

**ANALISIS KANDUNGAN FASA, SIFAT MAGNETIK DAN SIFAT ELEKTRIK DARI
LANTHANUM MANGANIT TERSUBSTITUSI STRONTIUM YANG DISINTER PADA
TEMPERATUR 1200°C SEBAGAI SENSOR MAGNETIK**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Sains bidang Fisika



OLEH :

FATMA HUSAINI

NIM.08021181722011

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KANDUNGAN FASA, SIFAT MAGNETIK DAN SIFAT ELEKTRIK DARI
LANTHANUM MANGANIT TERSUBSTITUSI STRONTIUM YANG DISINTER PADA
TEMPERATUR 1200°C SEBAGAI SENSOR MAGNETIK**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Sains bidang Fisika

Oleh :

FATMA HUSAINI

NIM.08021181722011

Indralaya, Januari 2024


Pembimbing I



Dr. Ramlan

NIP. 196604101993031003

Pembimbing II



Dr. Jan Setiawan, S.Si, M.Si

NIP. 198006212003121002

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Fisika
Universitas Sriwijaya**



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

NIP. 197009101994121001

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

**ANALISIS KANDUNGAN FASA, SIFAT MAGNETIK DAN SIFAT ELEKTRIK DARI
LANTHANUM MANGANIT TERSUBSTITUSI STRONTIUM YANG DI SINTER PADA
TEMPERATUR 1200°C SEBAGAI SENSOR MAGNETIK**

SKRIPSI

Oleh:

FATMA HUSAINI

08021181722011

Telah dipertahankan didepan penguji dan dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal

31 Juli 2024

Pembimbing

1. Dr. Ramlan

NIP. 196604101993031003

2. Dr. Jan Setiawan, S.Si, M.Si

NIP. 198006212003121002

Penguji

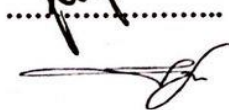
1. Dr. Akmal Johan, M.Si

NIP. 197312211999031003

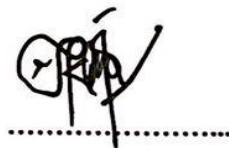
2. Dr. Netty Kurniawati, M.Si

NIP. 197201031997022002

Tanda Tangan



.....



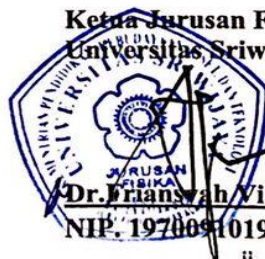
.....



.....

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Fisika
Universitas Sriwijaya**



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

NIP. 197009101994121001

PERNYATAAN ORISINILITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, Mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya:

Nama : Fatma Husaini

Nim : 08021181722011

Judul TA : Analisis Kandungan Fasa, Sifat Magnetik dan Sifat Elektrik dari Lanthanum Manganit yang Tersubstitusi Strontium yang di Sinter pada Temperatur 1200°C Sebagai Sensor Magnetik.

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas dan mengikuti etika penulisan karya tulis ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di program studi Fisika Universitas Sriwijaya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari terdapat kesalahan atau keterangan palsu dalam surat pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.

