

**ANALISIS STRUKTUR KRISTAL *HIGH ENTROPY ALLOY*  
BERBASIS LANTHANUM MANGANITE (LaMnO<sub>3</sub>)  
MENGUNAKAN METODE RIETVELD**

**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Bidang Studi Fisika**

**Oleh :**

**PUJA MEIRITA**

**08021282126033**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS STRUKTUR KRISTAL *HIGH ENTROPY ALLOY* BERBASIS  
LANTHANUM MANGANITE ( $\text{LaMnO}_3$ ) MENGGUNAKAN METODE  
RIETVELD**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
pada Program Studi Fisika Fakultas MIPA

Oleh :

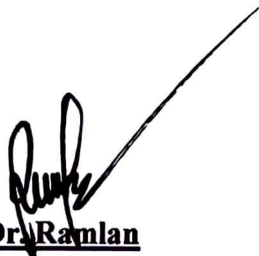
**Puja Meirita**

**NIM. 08021282126033**

Indralaya, Februari 2025

Menyetujui,

**Pembimbing I**



**Dr. Ramlan**

**NIP. 196604101993031003**

**Pembimbing II**



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

**NIP. 198006212003121002**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Fisika**



**Dr. Fransyah Virgo, S.Si., M.T.**

**NIP. 197009101994121001**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Puja Meirita

NIM : 08021282126033

Judul TA : Analisis Struktur Kristal *High Entrophy Alloy* Berbasis Lanthanum Manganite ( $\text{LaMnO}_3$ ) Menggunakan Metode Rietveld

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas, didampingi oleh dosen pembimbing dalam proses penyelesaian serta mengikuti etika penulisan karya ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.

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

Indralaya, 20 Maret 2025

Yang menyatakan



Puja Meirita

NIM. 08021282126033

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan karunia, kesehatan dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini yang berjudul “Analisis Struktur Kristal *High Entrophy Alloy* Berbasis Lanthanum Manganite ( $\text{LaMnO}_3$ ) Menggunakan Metode Rietveld” Ini diselesaikan sebaik-baiknya. Skripsi ini dibuat sebagai tugas akhir yang telah dilaksanakan di Badan Riset dan Inovasi Negara (BRIN), Kawasan Puspitek Serpong, Tangerang Selatan. Proposal tugas akhir ini diajukan dengan tujuan untuk melengkapi persyaratan kurikulum agar dapat memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan serta jauh dari kesempurnaan yang disebabkan oleh keterbatasan wawasan dan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan bantuan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun penulis. Selanjutnya, penulis terima kasih kepada Dr. Ramlan selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Jan Setiawan, S.Si., M.Si selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan nasihat, motivasi, serta bantuannya dalam penelitian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Subhannallahu Wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat dan ridho-Nya yang selalu membimbing setiap langkah penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua serta keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan baik materi maupun do'a kepada penulis.
3. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.T., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S. Si., MT., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Erry Koriyanti, S.Si., M.T selaku pembimbing akademik penulis yang telah memberikan arahan dan saran kepada penulis selama perkuliahan.

6. Bapak dan Ibu Dosen Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini sebaik-baiknya.
7. Bapak Ade Mulyawan, S.Si., M. Eng., Drs. Yunasfi, M.Eng., dan Mashadi, M.Si selaku peneliti yang telah membantu penulis selama melakukan riset di BRIN.
8. Teman-teman seperjuangan selama melakukan riset yang telah memberikan dukungan dan semangat.
9. Almamater Universitas Sriwijaya yang sangat penulis banggakan.
10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah berkontribusi banyak dalam membantu penulis dalam melakukan penelitian maupun kepenulisan skripsi ini.

