanah Aceh Besar Melalui Studi Kajian Teknik Pengolahan, Sintesis Dan Karakteristik Struktur. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1), 2. <https://doi.org/10.22373/crc.v2i1.3246>
- Noor, S., Muhammad, S., Azid, A., Shirwan, M., & Sani, A. (2018). Heavy metals in the air : Analysis using Instrument , air pollution and human health-a review Heavy metals in the air : Analysis using Instrument , air pollution and human health - a review. *MJFAS*, 14(4). <https://doi.org/10.11113/mjfas.v14n4.967>
- Rahmi, R. dan Y. D. J. (2018). Analisis Sifat Listrik Nanokomposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PVDF Yang Disintesis Dengan Metode SOL GEL Untuk Aplikasi Elektroda Bateri Lithium Ion. *Pillar of Physics*, 11(2), 73–80.
- Rina, Baiq Safitri, A. (2018). Analisis Kandungan Mineral Tembaga (Cu) Yang Terdapat Pada Struktur Batu Tambang Dengan Metode Atomic Absorption Spectrofotometer (AAS). *Jurnal Kpendidikan Fisika "Lensa,"* 6(2), 82–85.
- Saniah, Purnawan, S., & Karina, S. (2014). Karakteristik dan kandungan mineral pasir pantai Lhok Mee , Beureunut dan Leungah, Kabupaten Aceh Besar, 3(3), 263–270.
- Saputro, H. (2016). Pendeposisian Besi pada Subtrat Alumunium dengan Metode Sputtering Terhadap Variasi Suhu. *Journal of Physical Science and Engineering*, 1(1), 30.
- Setianto, Budy Santosa, D. H. and C. P. (2017). No Title. *Eksakta*, 18(2).
- Sobirin, M., Rosita, N., Fitriawan, M., Usriyah, F., Faizal, R., & Yulianto, A. (2016). Sintesis Nanokomposit Stronsium Ferit-keramik Porselin Alumina sebagai Peningkat Struktur Dielektrik Kapasitor Berbahan Dasar Pasir Besi Mohamad. *Journal of Creativity Students*, 1(1), 1–6.
- Susilawati, A. D. (2018). Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi Volume 4 No.1, Juni 2018. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 4(1), 49–55.
- Tamuntuan, G., Tongkukut, S., & Pasau, G. (2017). Analisis Suseptibilitas Dan Histeresis Magnetik Pada Endapan Pasir Besi Di Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA UNSRAT*, 6(2), 105–108.