Indralaya, 31 Juli 2024

Yang menyatakan,



Fatma Husaini

NIM.08021181722011

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunianya Skripsi ini dapat dibuat untuk melengkapi persyaratan kurikulum di jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang akan dilaksanakan di Di Pusat Riset Material Maju Badan Riset dan Inovasi Nasional (PRMM-BRIN), Kawasan PUSPITEK Serpong, Tangerang Selatan. Sehubungan dengan ini, perkenankalah penulis untuk menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu saya tercinta Asnawati dan keluarga besar Malian yang secara tulus memberikan do'a, banyak memberi dukungan moril dan material selama ini.
2. Bapak Dr. Ramlan selaku dosen pembimbing I yang senantiasa selalu membimbing penulis, memberi dukungan, semangat, motivasi, serta bantuannya kepada penulis.
3. Bapak Dr. Jan Setiawan, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing II memberi semangat dan motivasi serta membimbing penulis dalam pengambilan dan pengolahan data kepada penulis.
4. Dinda Tihera selaku rekan penelitian sekaligus menjadi support system penulis selama mengerjakan Skripsi.
5. Diani Oktara Putri selaku teman sekaligus rekan di Fisika FMIPA UNSRI 2017 yang senantiasa memberikan insipasi, dukungan dan motivasi kepada penulis.
6. Teman-teman terdekat penulis, Melia Fatma Dewi, Ayu Puspita Dewi, Dwi Nabillah, Septi Ambar Wati, Ayu Wahyuni, Allan Saputra, Dian Wahyu Samudra, Deni Adrian dan Satria Sinabutar yang selalu ada disetiap suka maupun duka, memberikan dukungan, motivasi serta semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari sempurna yang disebabkan karena keterbatasan pengetahuan dimiliki oleh penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan bantuan berupa kritik dan saran yang sifatnya membantu dan membangun dalam

menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis sangat berharap kiranya skripsi ini dapat diterima oleh pihak instansi kemudia tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih atas izin dan kesempatan yang telah diberikan oleh instansi kepada penulis.

Indralaya, Juli 2024

Penulis

Fatma

Husaini

NIM.08021

181722011

**ANALISIS KANDUNGAN FASA, SIFAT MAGNETIK DAN SIFAT
ELEKTRIK DARI LANTHANUM MANGANIT TERSUBSTITUSI
STRONTIUM YANG DISINTER PADA TEMPERATUR 1200°C SEBAGAI
SENSOR MAGNETIK**

**Fatma Husaini
08021181722011**

ABSTRAK

Dalam penelitian ini dipelajari rekayasa struktur material komposit berbasis lanthanum manganit, yang dimulai dengan mensintesis material $\text{La}_{(1-x)}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ (LaMnO) yang tersubstitusi strontium (Sr) dengan menggunakan metode *milling* yang disinter pada temperatur 1200°C. lalu dilanjutkan pada sintesis material $\text{La}_{(1-x)}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ ($x= 0.0, 0.1, 0.3, \text{ dan } 0.5$). sampel dikarakterisasikan dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) menunjukkan bahwa fasa yang terbentuk dalam sampel, tetapi muncul fasa lain yang ditandai dengan adanya puncak difraksi. *Scanning Electron Microscope* (SEM) mendapatkan informasi morfologi dan informasi komposisi kristalogi, menunjukkan persebaran butir yang merata dan mempunyai ukuran yang berbeda. *Vibrating sample Magnetometer* (VSM) mengetahui besaran besaran sifat magnet sebagai akibat perubahan medan magnet luar yang digambar dalam kurva histeresis dan LCR memperoleh nilai resistansi dari serbuk yang di doping Sr supaya dapat mengetahui nilai konduktivitas serbuk.

Kata kunci : LaMnO , Milling, Sintering, Struktur Kristal, Sifat Magnetik, Sifat Elektrik, Sensor Magnetik.

Indralaya, Juli 2024

Menyetujui,

Pembimbing I

Dr. Ranlan

NIP. 196604101993031003

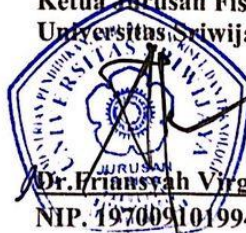
Pembimbing II



Dr. Jan Setiawan, S.Si, M.Si

NIP. 198006212003121002

Ketua Jurusan Fisika
Universitas Sriwijaya



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

NIP. 197009101994121001

ANALYSIS OF PHASE CONTENT, MAGNETIC AND ELECTRICAL PROPERTIES OF STRONTIUM-SUBSTITUTED LANTHANUM MANGANITE SINTERED AT 1200°C AS A MAGNETIC SENSOR

