

**ANALISIS SIFAT STRUKTUR PASIR BESI HASIL EKSTRAKSI PASIR
TAMBANG SUNGAI OGAN DI KABUPATEN OGAN KOMERING ILIR
SUMATERA SELATAN YANG DI MILLING MENGGUNAKAN HEM**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika



Disusun Oleh :

MIFTAHUL JANNAH

08021381520027

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS SIFAT STRUKTUR PASIR BESI HASIL EKSTRAKSI PASIR
TAMBANG SUNGAI OGAN DI KABUPATEN OGAN KOMERING ILIR
SUMATERA SELATAN YANG DI *MILLING* MENGGUNAKAN HEM

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sain
bidang studi fisika

Oleh :

MIFTAHUL JANNAH
NIM. 08021381520027

Inderalaya, Januari 2020

Menyetujui,

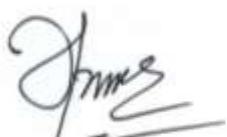
Pembimbing I



Dr. Fitri Suryani Arsyad, S.Si., M.Si.

NIP. 197010191995122001

Pembimbing II



Dra. Jorena, M.Si.

NIP. 196405101991022001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Triyansyah Virgo, S.Si., M.T.

NIP. 197009101994121001

**ANALISIS SIFAT STRUKTUR PASIR BESI HASIL EKSTRAKSI PASIR
TAMBANG SUNGAI OGAN DI KABUPATEN OGAN KOMERING ILIR
SUMATERA SELATAN YANG DIMILLING MENGGUNAKAN HEM**

Miftahul Jannah

08021381520027

Abstrak

Pasir besi merupakan salah satu sumber material magnetik yang banyak digunakan dalam berbagai industri. Pasir besi sebagai salah satu bahan baku utama dalam industri baja dan industri alat berat lainnya di Indonesia, sehingga keberadaannya akhir–akhir ini memiliki peranan yang sangat penting di Indonesia dan bahkan ditingkat internasional. Telah berhasil dilakukan proses ekstraksi pasir tambang menggunakan metode *Methanol Soap Bathed* (MSB) yang mana dari hasil ekstraksi ini dihasilkan 10 gram pasir besi yang diambil dari 10 kg pasir tambang. Pasir besi yang di dapatkan kemudian di haluskan menggunakan *High Energy Milling* (HEM) dengan variasi lama waktu *milling* 2 jam , 4 jam dan 6 jam yang kemudian di karakterisasi menggunakan XRD dan SEM. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa semua sampel pasir besi telah berukuran nano yakni 66.32 nm untuk pasir besi yang tidak *dimilling*, 65.46 nm untuk pasir besi yang *dimilling* 2 jam, 37.76 nm untuk pasir besi yang *dimilling* 4 jam dan 25.72 nm untuk pasir besi yang *dimilling* 6 jam. Untuk hasil karakterisasi menggunakan SEM pada ukuran sampel pasir besi terkecil yakni 6 jam hasil dari foto SEM terlihat ukuran partikel masih belum seragam (homogen). Adapun hasil SEM EDS yang bertujuan untuk melihat unsur yang terkandung pada sampel pasir besi yang mana sampel pasir besi yang dihasilkan diketahui bahwa unsur yang dominan pada sampel pasir besi adalah Fe dan O dengan jumlah atom 28.84 % dan 54.61 %, namun ada beberapa pengotor yang terkandung di dalam sampel pasir besi ini seperti Carbon, Titanium, Barium, Alumunium, Magnesium dan Silicon.

Kata Kunci : Pasir Besi, *Methanol Soap Bathed*, *milling*, HEM, XRD, SEM-EDS.

