

**STUDI STRUKTUR KRISTAL DAN SIFAT LISTRIK
MATERIAL NANO PEROVSKITE $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$
($x=0.0, 0.1$, dan 0.3) UNTUK APLIKASI SENSOR
KELEMBAPAN**

Skripsi

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Sains**



**Nova Nur Elisa Dewi
1306621028**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

STUDI STRUKTUR KRISTAL DAN SIFAT LISTRIK MATERIAL NANO PEROVSKITE $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$ ($x=0.0, 0.1$, dan 0.3) UNTUK APLIKASI SENSOR KELEMBAPAN

Nama : Nova Nur Elisa Dewi
No. Registrasi : 1306621028

Nama



Tanda Tangan Tanggal

Penanggung Jawab

Dekan : Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si
NIP. 19790916 2005011004

Wakil Penanggung Jawab

Wakil Dekan I : Dr. Meiliasari, S.Pd., M.Sc
NIP. 197905042009122002

12/08/2025

Ketua : Prof. Dr. Mangasi Alion Marpaung,
M.Si
NIP. 195711231987031003

01/08/2025

Sekretaris : Siti Julia, M.Si
NIP. 199205282025062007

31/07/2025

Anggota

Pembimbing I : Prof. Dr. Iwan Sugihartono, M.Si
NIP. 197910102008011018

04/08/2025

Pembimbing II : Prof. Dr. techn. Djoko Triyono, M.Si
NIP. 1968081121995121002

01/08/2025

Penguji : Dr. Anggara Budi Susilo, M.Si
NIP. 196010011992031001

01/08/2025

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal 25 Juli 2025.

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“STUDI STRUKTUR KRISTAL DAN SIFAT LISTRIK MATERIAL NANO PEROVSKITE $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$ ($x=0.0, 0.1$, dan 0.3) UNTUK APLIKASI SENSOR KELEMBAPAN”** yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta adalah karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing.

Sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan dan disebutkan dalam teks skripsi ini, telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Jika dikemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sanding dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, 15 Juli 2025



Nova Nur Elisa Dewi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Nova Nur Elisa Dewi.....
NIM : 1306621028.....
Fakultas/Prodi : FMIPA/Fisika.....
Alamat email : nova.elisad@gmail.com.....

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Studi Struktur Kristal dan Sifat Listrik Material Nano Perovskite $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$ ($x=0.0, 0.1, \text{ dan } 0.3$) untuk Aplikasi Sensor Kelembapan

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 19 Agustus 2025

Penulis

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, dengan memanjatkan segala puji syukur ke hadirat Allah Swt. yang Maha Pengasih dan Maha Memudahkan atas segala rahmat, pertolongan, dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “**Studi Struktur Kristal dan Sifat Listrik Material Nano Perovskite $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$ ($x=0.0, 0.1, \text{ dan } 0.3$) untuk Aplikasi Sensor Kelembapan**”. Penyusunan dan penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains, Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta.

Selama proses penelitian dan penulisan, penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini, penulis berterima kasih kepada semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung memberikan kontribusi, saran, dan masukan selama penyelesaian skripsi ini. Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Iwan Sugihartono, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan atas segala bimbingan, arahan, masukan, serta ilmu pengetahuan yang diberikan, tidak hanya dalam aspek akademik, tetapi juga dalam hal kehidupan, motivasi, nasihat dan amanah yang sangat berharga. Segala dorongan dan kepercayaan yang diberikan telah menjadi penyemangat bagi penulis untuk terus berproses dan menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Bapak Prof. Dr. techn. Djoko Triyono, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan, arahan, masukan, serta kesempatan berharga yang diberikan untuk melakukan penelitian di bidang material perovskite. Ilmu pengetahuan dan wawasan yang diberikan selama proses

penelitian menjadi pengalaman yang sangat berarti dan berkontribusi besar terhadap terselesaikannya skripsi ini.