Fatma Husaini

08021181722011

ABSTRACT

In this research, the structural engineering of lanthanum manganite-based composite materials was studied, which began by synthesizing $\text{La}_{(1-x)}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ (LaMnO) material substituted with strontium (Sr) using a sintered milling method at a temperature of 1200°C. then proceed to the synthesis of the $\text{La}_{(1-x)}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ material ($x= 0.0, 0.1, 0.3, \text{ and } 0.5$). The sample was characterized using X-Ray Diffraction (XRD) showing that a phase was formed in the sample, but another phase appeared which was characterized by the presence of a diffraction peak. Scanning Electron Microscope (SEM) obtains morphological information and crystallogical composition information, showing that the grains are evenly distributed and have different sizes. Vibrating sample Magnetometer (VSM) determines the magnitude of the magnetic properties as a result of changes in the external magnetic field which are depicted in the hysteresis curve and LCR obtains the resistance value of the Sr-doped powder so that it can determine the conductivity value of the powder.

Keywords: LaMnO, Milling, Sintering, Crystal Structure, Magnetic Properties, Electrical Properties, Magnetic Sensors.

Indralaya, Juli 2024

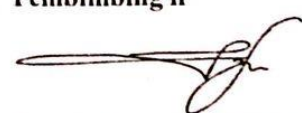
Menyetujui,

Pembimbing I


Dr. Raman

NIP. 196604101993031003

Pembimbing II


Dr. Jan Setiawan, S.Si, M.Si

NIP. 198006212003121002

Ketua Jurusan Fisika
Universitas Sriwijaya


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

NIP. 197609101994121001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Perovskite Manganit	5
2.2 Faktor Toleransi <i>Goldschmidt</i>	5
2.3 Karakteriasi material.....	6
2.3.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	6
2.3.2 <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> (VSM).....	7
2.3.3 <i>Scanning Electron Microscipe</i> (SEM).....	8
2.3.4 LCR.....	10
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	11
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	11
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	12
3.2.1 Alat	12

3.2.2 Bahan Penelitian	13
3.3 Diagram Alir Penelitian	14
3.4 Prosedur Penelitian	15
3.4.1 Proses Persiapan Alat dan Bahan.....	15
3.4.2 Preparasi Sampel.....	14
3.4.3 Proses Penimbangan	15
3.4.4 Proses Pencampuran Bahan	15
3.4.5 Proses Pencetakan Sampel.....	16
3.4.6 Proses <i>Sintering</i>	16
3.4.7 Karakterisasi Uji Sampel	16
3.4.7.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	16
3.4.7.2 <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> (VSM).....	17
3.4.7.3 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	17
3.4.7.4 LCR.....	17
3.5. Komposisi Kimia $\text{La}_{(1-x)}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ dengan teknik <i>milling</i>	17
BAB 4 HASIL DAN PEMBASAN.....	18
4.1 Hasil Karakterisasi X-Ray Diffraction (XRD).....	18
4.2 Hasil Karakterisasi Vibrating Sample Magnetometer (VSM).....	18
4.3 Hasil Karakterisasi LCR.....	20
4.4 Hasil Karakterisasi Scanning Electron Microscope (SEM)	21
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	23
5.1 Kesimpulan.....	23
5.2 Saran	23

DAFTAR PUSTAKA.....	25
LAMPIRAN.....	26
LAMPIRAN ALAT DAN BAHAN	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja VSM.....	7
Gambar 2.2 Kurva Histerisis.....	8
Gambar 2.3 Blok Diagram SEM.....	10
Gambar 4.1 . gabungan pola difraksi sinar-x $\text{La}_{(1-x)}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ ($x = 0.0, 0.1, 0.3,$ dan 0.5).....	18
Gambar 4.2 Karakterisasi VSM.....	19
Gambar 4.3 Cole Graph LaSrMnO	21
Gambar 4.4 Hasil Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) sampel LaSrMnO dengan perbesaran 10.000 kali dengan nilai $x = 0.0, 0.1, 0.3,$ dan 0.5	22