**ANALYSIS OF STRUCTURAL PROPERTIES OF IRON SAND PRODUCT
EXTRACTION OF OGAN RIVER SAND IN OGAN KOMERING ILIR, SOUTH
SUMATERA THAT MILING BY USING HEM**

Miftahul Jannah

08021381520027

Abstract

Iron sand is one source of magnetic material that is widely used in various industries. Iron sand as one of the main raw materials in the steel industry and other heavy equipment industries in Indonesia, so that its presence lately has a very important role in Indonesia and even at the international level. The sand extraction process has been successfully carried out using the Methanol Soap Bathed (MSB) method which results from the extraction of 10 grams of iron sand taken from 10 kg of mining sand. The obtained iron sand was then smoothed using High Energy Milling (HEM) with a variation of the length of the milling time 2 hours , 4 hours and 6 hours which was then shielded using XRD and SEM. The XRD characterization results showed that all iron sand samples were nano-sized ie 66.32 nm for unmilled iron sand, 65.46 nm for 2 hour iron sand, 37.76 nm for 4 hour iron sand and 25.72 nm for iron sand 6 hour. For the results of the characterization using SEM on the smallest sample size of iron sand which is 6 hours the results of SEM photos show the particle size is still not uniform (homogeneous). The results of SEM EDS which aims to see the elements contained in iron sand samples where iron sand samples are produced are known that the dominant elements in iron sand samples are Fe and O with the number of atoms of 28.84% and 54.61%, but there are some impurities contained in this iron sand sample such as Carbon, Titanium, Barium, Aluminum, Magnesium and Silicon

Keywords : iron sand, Methanol Soap Bathed, milling, HEM, XRD, SEM-EDS

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum, Wr. Wb.

Alhamdulilah Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkah dan rahmat-Nyalah, laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, materi yang diambil sebagai bahan pembahasan adalah “ANALISIS SIFAT STRUKTUR PASIR BESI HASIL EKSTRAKSI PASIR TAMBANG SUNGAI OGAN DI KABUPATEN OGAN KOMERING ILIR SUMATERA SELATAN YANG DIMILLING MENGGUNAKAN HEM”. Yang mana pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan dan kesempatan yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini kepada ibu Dr. Fitri Suryani Arsyad, S.Si., M.Si. dan ibu Dra. Jorena, M.Si. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dengan setulus hati. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. selaku ketua jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya. Kepada dosen penguji Bapak Drs. Octavianus, S.C, M.T. Ibu Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si. dan Ibu Dra. Yulinar Adnan, M.T. yang telah memberikan masukkan yang sangat bermanfaat bagi penulis. Kepada Bapak Dr. Fiber Monado selaku dosen Pembimbing Akademik. Kepada seluruh staf dosen pengajar di jurusan Fisika FMIPA UNSRI atas kesabarannya dalam memberikan ilmu pengetahuan selama penulis belajar di bangku kuliah. Kepada Orang Tua serta adik dan kakak yang selalu mendukung dan mendoakan penulis. Tak lupa kepada teman – teman yang selalu memberi keceriaan dan semangat.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan yang disebabkan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan baik saran ataupun kritik yang sifatnya membangun dalam penyempurnaan laporan tugas akhir ini sehingga dapat memberi manfaat bagi semua pihak.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Indralaya, Januari 2020

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. rumusan masalah	2
1.3. batasan masalah	3
1.4. tujuan penelitian	3
1.5. manfaat penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Sebaran Pasir Besi Di Indonesia.....	4
2.2. Pasir Besi	5
2.3. Sifat-sifat pasir besi	5
2.4. Aplikasi pasir besi di dalam industri	7
2.5. Ekstraksi Pasir Besi dari Pasir Tambang	8
a. Metode CBD	8
b. Metode MSB.....	8
2.6. pembuatan serbuk nano pasir besi menggunakan <i>high energy milling</i> (HEM).....	9
2.7.Karakteristik pasir besi	10
2.7.1 <i>X-ray Difraction</i> (XRD)	10
A. Difraksi Sinar-X Pada Kristal	12
2.7.2. <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan waktu pelaksanaan	18