3. Bapak Dr. Teguh Budi Prayitno, M.Si., selaku Koordinator Program Studi Fisika FMIPA Universitas Negeri Jakarta dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah mengurus sistem akademik, administrasi kemahasiswaan yang sangat baik dan telah mengarahkan, memberikan dukungan dan memperhatikan perkembangan akademik penulis.
4. Bapak dan ibu, selaku orang tua penulis yang telah berjasa dalam kehidupan penulis sampai saat ini. Terima kasih untuk doa dan dukungan yang diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan ini tepat waktu.
5. Sarah Amalia, selaku adik kandung penulis yang telah memberikan dukungan serta semangat untuk menyelesaikan studi ini.
6. Nanda Putri Dewi, sahabat terbaik penulis yang telah menjadi tempat berbagi keluh kesah dan saksi perkembangan penulis dalam menyelesaikan penulisan ini. Terima kasih untuk segala dukungan yang telah diberikan. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan sahabat penulis dengan kesuksesan dan keselamatan. Amiin.
7. Rahma Maulida, selaku rekan kerja dalam penelitian ini. Terima kasih banyak sudah menjadi teman berjuang, keluh kesah, dan memberikan afirmasi positif kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Semoga Rahma selalu dipertemukan dengan hal-hal baik lainnya ya.
8. Teman-teman Perovskite, Kak Rifqi, Kak Nia, Kak Aqif, Kak Bayu, Kak Suida, dan Kak Futu. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas ilmu, bimbingan dan diskusi yang telah diberikan sejak awal memulai riset ini hingga selesai. Tanpa dukungan dan bantuan dari Kakak-kakak sekalian, penulis merasa tidak yakin bisa menyelesaikan penelitian ini dengan baik dan tepat waktu. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan, keikhlasan, dan ketulusan kalian dengan kesuksesan dan keselamatan dimana pun kalian berada. Amiin.

9. Teman-teman satu bimbingan dengan Prof Iwan, Rahma, Nindi, Khansa, Ela, Nadia, Alfi, Indah dan Eza. Terima kasih sudah memberikan semangat selama penelitian ini berlangsung.
10. Aisah, yang telah menjadi teman diskusi penulis sejak semester pertama. Terima kasih atas kebersamaan, cerita, dan dukungan yang telah diberikan selama masa perkuliahan. Semoga segala kebaikan selalu menyertai Aisah dalam setiap langkah dan cita-cita yang diimpikan. Amiin.
11. Teman-teman Fisika UNJ 2021, khususnya teman-teman Fisika A yang telah berbagi pengetahuan, cerita, dan dukungan kepada penulis dalam menempuh perkuliahan dari awal sampai akhir. Semoga sukses selalu untuk kalian semua. Amiin.

Akhir kata, penulis memanjatkan doa semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu, termasuk pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan, karena keterbatasan kemampuan Penulis sehingga masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan dan penyempurnaan penelitian-penelitian selanjutnya.

Jakarta, 15 Juli 2025



Nova Nur Elisa Dewi

ABSTRAK

NOVA NUR ELISA DEWI. Studi Struktur Kristal dan Sifat Listrik Material Nano Perovskite $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$ ($x=0.0, 0.1, \text{ dan } 0.3$) untuk Aplikasi Sensor Kelembapan. Di bawah bimbingan Prof. Dr. Iwan Sugihartono, M.Si., dan Prof. Dr. techn. Djoko Triyono, M.Si.

Pada penelitian ini bertujuan untuk menyintesis dan mengkarakterisasi material nano perovskite $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$ ($x=0.0, 0.1, \text{ dan } 0.3$) sebagai aplikasi sensor kelembapan. Sintesis material nano perovskite $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$ ($x=0.0, 0.1, \text{ dan } 0.3$) telah berhasil dilakukan dan menghasilkan partikel yang homogen. Substitusi Mg ke situs-La dalam struktur LaFeO_3 dilakukan untuk meningkatkan sensitivitas sensor terhadap kelembapan. Karakterisasi sampel dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope- Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX), X-Ray Fluoresensi dan *X-Ray Diffraction* (XRD), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), *Ultra Violet Visible Spectroscopy* (UV – Vis), CKT 5000 LCR Meter digunakan untuk uji pengindraan sensor kelembapan berdasarkan sifat listrik. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa seluruh sampel berfasa tunggal dengan struktur kristal *orthorhombic* dan ruang grup P_{nma} , serta terjadi perubahan parameter kisi akibat substitusi Mg. Peningkatan nilai *bond distance* dan *bond angles* dari hasil karakterisasi XRD dikonfirmasi oleh pengujian FTIR. Karakterisasi morfologi menggunakan SEM-EDX menunjukkan perubahan distribusi dan ukuran partikel, dengan $\text{La}_{0.9}\text{Mg}_{0.1}\text{FeO}_3$ memiliki distribusi partikel yang seragam dan ukuran butir terbesar yaitu 210 nm. Komposisi untuk utama seperti La, Mg, Fe, O terdeteksi dengan baik melalui EDX dan XRF. Hasil karakterisasi UV-Vis menunjukkan penurunan *band gap energy* seiring peningkatan substitusi Mg di situs-La pada LaFeO_3 . Uji listrik dan kapasitansi menunjukkan bahwa ketiga sensor memberikan respons terhadap variasi kelembapan relatif (RH), dengan $\text{La}_{0.9}\text{Mg}_{0.1}\text{FeO}_3$ menunjukkan sensitivitas tertinggi dan histerisis sebesar 7.09% pada frekuensi 50 Hz. Hal ini mengindikasikan jika peningkatan performa sensor kelembapan berhasil dicapai melalui sensor $\text{La}_{0.9}\text{Mg}_{0.1}\text{FeO}_3$ yang menghasilkan struktur, morfologi, sifat optik, dan sifat listrik yang paling optimal.