Demikian, semoga dengan terselesaikan-nya skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan membantu banyak pihak khususnya rekan-rekan mahasiswa Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Indralaya, 20 Maret 2025

Penulis



Puja Meirita

NIM. 08021282126033

**Analisis Struktur Kristal *High Entropy Alloy* Berbasis Lanthanum Manganite  
(LaMnO<sub>3</sub>) Menggunakan Metode Rietveld**

Oleh :

**PUJA MEIRITA**

**NIM. 08021282126033**

**ABSTRAK**

Analisis struktur kristal *High Entropy Alloy* berbasis Lanthanum Manganite (LaMnO<sub>3</sub>) menggunakan metode rietveld dan dilakukan dengan teknik *mechanical milling*. Bahan yang digunakan meliputi La(Fe<sub>0.33</sub>Cu<sub>0.33</sub>Mn<sub>0.33</sub>)O<sub>3</sub> and La(Fe<sub>0.25</sub>Cu<sub>0.25</sub>Mn<sub>0.25</sub>Ni<sub>0.25</sub>)O<sub>3</sub> dengan pelarut etanol. Sampel di milling selama 5 jam, dikeringkan pada suhu 80°C selama 24 jam, dan disintering pada suhu 1100°C selama 5 jam. Karakterisasi dilakukan dengan X-Ray Diffraction (XRD) dan analisis menggunakan metode refinasi Rietveld. Hasil akhirnya menunjukkan kedua material memiliki struktur perovskite dengan perubahan parameter kisi dan sistem kristal akibat substitusi ion, terutama oleh Ni. Pergeseran parameter kisi mencerminkan pengaruh substitusi terhadap volume sel satuan dan dinamika struktur kristal.

**Kata kunci** : High Entropy Alloy; LaMnO<sub>3</sub>; Metode Rietveld; Mechanical Milling

Indralaya, Februari 2025

**Menyetujui,**

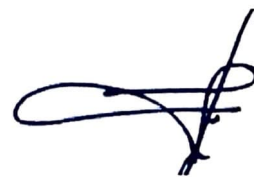
**Pembimbing I**



**Dr. Ramlan**

**NIP. 196604101993031003**

**Pembimbing II**



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

**NIP. 198006212003121002**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Fisika**



**Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.**

**NIP. 197009101994121001**

**Crystal Structure Analysis of Lanthanum Manganite (LaMnO<sub>3</sub>) Based High Entropy Alloy Using Rietveld Method**

**By :**

**PUJA MEIRITA**

**NIM. 08021282126033**

**ABSTRACT**

Crystal structure analysis of Lanthanum Manganite (LaMnO<sub>3</sub>) based High Entropy Alloy using rietveld method and performed by mechanical milling technique. The materials used include La(Fe<sub>0.33</sub>Cu<sub>0.33</sub>Mn<sub>0.33</sub>)O<sub>3</sub> and La(Fe<sub>0.25</sub>Cu<sub>0.25</sub>Mn<sub>0.25</sub>Ni<sub>0.25</sub>)O<sub>3</sub> with ethanol solvent. The samples were milled for 5 hours, dried at 80°C for 24 hours, and sintered at 1100°C for 5 hours. Characterization was performed by X-Ray Diffraction (XRD) and analysis using the Rietveld refinement method. The results show that both materials have a perovskite structure with changes in lattice parameters and crystal system due to ion substitution, especially by Ni. The shift in lattice parameters reflects the effect of substitution on unit cell volume and crystal structure dynamics.

**Keywords:** High Entropy Alloy; LaMnO<sub>3</sub>; Rietveld Method; Mechanical Milling

Indralaya, Februari 2025

**Menyetujui,**

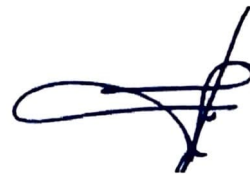
**Pembimbing I**



**Dr. Ramlan**

**NIP. 196604101993031003**

**Pembimbing II**



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

**NIP. 198006212003121002**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Fisika**



**Dr. Fransyah Virgo, S.Si., M.T.**

**NIP. 197809101994121001**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 <i>High Entrophy Alloy</i> .....	5
2.2 Lanthanum Manganite ( $\text{LaMnO}_3$ ) .....	6
2.3 Metode <i>Mechanical Milling</i> .....	8
2.4 XRD (X-Ray Diffraction) .....	10
2.5 <i>Search Match</i> .....	11
2.6 Metode Rietveld .....	12
2.7 Vesta.....	12
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	14
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	14
3.2.1 Alat Penelitian .....	14
3.2.2 Bahan Penelitian.....	15
3.3 Prosedur Penelitian.....	15
3.3.2 Proses <i>Mechanical Milling</i> .....	17
3.3.3 Proses Pengeringan .....	17
3.4 Uji Karakterisasi.....	18
3.5 Pengolahan dan Analisis Data.....	18
3.6 Diagram Alir Penelitian .....	19