3.2. Prosedur Penelitian	18
3.2.1. Ekstraksi pasir besi dari pasir tambang menggunakan metode <i>Methanol Soap Bathed</i>	18
3.2.2. Pembuatan Nano Serbuk Pasir Besi Menggunakan HEM.....	18
3.2.3. Karakterisasi Pasir Besi Menggunakan XRD dan SEM EDS	19
3.2.4. Karakterisasi pasir besi dengan XRD	19
3.2.5. Karakterisasi pasir besi dengan SEM	19
3.3. Diagram alir penelitian	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1. Ekstraksi Pasir Besi dari Pasir Tambang	21
4.2. karakterisasi sifat struktur dan morfologi menggunakan XRD dan SEM	22
4.3. Pembuatan Nano Serbuk Pasir Besi Menggunakan HEM.....	23
4.4. Karakterisasi sampel pasir besi berdasarkan variasi lama waktu <i>milling</i> menggunakan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	23
4.5. Karakterisasi sampel pasir besi berdasarkan variasi lama waktu <i>milling</i> Menggunakan <i>Scanning Electon Microscopy</i> (SEM)	27
BAB V PENUTUP.....	31
5.1. Kesimpulan	31
5.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN-LAMPIRAN	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Hasil XRD pasir besi dari pantai Ambal	6
Gambar 2.2. Mekanisme terjadinya penumbukan pada HEM	9
Gambar 2.3. Pola Difraksi Sinar-X	11
Gambar 2.4. Difraksi Sinar-X pada jarak antar atom	12
Gambar 2.5. Pengaruh Ukuran Kristalit Halus Pada Kurva Difraksi	13
Gambar 2.6. Struktur Morfologi Sampel Pasir Besi Menggunakan SEM	15
Gambar 2.7. Struktur Morfologi Sampel Pasir Besi Menggunakan SEM EDX ...	16
Gambar 4.1. Hasil Pasir Besi dari Ekstaksi Pasir Tambang	21
Gambar 4.2 (a) Pola difraksi pasir besi menggunakan XRD (b) Foto SEM pasir Besi menggunakan perbesaran 15.000x.....	22
Gambar 4.3. Pola difraksi XRD Serbuk Pasir Besi dari Hasil Ekstraksi Pasir Tambang Sebelum dan Sesudah <i>dimilling</i>	24
Gambar 4.4. (a) pola difraksi pasir besi menggunakan XRD sebelum <i>dimilling</i> (b) Foto SEM pasir besi sebelum <i>dimilling</i> menggunakan perbesaran 15.000x	28
Gambar 4.5. (a) pola difraksi pasir besi yang <i>dimilling</i> 6 jam menggunakan XRD (b) Foto SEM pasir besi yang <i>dimilling</i> 6 jam menggunakan perbesaran 15.000x	28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Hasil dari analisa dasar menggunakan SEM EDS	17
Tabel 4.1 Tabel perhitungan hasil ukuran kristal menggunakan pendekatan Persamaan Scherrer dengan waktu <i>milling</i> 6 jam.....	26
Tabel 4.2. Analisis XRD dari pasir besi sebelum dan sesudah <i>dimilling</i>	27
Tabel 4.3. Komposisi hasil SEM EDS pada pasir besi	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pasir besi merupakan salah satu sumber material magnetik yang banyak digunakan dalam berbagai industri. Pasir besi sebagai salah satu bahan baku utama dalam industri baja dan industri alat berat lainnya di Indonesia, sehingga keberadaannya akhir–akhir ini memiliki peranan yang sangat penting di Indonesia dan bahkan ditingkat internasional. Besi diperlukan dalam industri berat, kendaraan bermotor dan bahan konstruksi, yang mana pemakaianya akhir–akhir ini semakin meningkat, sehingga dalam jangka waktu tertentu kemungkinan bahan baku besi untuk kebutuhan industri tersebut akan habis (Juharni, 2016).

Pemanfaatan pasir besi untuk pengolahan dalam dunia industri logam diberbagai negara sangatlah besar. Salah satunya yakni Amerika yang telah memanfaatkan mineral pasir besi dengan kadar besi (Fe) 35% keatas, tentunya Indonesia sangatlah berpotensial karena wilayah perairannya yakni 77% dari seluruh luas Indonesia atau tiga kali luas wilayah daratan di Indonesia, sehingga mempunyai banyak pantai yang kemungkinan besar diduga memiliki potensi pasir besi yang begitu besar pula (Juharni, 2016).