Kata kunci. LaFeO_3 , Sensor Kelembapan, Substitusi pada situs-A, Sol-gel, Struktur Perovskite.

ABSTRACT

NOVA NUR ELISA DEWI. Study of Crystal Structure and Electrical Properties of Nano Perovskite Material $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$ ($x=0.0, 0.1$, dan 0.3) for Humidity Sensor Applications. Under supervised by Prof. Dr. Iwan Sugihartono, M.Si., dan Prof. Dr. techn. Djoko Triyono, M.Si.

This study aims to synthesize and characterize the nano perovskite material $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$ ($x=0.0, 0.1$, dan 0.3) for potential application in humidity sensors. The materials were successfully synthesized using the sol-gel method, resulting in homogeneous nano-sized particles. Magnesium was substituted at the A-site (La) to enhance the humidity sensitivity of the material. Structural and morphological properties were analyzed using X-ray diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy coupled with Energy Dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDX), X-ray Fluorescence (XRF), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), and UV-Vis spectroscopy. The electrical properties and sensing performance were evaluated using a CKT 5000 LCR meter. XRD analysis confirmed single-phase orthorhombic structures with space group P_{nma} in all samples. Mg substitution influenced the lattice parameters and increased bond distances and bond angles, which were further validated by FTIR spectra. SEM-EDX analysis showed that $\text{La}_{0.9}\text{Mg}_{0.1}\text{FeO}_3$, exhibited the most uniform particle distribution with the largest grain size of 210 nm. The presence of La, Mg, Fe, and O was confirmed through EDX and XRF analyses. UV-Vis analysis revealed a decrease in the optical band gap energy with increasing Mg substitutions at the La-site in LaFeO_3 . Capacitance based humidity sensing tests demonstrated that all compositions responded to changes in relative humidity (RH), with $\text{La}_{0.9}\text{Mg}_{0.1}\text{FeO}_3$ exhibiting the highest sensitivity and a hysteresis value of 7.09% at 50 Hz. These findings indicate that the 0.1 Mg-substituted composition offers the most optimal performance in terms of structure, morphology, optical, and electrical characteristics for humidity sensing applications.

Keywords. LaFeO_3 , Humidity Sensor, A-site Substitution, Sol-Gel, Perovskite Structure.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. Sensor Kelembapan	7
B. Perovskite ABO_3 Tipe Oksida	12
C. Lanthanum Orthoferrite ($LaFeO_3$)	15
D. Substitusi <i>Site-A</i> Perovskite $LaFeO_3$	17
E. Metode Sintesis	19
F. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	22
G. <i>X-Ray Fluoresensi</i> (XRF)	26
H. Roadmap Penelitian	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
A. Tempat dan Waktu Penelitian	31