<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>20</b>
4.1 Match.....	21
4.2 Hasil Karakterisasi XRD (X-Ray Diffraction).....	23
4.3 Vesta.....	27
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>30</b>
5.1 Kesimpulan .....	30
5.2 Saran.....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>31</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur High Entrophy Alloy.....	5
Gambar 2. 2 Struktur Kristal Lanthanum Manganite ( $\text{LaMnO}_3$ ).....	6
Gambar 2. 3 Hasil XRD Penelitian .....	7
Gambar 2. 4 Hasil XRD Penelitian .....	8
Gambar 2. 5 Proses Mechanical Milling.....	9
Gambar 2. 6 High Energy Milling ( <i>HEM</i> ).....	10
Gambar 2. 7 X-Ray Diffraction (XRD) .....	11
Gambar 4. 1 Hasil Match Pola Difraksi XRD material La ( $\text{Fe}_{0.33}\text{Cu}_{0.33}\text{Mn}_{0.33}$ ) $\text{O}_3$ .....	21
Gambar 4. 2 Hasil Match Pola XRD material La ( $\text{Fe}_{0.25}\text{Cu}_{0.25}\text{Mn}_{0.25}\text{Ni}_{0.25}$ ) $\text{O}_3$ .....	<u>23</u>
Gambar 4. 3 Grafik pola difraksi XRD material La ( $\text{Fe}_{0.33}\text{Cu}_{0.33}\text{Mn}_{0.33}$ ) $\text{O}_3$ dan La ( $\text{Fe}_{0.25}\text{Cu}_{0.25}\text{Mn}_{0.25}\text{Ni}_{0.25}$ ) $\text{O}_3$ .....	<u>25</u>
Gambar 4. 4 Hasil refinement pola difraksi XRD dari material La ( $\text{Fe}_{0.33}\text{Cu}_{0.33}$ $\text{Mn}_{0.33}$ ) $\text{O}_3$ dan La ( $\text{Fe}_{0.25}\text{Cu}_{0.25}\text{Mn}_{0.25}\text{Ni}_{0.25}$ ) $\text{O}_3$ .....	27
Gambar 4. 5 Visualisasi struktur kristal La ( $\text{Fe}_{0.33}\text{Cu}_{0.33}\text{Mn}_{0.33}$ ) $\text{O}_3$ .....	29
Gambar 4. 6 Visualisasi struktur kristal La( $\text{Fe}_{0.25}\text{Cu}_{0.25}\text{Mn}_{0.25}\text{Ni}_{0.25}$ ) $\text{O}_3$ .....	29

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat Penelitian.....	14
Tabel 3. 2 Bahan Penelitian .....	15
Tabel 3. 3 Perhitungan Massa Bahan Dasar Yang Dipakai Untuk Pembuatan Sampel.....	16
Tabel 4. 1 Hasil Match Pola Difraksi XRD material La (Fe <sub>0.33</sub> Cu <sub>0.33</sub> Mn <sub>0.33</sub> ) O <sub>3</sub> .....	22
Tabel 4. 2 Hasil Match Pola XRD material La (Fe <sub>0.25</sub> Cu <sub>0.25</sub> Mn <sub>0.25</sub> Ni <sub>0.25</sub> ) O <sub>3</sub>	24
Tabel 4. 3 Hasil Analisis Parameter Struktur Sampel La (Fe <sub>0.33</sub> Cu <sub>0.33</sub> Mn <sub>0.33</sub> ) O <sub>3</sub> Dari Pengujian XRD. ....	27
Tabel 4. 4 Hasil Analisis Parameter Struktur Sampel La (Fe <sub>0.25</sub> Cu <sub>0.25</sub> Mn <sub>0.25</sub> Ni <sub>0.25</sub> ) O <sub>3</sub> Dari Pengujian XRD. ....	28