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Bahan Senyawa.....	13
Tabel 3.2 Komposisi Kimia $\text{La}_{(1-x)}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ dengan teknik <i>milling</i>	17

DAFTAR SINGKATAN

SEM : *Scanning Electron Microscope*

VSM : *Vibrating Sample Magnetometer*

XRD : *X-Ray Diffraction*

EIS : *Electrochemical Impedance Spectroscopy*

HEM : *High Energy Milling*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perovskit manganit yakni salah satu rekayasa material yang bisa menciptakan fenomena fisika semacam transformasi structural kristal, transfer electron, bahkan sifat magnetic (Faruqi, M. U., dkk, 2020). Manganit merupakan material multifungsi yang banyak digunakan baik dalam teknologi maupun perangkat. Dalam artikel ini, prospek baru penggunaannya sebagai nanopartikel untuk berbagai jenis aplikasi diperlihatkan. Untuk itu, nanopowder feromagnetik $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ telah disintesis dengan metode sol-gel yang dilanjutkan dengan annealing pada suhu 1200°C . Struktur kristal, komposisi fasa dan morfologi nanopartikel serta sifat magnetik, magnetothermal dan elektrokatalitik telah dipelajari secara komprehensif. Ukuran kritis status superparamagnetik, domain tunggal, dan multidomain telah ditentukan. Telah ditetapkan bahwa kisaran suhu sifat magnetokalorik yang sangat luas dikaitkan dengan kontribusi tambahan terhadap efek magnetokalorik dari nanopartikel superparamagnetik. Nilai maksimum daya kerugian spesifik diamati di daerah histeresis relaksasi dekat suhu transisi fase magnetik. Hasil kerja magnetokalori dan elektrokatalitik menunjukkan prospek untuk memperoleh kemungkinan mengubah rezim suhu elektrokatalisis menggunakan pemanasan atau pendinginan tanpa kontak. Komposisi perovskit lantanum strontium $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ sangat menarik untuk penelitian, karena ia memiliki salah satu feromagnetik tertinggi (FM) (Wei, Z., dkk, 2012).

Dibandingkan dengan oksida manganit perovskit induknya, oksida manganit perovskit yang didoping tanah jarang dengan komposisi kimia $\text{Ln}_x\text{A}_{1-x}\text{MnO}_3$ (di mana Ln mewakili unsur logam tanah jarang seperti La, Pr, Nd, A adalah unsur logam alkali tanah divalen seperti Ca, Sr, Ba) menunjukkan sifat kelistrikan yang sangat beragam karena doping tanah jarang menyebabkan perubahan keadaan valensi mangan yang memainkan peran inti dalam sifat transportasi (Xia, W., dkk, 2020). Secara umum, rumus kimia *perovskite manganite* adalah AMnO_3 , salah satu contohnya *perovskite manganites* yakni LaMnO_3 , yang memperlihatkan sifat feromagnetik Ketika Mn mempunyai valensi relative dari 3. Perovskite magnetik nantinya mempunyai ion mangan dengan valensi yang berbeda Ketika site A diisi atom trivalent tmenunjukkan sifat feromagnetik saat site mangan (Mn) memiliki nah jarang, contoh La yang terbentuk dari $\text{Sr}_{2+}\text{Mn}_{4+}\text{O}_3$ $2-$, sehingga Ketika perovskite manganite yang tercipta nantinya terdapat 2 Mn dengan valensi berbeda yakni Mn_{3+} dan Mn_{4+} (Widyaiswari, U., dkk, 2016).