Adapun peraturan daerah yang telah menyatakan bahwa pelaku usaha pertambangan wajib melakukan pengolahan dan pemurnian mineral di dalam negeri, sebagai mana diatur dalam Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009, Peraturan Menteri ESDM no 7 tahun 2012 Jo. 11 tahun 2012 ji. 20 tahun 2013. Hal ini sungguh menjadi peluang yang sangat besar untuk mengembangkan penelitian yang berkaitan tentang potensi mineral yang berada pada pasir besi di Indonesia.

Jumlah penduduk Indonesia yang besar dengan tingkat pendapatan yang meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi akan menjadi pasar yang potensial bagi produk yang berbasis sumber daya mineral. Restrukturisasi industri di negara-negara maju juga akan membuka peluang sebagai pasar bijih besi Indonesia. Dengan sumber daya alam mineral logam besi yang kaya, Indonesia memiliki peluang yang besar sebagai tempat relokasi industri dari negara maju, termasuk industri pengolahan hasil tambang (Hilman, 2014).

Untuk menjaga kesinambungan industri-industri tersebut diperlukan pencarian bahan baku besi, dimana pasir besi merupakan salah satu sumber daya yang berpotensi. Berdasarkan pemanfaatan pasir besi yang ternyata dibutuhkan diberbagai bidang industri, dengan ketersediaan yang juga melimpah namun masih belum dimanfaatkan secara optimal, sementara peluang bahan tersebut untuk diolah menjadi bahan industri terbuka lebar, maka sangat penting untuk melakukan penelitian yang akan menjadi sumber informasi potensi pasir besi, baik itu sebaran maupun kualitasnya yang terdapat pada setiap daerah. (Juharni, 2016).

Kebutuhan besi di dunia saat ini berasal dari hasil tambang dan daur ulang besi bekas. Indonesia memiliki banyak lokasi endapan besi namun sumber dayanya masih tergolong pada kelas hipotetik dengan jumlah cadangan terbukti kecil akibat tidak dilakukannya eksplorasi rinci dan hingga saat ini belum terdapat pertambangan besi yang memasuki tahap studi kelayakan. Sumatera Selatan memiliki sebaran sungai seluas 33.017 menjadikan Sumatera Selatan memiliki banyak pertambangan pasir yang dapat diolah menjadi pasir besi yang mana pasir besi ini dapat menjadi salah satu alternatif dalam kebutuhan bijih besi yang semakin meningkat (Ishlah, 2012).

Penelitian ini mengolah pasir tambang pada sungai Ogan di kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan menjadi pasir besi. Pasir besi tersebut akan diolah menggunakan metode ekstraksi *Methanol Soap Bathed* (MSB). Tujuan menggunakan metode ini dikarenakan metode ini lebih praktis dari metode lainnya dan biaya yang dibutuhkan sangat terjangkau. Pasir yang akan diolah ini merupakan pasir tambang dari sungai organ yang berada di Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. Pasir besi yang telah didapatkan kemudian akan di karakterisasi menggunakan XRD yang mana bertujuan unruk melihat ukuran kristal dan juga SEM EDS yang bertujuan untuk melihat unsur yang terkandung dan morfologi permukaannya. Pasir besi kemudian akan *dimilling* menggunakan *High Energy Milling* (HEM) untuk meningkatkan sifat kemagnetan pada pasir besi dengan optimasi waktu *milling* selama 0 sampai 6 jam. Pasir besi yang telah *dimilling* akan di karakterisasi lagi menggunakan XRD dan SEM untuk mengetahui pengaruh dari variasi lama waktu *milling* terhadap struktur dan morfologinya.

1.2 RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana mengekstraksi pasir tambang menjadi pasir besi menggunakan metode *Methanol Soap Bathed* (MSB).

2. Bagaimana mereduksi ukuran pasir besi menggunakan HEM.
3. Bagaimana mengetahui pengaruh waktu *milling* terhadap sifat struktur dan morfologi dari pasir besi menggunakan XRD dan SEM.