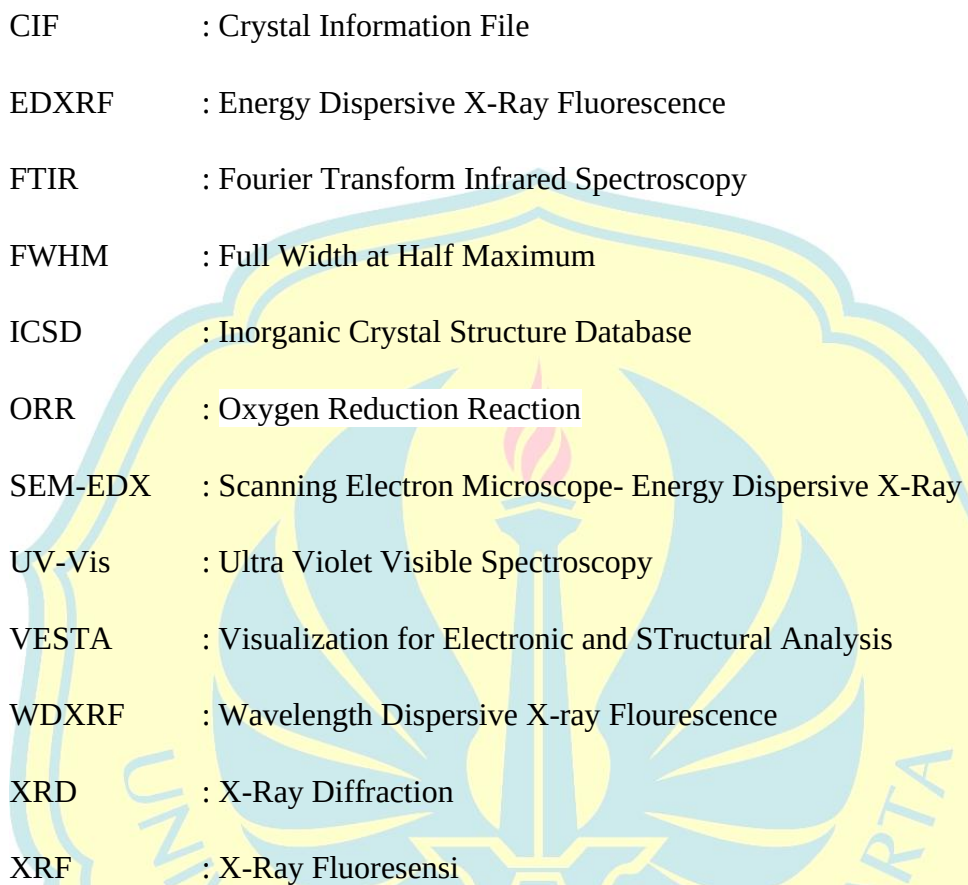
B. Metode Penelitian.....	31
1. Alat dan Bahan	32
2. Prosedur Penelitian.....	33
3. Karakterisasi	35
C. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	37
1. Teknik Pengumpulan Data	37
2. Analisis Data	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
A. Sintesis Perovskite $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$ ($x=0.0, 0.1, \text{ dan } 0.3$)	39
B. Analisis Hasil <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	43
C. Analisis Hasil Karakterisasi <i>X-Ray Fluoresensi</i> (XRF).....	48
D. Analisis Hasil Karakterisasi SEM-EDX	49
E. Analisis Hasil Karakterisasi <i>Ultra Violet Visible Spectroscopy</i> (UV-Vis)	52
F. Analisis Hasil Karakterisasi <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR).....	54
G. Analisis Hasil Pengindraan Kinerja Sensor Kelembapan $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$ ($x = 0.0, 0.1, \text{ dan } 0.3$).....	56
BAB V PENUTUP.....	59
A. Kesimpulan	59
B. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Sintesis material perovskite $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$ ($x=0.0, 0.1$, dan 0.3) ...	71
Lampiran 2. Dokumentasi pengujian penginderaan kinerja sensor material perovskite $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$ ($x=0.0, 0.1$, dan 0.3)	72



DAFTAR SINGKATAN



CIF	: Crystal Information File
EDXRF	: Energy Dispersive X-Ray Fluorescence
FTIR	: Fourier Transform Infrared Spectroscopy
FWHM	: Full Width at Half Maximum
ICSD	: Inorganic Crystal Structure Database
ORR	: Oxygen Reduction Reaction
SEM-EDX	: Scanning Electron Microscope- Energy Dispersive X-Ray
UV-Vis	: Ultra Violet Visible Spectroscopy
VESTA	: Visualization for Electronic and STructural Analysis
WDXRF	: Wavelength Dispersive X-ray Flourescence
XRD	: X-Ray Diffraction
XRF	: X-Ray Fluoresensi