Karakterisasi dengan VSM dilaksanakan agar memperoleh keterangan terkait besaran sifat magnetic sebagai akibat transformasi medan magnet luar yang dijelaskan pada kurva histerisi. Hasil karakterisasi VSM memperlihatkan lapisan tipis dilakukan agar memperoleh info terkait besaran sifat magnetic sebagai akibat transformasi medan magnet magnet hasil elektrodeposisi bersifat paramagnet, baik dalam larutan elektrolit tanpa *ethylene glycol* ataupun larutan elektrolit yang ditetesi *ethylene glycol* (Tebriani, S., 2019). Hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), dan karakterisasi LCR. Teknik karakterisasi konvensional yang basis terhadap Panjang gelombang 650 nm ke atas. Semacam mikroskop optic terhadap analisis metalograf tidak mempunyai resolusi yang cukup dalam memperoleh keterangan ilmiah yang diinginkan. Maka dibutuhkan cara identifikasi bahkan karakteris lain yang bisa memberikan resolusi yang besar yang kemudian bisa mendukung penglihatan bagi berbagai peneliti agar bisa mencermati apa yang terjadi didalam bahkan area interface diantara bahan melalui lapisan oksida secara jelas ataupun bahkan dengan in-situ. Untuk kebutuhan itu, (SEM) dimengerti kedalam Teknik yang tepat yang di terima bahkan dianggap oleh komunitas material, ini disimbolkan dengan diberikan reward nobel pada berbagai penemu, Ernst Ruska serta Max Knoll (Sujatno, A., dkk, 2015).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh substitusi ion Sr pada kandungan fasa, sifat magnetik serta sifat elektrik dari bahan LaSrMnO_3 ? ($x = 0.0, 0.1, 0.3, 0.5$)
2. Bagaimana Pengaruh suhu sintering 1200°C sebagai sensor magnetik terhadap kandungan fasa, sifat magnetik dan sifat elektrik dari LaSrMnO_3 ? ($x = 0.0, 0.1, 0.3, 0.5$)

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan dan menganalisa pengaruh Strontium substitusi ion Sr terhadap kandungan fasa, sifat magnetik dan sifat elektrik dari bahan LaSrMnO_3
2. Menentukan dan menganalisa pengaruh suhu *sintering* 1200°C sebagai sensor magnetik terhadap kandungan fasa, sifat magnetik dan sifat elektrik dari LaSrMnO_3

1.4 Batasan Masalah

1. metode sintesis sampel menggunakan metode *milling*
2. sampel yang dibuat Memiliki senyawa LaSrMnO_3 dengan besar substitusi $x = 0.0, 0.1, 0.3, 0.5$
3. Analisis Struktur Kristal bahan LaSrMnO_3 menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)*, untuk mengetahui sifat magnet dalam bahan LaSrMnO_3 menggunakan *Vibrating Sample Magnetometer (VSM)*, kemudian untuk mengamati struktur mikroskopis dan permukaan material pada bahan LaSrMnO_3 menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)* dan untuk mengukur sifat kelistrikan menggunakan LCR.
4. Suhu *sintering* : 1200°C