1.3 BATASAN MASALAH

1. Pasir besi yang terkandung di dalam pasir tambang akan di ekstraksi menggunakan metode *Methanol Soap Bathed* (MSB).
2. Pasir besi yang telah didapatkan akan di karakterisasi menggunakan XRD dan SEM EDS untuk melihat sifat strukturnya.
3. Pasir besi yang telah diperoleh akan *dimilling* menggunakan HEM selama 2, 4 dan 6 jam untuk mereduksi ukuran butir dari serbuk pasir besi.
4. Pasir besi yang telah *dimilling* akan di karakterisasi menggunakan XRD dan SEM untuk melihat pengaruh waktu *milling* terhadap sifat strukturnya.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

1. Mengekstrak pasir tambang untuk mendapatkan pasir besi dengan metode *Methanol Soap Bathed* (MSB)
2. Mengkarakterisasi pasir besi tersebut menggunakan XRD dan SEM EDS untuk mengetahui fase nya.
3. Membuat nano serbuk pasir besi menggunakan HEM dengan optimasi waktu *milling*.
4. Menganalisis sifat struktur dan morfologi dengan menggunakan XRD dan SEM.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarisah, S., Rifai, D.A., dan Toruan, P.L., 2018. *Studi Difraksi Sinar-X Struktur Nano Seng Oksida (ZnO)*. Jurnal risalah Fisika, 2(2) : 54.
- Bilalodin, Sunardi dan Muhtar, E., 2013. *Analisis Kandungan Senyawa Kimia Dan Uji Sifat Magnetik Pasir Besi Pantai Ambal*. Jurnal Fisika Indonesia, 17(50):29.
- Firza, S. Nita, S. Arsyad. F., S dan Johan A., 2018. *Time milling influence on the size of the Lemabang iron sand powder synthesized by using high energy milling method*. Journal of Physics: Conf. Series **1091** (2018) 012008.
- Gunanto, Y. E., Izaak, M. P., Jobilling, E., Cahyadi, L dan Adi, W. A., 2017. *High purity Fe₃O₄ from Local Iron Sand Extraction*. Journal Of Physics
- Hilman, P. M., 2014. *Pasir Besi Di Indonesia. Pusat Sumber Daya Geologi* : Bandung.
- Ishlah, T., 2012. *Potensi Bijih Besi Indonesia Dalam Kerangka Pengembangan Klaster Industri Baja*. Jurnal Teknologi Mineral dan Batu Bara, 1(8):1.
- Juharni, 2016. *Kakteristik Pasir Besi Di Pantai Marina Kabupaten Bantaeng*. Skripsi, UIN ALAUDIN Makassar.
- Kusuma, R., 2014. *Analisis Struktur Kristal Dan Sifat Magnetik Pasir Besi Sungai Bengawan Solo Kecamatan Trucuk Kabupaten Bojonegoro*. Jurnal Of Applied Physics, 1(4):1.
- Masruroh, Manggara, A. B., Papilaka, T dan Triandi, R., 2013. *PENENTUAN Ukuran Kristal (crystallite size) lapisan tipis PZT dengan metode XRD melalui pendekatan persamaan Debye Scherrer*. Journal Of Educational Innovation, 2(1):27.
- Mulyanti dan Masril, O., 2013. *Analisa Pemanfaatan Pasir Sungai Untuk Campuran Beton Di Kabupaten Padang Pariaman*. Jurnal Momentum, 1(4):19.
- Pauzan, M. Kato, T. Iwata, S dan Suharyadi, E., 2013. *Pengaruh Ukuran Butir dan Struktur Kristal Terhadap Sifat Kemagnetan Pada Nanopartikel Magnetit (Fe₃O₄)*. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVII HFI.
- Parasdiantika, R. dan Susanto., 2016. *Preparasi dan Penentuan Jenis Oksida Besi pada Material Magnetik Pasir Besi Lansi Lowo*. Jurnal Tekno Sains, 1(6):11.