## DAFTAR SINGKATAN

LaMnO <sub>3</sub>	= <i>Lanthanum Manganite</i>
HEO	= <i>High Entrophy Oxide</i>
HEAs	= <i>High Entrophy Alloys</i>
MEAs	= <i>Medium Entrophy Alloys</i>
LEAs	= <i>Low Entrophy Alloys</i>
FCC	= <i>Face Centered Cubic</i>
BCC	= <i>Body Centered Cubic</i>
HCP	= <i>Hexagonal Close Packed</i>
XRD	= <i>X-Ray Diffraction</i>
HEM	= <i>High Energy Milling</i>
Mr	= <i>Molaritas</i>
GSAS	= <i>General Structure Analysis System</i>
PDF	= <i>Powder Diffraction File</i>
CIF	= <i>Crystallographic Information File</i>
wRp	= <i>Weighted Profile R-factor</i>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi seperti sekarang ini konsep struktur *High-entropy alloys* (HEAs) telah menarik perhatian luas dalam komunitas ilmiah karena sifat mekaniknya yang luar biasa. *High-entropy alloys* (HEAs) merupakan material yang sangat inovatif, dapat terdiri dari kombinasi unik lima ataupun lebih unsur logam dalam komposisi yang seimbang. Struktur yang seimbang ini memberikan HEAs keuntungan termodinamik yang signifikan, serta memungkinkan pembentukan larutan padat dengan entropi maksimum. Kebebasan desain komposisi unsur yang luas pada HEAs ini memungkinkan pengembangan material dengan stabilitas optimal untuk berbagai aplikasi. Dengan karakteristik seperti ketangguhan patah yang tinggi, memiliki ketahanan terhadap kerusakan akibat pembebanan yang berulang, serta ketahanan yang kuat terhadap korosi, Paduan *High-entropy alloys* (HEAs) menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan perkembangan di berbagai sektor industri (Kwabena dkk, 2018).

Perovskite manganite merupakan salah satu material magnetik yang sangat menarik bagi para ilmuwan karena memiliki sifat fisik yang unik dan kemampuannya untuk mengubah resistansi yang sangat besar. Awalnya, para ilmuwan berpikir bahwa perubahan struktur dan pergerakan partikel bermuatan dalam bahan inilah yang menyebabkan sifat-sifat unik tersebut. Namun, kemudian muncul teori baru yang menyatakan bahwa sifat manganite sebenarnya disebabkan oleh interaksi kuat antara getaran atom dan elektron yang terkait dengan perubahan bentuk struktur Kristal. Perubahan ini bisa berupa distorsi atau perubahan simetri kisi Kristal (Belmabrouk & Alharbi, 2023). Perovskite manganite memiliki potensi yang besar untuk pengaplikasian di berbagai bidang seperti di bidang biomedis, magnetisme, sensor, dan memori. Beberapa metode umum yang biasa digunakan untuk sintesis perovskite manganite termasuk sol-gel, reaktivitas padat, pembakaran otomatis, dan *milling* (penggilingan). Di antara metode tersebut, *milling* dianggap sebagai metode terbaik karena dapat menghasilkan partikel dengan ukuran yang lebih kecil. Kombinasi dari proses sintesis menggunakan

*milling* dan proses pemanasan telah terbukti menghasilkan perovskite manganite dengan kualitas yang baik serta ukuran kristal yang lebih kecil (Setiawan dkk, 2024).

Lanthanum manganite ( $\text{LaMnO}_3$ ) merupakan salah satu jenis material yang menarik perhatian dan memiliki struktur perovskite. Lanthanum manganite ( $\text{LaMnO}_3$ ) merupakan jenis material bahan anorganik yang menarik karena kemampuannya mengatur kadar oksigen dengan presisi. Material ini memiliki struktur perovskite ( $\text{ABO}_3$ ), dimana A biasanya terdiri dari unsur tanah jarang dan B terdiri dari unsur logam transisi. Lanthanum manganite ( $\text{LaMnO}_3$ ) dapat meningkatkan sifat optik, kimia, magnetik, dan listrik dengan mensubstitusi unsur lain ke dalam strukturnya (Sfirloag dkk, 2018). Lanthanum manganite ( $\text{LaMnO}_3$ ) adalah material perovskite dengan sifat antiferromagnetik di mana momen magnetik atom-atom penyusunnya saling berlawanan arah. Interaksi magnetik yang mendasarinya adalah supereksternal yang dimana proses pertukaran elektron melibatkan ion oksigen sebagai perantara. Lanthanum Manganite juga memiliki stabilitas oksigen tinggi dan kemampuan modifikasi sifat melalui proses substitusi. Lanthanum Manganite ( $\text{LaMnO}_3$ ) dikenal sebagai material yang memiliki sifat antiferromagnetik, di mana momen magnetik atom-atom penyusunnya saling berlawanan arah. Dalam kasus ini, ion oksigen nonmagnetik dengan pasangan spin elektron memfasilitasi interaksi antara ion mangan ( $\text{Mn}^{3+}$ ) yang bertetangga. Ketika ditempatkan dalam medan magnet pada suhu kamar,  $\text{LaMnO}_3$  menunjukkan respon magnetik yang sederhana, ditandai oleh kurva histeresis linear atau garis lurus yang mengartikan bahwa material ini tidak mudah termagnetisasi secara permanen pada suhu kamar (Rumiyanti dkk, 2021).