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini bermanfaat sebagai mengkaji keilmuan mengenai pengaruh substitusi ion Sr terhadap kandungan fasa, sifat magnetik dan sifat elektrik dari bahan LaSrMnO_3 ($x = 0.0, 0.1, 0.3, 0.5$) sehingga dapat menambah wawasan untuk peneliti dan juga seluruh pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Bartel, C.J, Sutton.C, Goldsmith, B.R, Ouyang. R, Musgrave, C. B, Ghiringhelli, L. M, & Scheffler. M, (2019). New Tolerance Factor to Predict the Stability Of Perovskite Oxides and Halides. *Science Advances*, Research Article, 1. <https://science.org/doi/10.1126/sciadv.a4vo693>.
- Ben Jemma. F, Mahmood. S, Ellouze. M, Hlil, E. K, & Halouani. F, Structural, Magnetic, and Magnetocaloric Studies Of $\text{La}_{0.67}\text{Ba}_{0.22}\text{Sr}_{0.22}\text{Mn}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ Manganites. *Springer Science+Business Media York*, 2. <https://doi/10.1007/s10853-014-8621-5>.
- Choura-Maatar. S, M'nassri. R, Cheikhrouhou-Koubaa. W, Koubaa. M, Cheikhrouhou. A, & Hlilc. E, (2017). Role Of Lanthanum Vacancy On the Structural, magnetic and Magnetocaloric Properties In the Lacunar Perovskite Manganites $\text{La}_{0.8-x}\text{Na}_{0.2}\text{MnO}_3$ ($0 \leq x \leq 0.15$). 50347. *Royal Society Of Chemistry*. <https://doi/10.1039/c7ra08610e>.
- Faruqi, M. U, Thahjono. A, Saptari, S. A, (2020). Analisis Srstruktur dan Sifat kemagnetan Material Komposit Perovskite Manganit $\text{Nd}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3/\text{ZnO}$. *Journal Of Material Science, Geophysics*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.15408/fiziya.v3il.16158>.
- Khariyati. L, Azzumar. M, Munir. M, & Syahadi. M, (2021). Inductance Validation Of LCR Meter After Recalibration. 4 (2), 164. <https://dx.doi.org/10.31153/instrumentasi/v45i2258>.
- Rani, S. R. A, (2022). Studi Analisis Data Difraksi Sinar-x Pada Material Zircon Pasir Alam Melalui Metode Rietveld. *Jurnal Fisika dan Terapannya*. 9(1), 17. <https://journal.uin-laaluddin.ac.id/index.php/jft>.
- Rizky. F, Saptari, S. A, Tjahjono. A, & Khaerudini, D. S, (2022). Perovskite Manganit Analysis Based on $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{Mn}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ ($x=0, 0.1, 0.2, \text{ and } 0.3$) as Potential Microwave Absorber Material with Sol-Gel Method. *Journal Of Physics: Theories and Applications*, 6 (1). 20-21. <https://doi.org/10.20961/jphystheor.appl>.
- Sujatno. A, Salam. R, Bandriyana, & Dimiyati. A, (2015). Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir*. 9 (2), 45-46. <https://dx.doi.org/10.17146/jfn.20159/3563>.
- Tebriani. S, (2019). Analisis Vibrating Sample Magnetometer (VSM) Pada Hasil Elektrodeposisi Lapisan Tipis Magnetite Menggunakan Aruscontinue Direct Current. *Natural Science Journal*, 5 (1), 722-725. <https://doi/10.15548/nsc.vsil.892>.
- Wei. Z, Pashchenko, A. V, Liedienov, N. A, Zatovsky, I. V, Butento, D. S, Li. Q, Fesych, I. V, Turchenko, V. A, Zubov, E. E, Polynchuck, P. Y, Pogrebnyak, V. G, Poroshin, V. M, & Levchenko, G. G. (2020). Multifunctionality Of Lanthanum-Strontium Manganite Nanopowder. *Royal Society Of Chemistry*, 1 (3), 2. <https://doi/10.1039/d0cp01426e>.
- Widyaiswari. U, Kurniawan. B, Saptari, S. A, (2016). Studi Sifa Magnetik material Perovskite (La, Sr) (Mn, Ni) O_3 . *Jurnal Fisika dan Pendidikan Fisika*, 2 (1), 28. <https://media.neliti.arm/media/publication/132003.id>.
- Xia. W, Pei. Z, Leng. K, & Zhu. X, (2020). Research progress in Rare Earth-Doped Perovskite Manganite Oxide Nanostructures. *Nanoscale Research Letters*, 2. <https://doi.org/10.1186/s11671-019-3243-0>.

Yunasfi, & Mustofa. S, (2010). Efek Perlakuan Mekanik Terhadap Sifat Elektrik Bahan Grafit. Jurnal Sains Material Indonesia, 11 (3), 155. <https://media.neliti.arm/media/publication/132003.id>.