- Pratiwi, Y., Ramli dan Ratnawulan, 2017. *Pengaruh Waktu Milling Terhadap Struktur Kristal Magnetite (Fe_3O_4) Berbahan Dasar Mineral Vulkanik Dari Gunung Talang Sumatera Barat*. Jurnal Pillar, 1(10):103
- Rianna, M., Sembiring, T., Situmorang, M., Kurniawan, C., Setiadi, E. A., Tetoko, A. P., Simbolon, S., Ginting, M dan Sebayang, P., 2018. *Preparation And Characterization Of Natural Iron Sand From Kata Beach, Sumatera Barat Indonesia With High Energy Milling (HEM)*. Jurnal Natural, 2(18):2.
- Rifai, H., Erni dan Irvan, M., 2010. *Ekstraksi Magnetik Pada Methanol Soap Bathed Muds*. Jurnal Penelitian Sains, 1(14):25.
- Rosanti, S. D dan Puryanti, D., 2015. Pengaruh temperatur terhadap ukuran partikel Fe_3O_4 dengan template PEG-2000 menggunakan metode kompresifitas. Jurnal Ilmu Fisika, 1(7):40.
- Sarimai, Ratnawulan, Ramli dan Ahmad F., 2016. *Pengaruh Waktu Milling Terhadap Ukuran Butir Fosterite (Mg_2Si_4), Mineral Serpentin Dari Kabupaten Solok Selatan*. Jurnal Pillar Of Physics, 1(8):66.
- Suryanarayana, C., 2001. *Mechanical Alloying and Milling*. New York : Taylor and Francis Group.
- Septian, F., Susanti, N., Arsyad, F. S dan Johan, A., 2018. *Time milling influence on the size of the Lemabang iron sand powder synthesized by using high energy milling method*. Journal Of Physics, 1(1092):7.
- Setyaningsih, N. E., Muttaqin, R dan Mar'ah, I., 2017. *Optimalisasi Waktu Pelapisan Emas Palladium pada Bahan Komposit Alam Untuk Karakterisasi Morfologi dengan Scanning Electron Microscopy (SEM) Energy dispersive x-ray spectroscopy (EDX)*. Jurnal Physics Communication, 1(2):37.
- Silaban, D. M., Erwin, Yanuar dan Malik, U., 2012. *Sifat Magnetik Endapan Pasir Besi Pantai Kota Pariaman Sumatera Barat*. Jurnal Fakultas Teknik Universitas Pasir Penngaraian, 2(8):19.
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, Dimyati, A., 2015. *Studi Scanning Electron Micsroscopy (SEM) Untuk Karakterisasi Proses Oxidasi Paduan Zirkonium*. Jurnal Forum Nuklir (JFN), 2(9):45.
- Suminta, S., 2003. *Simulasi Pola Difraksi Sinar X Berbagai Jenis Mineral Zeolit Alam Dengan Program Rietan*. Jurnal Zeolit Indonesia, 1(2):46.

- Susilawati, Doyan, A., Taufik, M., Wahyudi, Gunawan, E. R., Kosim, Fithriyani, A., Khair, H., 2018. *Identifikasi Kadungan Fe Pada Pasir Besi Alam Di Kota Mataram*. Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi, 1(4):19.
- Tamuntuan, G., Tongkukut, S., dan Pasau, G., 2017. *Analisis Susepibilitas dan Hiteresis Magnetik Pada Endapan Pasir Besi Di Sulawesi Utara*. Jurnal MIPA UNSRAT, 6(2):107.
- Wahyuningsih, K., Marwoto, P dan Sulhadi, 2013. *Konduktivitas dan Transmitansi Film Tipis Zinc Oxide yang Dideposisikan Pada Temperatur Ruang*. Unnes Physics Journal, 2(1):39.
- Wardani, A. P., 2010. *Pembuatan Simulasi Intensitas Total Sinar-X Terdifraksi Untuk Menghitung Presentase Fasa dan Fraksi Volume Dalam Campran Unsur Si dan Ni*. Skripsi, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Widianto, E., Kardiman dan Triandi, R., 2018. *Karaterisasi Pasir Besi Alam Pantai Samudera Baru dan Pemanfaatanya Sebagai Filler pada Sistem Penyaringan Elektromagnetik*. Jurnal Riset Sains dan Teknologi, 1(2):17.