Faktor yang mempengaruhi sifat material perovskite antara lain jenis ion doping, konsentrasi ion doping, dan suhu sintering (Ezaami dkk, 2016). Untuk mengoptimalkan efek dari magnetokalorik dalam material perovskit, banyak teknik yang bisa dilakukan. Salah satunya kita dapat melakukan doping dengan ion spesifik yang memungkinkan manipulasi struktur kristal dan sifat elektronik, sementara inovasi dalam proses produksi berperan penting dalam meningkatkan kinerja material. Doping pada situs B dalam struktur perovskit berdampak

signifikan pada mobilitas pembawa muatan, mengubah keseimbangan antara ion mangan dengan valensi berbeda ( $Mn^{3+}$  dan  $Mn^{4+}$ ), serta menginduksi interaksi supereksternal. Kolaborasi antara interaksi supereksternal dan pertukaran ganda berkontribusi pada perluasan lebar puncak setengah maksimum dan peningkatan kapasitas pendinginan regeneratif. Doping dengan ion nikel merupakan pendekatan yang umum digunakan untuk meningkatkan efisiensi pendinginan relatif melalui modifikasi kerapatan pembawa muatan, yang dipengaruhi oleh perbedaan keadaan valensi antara ion mangan dan nikel (Xu dkk, 2024).

Substitusi Fe pada posisi Mn dalam manganite perovskite dapat mempengaruhi sifat magnetik dan konduktivitas material. Penurunan jumlah elektron yang dapat berpindah dan interaksi pertukaran ganda yang lemah menyebabkan penurunan feromagnetisme dan konduktivitas. (Singh, 2018). Substitusi Cu pada site Mn dalam manganite perovskite telah menjadi fokus utama penelitian karena kemampuannya untuk memiliki dua keadaan valensi ( $Cu^{2+}$  dan  $Cu^{3+}$ ). Keberadaan kedua ion Cu ini dalam struktur kristal mempengaruhi parameter kisi, panjang ikatan, dan sudut ikatan Mn-O, serta mengubah rasio valensi  $Mn^{3+}/Mn^{4+}$ . Perubahan ini berpotensi mempengaruhi jaringan pertukaran ganda yang bertanggung jawab atas sifat magnetik material. Substitusi Cu pada site Mn dalam perovskite manganite mengakibatkan perubahan signifikan pada struktur kristal, terutama pada panjang dan sudut ikatan. Perubahan ini berdampak pada pengurangan lebar pita energi elektron. Ketika terjadi peningkatan kadar Cu, maka suhu Curie dan perubahan entropi magnetik maksimum akan mengalami penurunan (Chebaane dkk, 2018).

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mensintesis material berbasis  $LaMnO_3$  yang di substitusi Fe, Cu, Ni pada Site-B?
2. Bagaimana fasa yang terbentuk pada paduan material  $La (Fe_{0.33} Cu_{0.33} Mn_{0.33}) O_3$  dan  $La (Fe_{0.25} Cu_{0.25} Mn_{0.25} Ni_{0.25}) O_3$  ?
3. Bagaimana pengaruh substitusi Fe, Cu, Ni di Site-B terhadap karakteristik

LaMnO<sub>3</sub> ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui cara mensintesis material berbasis LaMnO<sub>3</sub> yang di substitusi Fe, Cu, Ni pada Site-B
2. Mengetahui dan menganalisis fasa yang terbentuk pada material La (Fe<sub>0.33</sub> Cu<sub>0.33</sub> Mn<sub>0.33</sub>) O<sub>3</sub> dan La (Fe<sub>0.25</sub> Cu<sub>0.25</sub> Mn<sub>0.25</sub> Ni<sub>0.25</sub>) O<sub>3</sub> menggunakan software Match dan GSAS
3. Mengetahui dan menganalisis pengaruh dari substitusi Fe, Cu, Ni terhadap karakteristik LaMnO<sub>3</sub>

### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini dibatasi pada metode sintesis material LaMnO<sub>3</sub> yang disubstitusi dengan Fe, Cu, dan Ni pada Site-B.
2. Analisis fasa terbatas pada material dengan komposisi La (Fe<sub>0.33</sub> Cu<sub>0.33</sub> Mn<sub>0.33</sub>) O<sub>3</sub> dan La (Fe<sub>0.25</sub> Cu<sub>0.25</sub> Mn<sub>0.25</sub> Ni<sub>0.25</sub>) O<sub>3</sub>
3. Karakterisasi sampel yang digunakan adalah X-Ray Diffraction (XRD)

### 1.5 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan substitusi pada material berbasis LaMnO<sub>3</sub> dengan unsur Fe, Cu, dan Ni pada Site-B. Diharapkan hasil penelitian ini akan memberikan pemahaman mendalam tentang fasa yang terbentuk dalam material La (Fe<sub>0.33</sub> Cu<sub>0.33</sub> Mn<sub>0.33</sub>) O<sub>3</sub> dan La (Fe<sub>0.25</sub> Cu<sub>0.25</sub> Mn<sub>0.25</sub> Ni<sub>0.25</sub>) O<sub>3</sub>. Penelitian ini juga akan mengungkap pengaruh dari substitusi unsur Fe, Cu, dan Ni pada Site-B terhadap karakteristik LaMnO<sub>3</sub>. Diharapkan penelitian ini juga dapat bermanfaat untuk pengembangan dan memberikan kontribusi pada kemajuan ilmu material di masa depan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aminatun, Supardi, A., Nisa, Z. I., Hikmawati, D., & Siswanto. (2019). Synthesis of Nanohydroxyapatite from Cuttlefish Bone (*Sepia* sp.) Using Milling Method. *International Journal of Biomaterials*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/1831208>
- Axala, D. L. G. (2022). Analisis Parameter Struktur Kristal Nanokomposit  $\text{Rgo-Tio}_2$  Menggunakan Metode Numerik (Bragg'S Law Dan Williamson-Hall) Dan Metode Rietveld (Maud). 3–3.
- Priyadarshini, B. G. (2022). Mechanical Milling Of Copper Oxide Nanoparticles. <https://doi.org/10.4108/eai.7-12-2021.2314972>
- Rumiyanti, dkk (2021). Structure analysis of electromagnetic waves absorbing material a lanthanum manganite system of. 2–10. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1751/1/012069>
- Belmabrouk, H., & Alharbi, T. (2023). Dielectric properties and conduction mechanism. 0–11. <https://doi.org/10.1080/16583655.2023.2204809>
- Brahlek, M., Gazda, M., Keppens, V., Mazza, A. R., McCormack, S. J., Mielewczyk-Gryń, A., Musico, B., Page, K., Rost, C. M., Sinnott, S. B., Toher, C., Ward, T. Z., & Yamamoto, A. (2022). What is in a name: Defining “high entropy” oxides. *APL Materials*, 10(11). <https://doi.org/10.1063/5.0122727>
- Bunaciu, A. A., Udriștioiu, E. gabriela, & Aboul-Enein, H. Y. (2015). X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 45(4), 289–299. <https://doi.org/10.1080/10408347.2014.949616>
- Chebaane, M., Bellouz, R., Oumezzine, M., Hlil, E. K., & Fouzri, A. (2018). Copper-doped lanthanum manganite  $\text{La}_{0.65}\text{Ce}_{0.05}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{1-x}\text{Cu}_x\text{O}_3$  influence on structural, magnetic and magnetocaloric effects. *RSC Advances*, 8(13), 7186–7195. <https://doi.org/10.1039/c7ra13244a>
- Ezaami, A., Sellami-Jmal, E., Chaaba, I., Cheikhrouhou-Koubaa, W., Cheikhrouhou, A., & Hlil, E. K. (2016). Effect of elaborating method on

- magnetocaloric properties of  $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.2}\text{Ba}_{0.1}\text{MnO}_3$  manganite. *Journal of Alloys and Compounds*, 685, 710–719. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.05.332>
- Kwabena, N., Jeoung, A., Kim, H., & Taek, Y. (2018). High-temperature oxidation behaviour of low-entropy alloy to medium- and high-entropy alloys. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 133(1), 13–26. <https://doi.org/10.1007/s10973-018-6963-y>
- Chebaane, M., Bellouz, R., Hlil, E. K., & Fouzri, A. (2018). *RSC Advances*. 7186–7195. <https://doi.org/10.1039/c7ra13244a>
- Permatasari, I. (2018). Analisis Struktur Mikro Kristal pada Serbuk dan Lapisan Nicral dengan Elemen Reaktif (Si Dan Y) menggunakan Metode Scherrer. *Skripsi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta*, 1–84.
- Puspita, E., Ginting, M., & Ramlan. (2023). Preparation and Characterization of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  from Iron Sand of the Coastal Sea of Cidaun Beach-South Cianjur (Indonesia) using the Co-precipitation Method. *Science and Technology Indonesia*, 8(4), 594–598. <https://doi.org/10.26554/sti.2023.8.4.594-598>
- Putama Mursal, I. L. (2018). Karakterisasi Xrd Dan Sem Pada Material Nanopartikel Serta Peran Material Nanopartikel Dalam Drug Delivery System. *Pharma Xplore: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(2), 214–221. <https://doi.org/10.36805/farmasi.v3i2.491>
- Restiana, S., & Rini, A. S. (2018). *Perovskite Menggunakan Vesta*. 15(01), 46–50. <http://ejournal.unri.ac.id/index.php/JKFI>
- S, P., Poienar, M., Malaescu, I., Lungu, A., Mihali, C. V., & Vlazan, P. (2018). *Electrical conductivity of Ca-substituted lanthanum manganites*. 44(November 2017), 5823–5828. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.01.029>
- Setiawan, J., Budhi, F., Nanto, D., Simbolon, S., & Akbar, H. (2024). *O 3 alloy*. 9(1), 87–93.
- Shobirin, R. A., Masruroh, M., & Tjahjanto, R. T. (2017). Pengembangan Teknik Analisis Pola Difraksi Multifasa dengan Metode Rietveld Refinement: Studi

- Kasus Lapis Tipis PZT. *Natural B*, 4(1), 23–30.
- Sinaga, Z., & Joniwarta, J. (2020). Analisis Ukuran Kristal Dan Sifat Magnetik Melalui Proses Pemesinan Milling Menggunakan Metode Karakterisasi Xrd, Mechanical Alloying, Dan Ultrasonik Tekanan Tinggi Pada Material Barium Hexaferrite (Baf<sub>12</sub>O<sub>19</sub>). *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 5(1), 9–14. <https://doi.org/10.52447/jktm.v5i1.2372>
- Singh, S. (2018). *Structural , magnetic and electrical properties of Fe-doped perovskite Structural , magnetic and electrical properties of Fe-doped perovskite*. 3(August). <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2017.01.154>
- Wieliyani, A., Gusti, I., Sanjaya, M., & Kunci, K. (2019). Pengembangan Model Komposit Dari Graphene Dengan Polietilena Sebagai Bahan Dasar Rompi Anti Peluru Melalui Metode Komputasi Composite Model Development From Graphene With Polyethylene As the Basic Material of Bulletproof Vest Using Computational Methods. *UNESA Journal of Chemistry*, 8(2).
- Wigayati, E. M., Raden, D., & Purawiardi, I. (2015). Analisis Pengaruh Mechanical Milling Menggunakan Planetary Ball Terhadap Struktur Kristal dan Struktur Mikro Senyawa LiBOB. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 16(3), 126–132.
- Yunasfi dan Mustofa, S. (2010). Efek Perlakuan Mekanik Terhadap Sifat Elektrik Bahan Grafit. *Jurnal Sains Material Indonesia*, 3(11) : 155-158.
- Xu, C., Jiang, X., Zou, Z., Xie, Z., Zhang, W., & Feng, M. (2024). Magnetic properties improvement in La<sub>0.67</sub>Sr<sub>0.33</sub>MnO<sub>3</sub> perovskite powder with praseodymium / nickel doping. *Materials Today Communications*, 40(June), 109638. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2024.109638>
- Yu, P. Y., & Cardona, M. (2010). *Graduate Texts in Physics Ch2*.