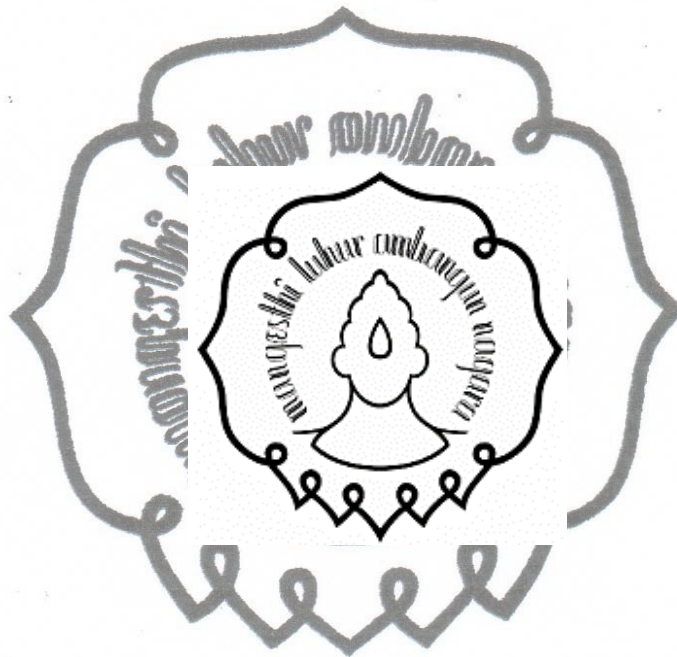


SKRIPSI

EFEK SUHU *SINTERING* TERHADAP SIFAT MIKRO, MORFOLOGI DAN SIFAT LISTRIK PADA PROSES PEMBUATAN *BULK* BARIUM TITANAT (BT) DAN BARIUM STRONTIUM TITANAT (BST) DENGAN METODE *CO- PRECIPITATION* DAN *SOLID-STATE*



Disusun oleh :

**NILA SARIFAH
M0215043**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Agustus, 2019**

SKRIPSI

EFEK SUHU *SINTERING* TERHADAP SIFAT MIKRO, MORFOLOGI DAN SIFAT LISTRIK PADA PROSES PEMBUATAN *BULK* BARIUM TITANAT (BT) DAN BARIUM STRONTIUM TITANAT (BST) DENGAN METODE *CO- PRECIPITATION* DAN *SOLID-STATE*

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**



Disusun oleh :

**NILA SARIFAH
M0215043**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Agustus, 2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**Efek Suhu *Sintering* terhadap Sifat Mikro, Morfologi dan Sifat Listrik pada
Proses Pembuatan *Bulk Barium Titanat (BT)* dan *Barium Strontium Titanat (BST)* dengan Metode *Co-precipitation* dan *Solid-State***

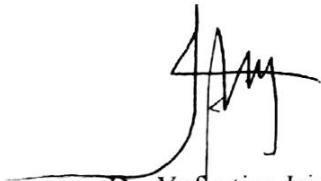
Oleh

Nila Sarifah

M0215043

Telah disetujui oleh

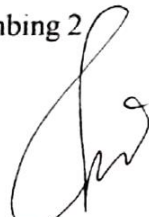
Pembimbing 1



Dr. Yofentina Iriani, S.Si., M.Si
NIP. 197112271997022001

Tanggal : 5/8 /2019

Pembimbing 2



Dr. Eng. Kusumandari, S.Si., M.Si
NIP. 198105182005012002

Tanggal : 5/8 /2019

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul : Efek Suhu *Sintering* terhadap Sifat Mikro, Morfologi dan Sifat Listrik pada Proses Pembuatan *Bulk* Barium Titanat (BT) dan Barium Strontium Titanat (BST) dengan Metode *Co-precipitation* dan *Solid-State*

Yang ditulis oleh :

Nama : Nila Sarifah
NIM : M0215043

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Kamis
Tanggal : 22 Agustus 2019

Dewan Penguji :

1. Ketua Penguji
Dr. Eng. Budi Purnama, S.Si., M.Si
NIP. 197311092000031001
2. Sekretaris Penguji
Khairudin, M.Phil., Ph.D
NIP. 197010181997021001
3. Anggota Penguji I
Dr. Yofentina Iriani, S.Si., M.Si
NIP. 197112271997022001
4. Anggota Penguji II
Dr. Eng. Kusumandari, S.Si., M.Si
NIP. 198105182005012002

.....
.....
.....
.....

Disahkan pada tanggal 11-09-2019
Oleh

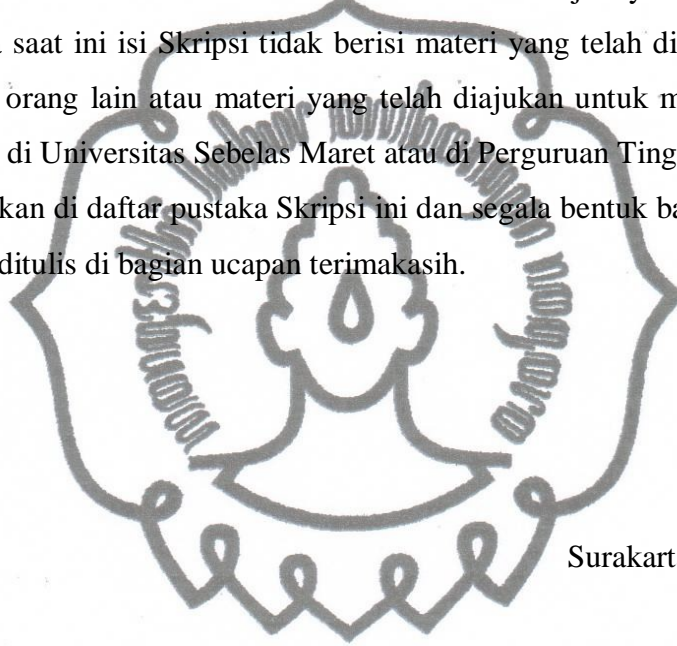
Kepala Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si
NIP. 19690826 199901 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi Intelektual Skripsi saya yang berjudul “EFEK SUHU *SINTERING* TERHADAP SIFAT MIKRO, MORFOLOGI DAN SIFAT LISTRIK PADA PROSES PEMBUATAN *BULK* BARIUM TITANAT (BT) DAN BARIUM STRONTIUM TITANAT (BST) DENGAN METODE *CO-PRECIPIATION* DAN *SOLID-STATE*” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih.



Surakarta, 6 Agustus 2019

NILA SARIFAH

MOTTO

Katakanlah, “Dialah Allah Yang Maha Esa.” Allah adalah tempat bergantung semua urusan. Dia tidak melahirkan dan tidak dilahirkan. Dan tidak ada satupun yang setara dengan-Nya

(QS. Al-Ikhlâs : 1-4)

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kalian dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat, dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan

(Q.S Al-Mujadilah : 11)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain

(QS. Al-Insyirah : 6-7)

Learn from Yesterday, Live for Today and Hope for Tomorrow

(Albert Einstein)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim. Teruntuk yang berjasa di kehidupan saya, maka saya persembahkan hasil kerja keras ini dalam menempuh jenjang S1 ini kepada:

1. Allah SWT, atas kehidupan, kenikmatan, kasih sayang, petunjuk dan segala kemudahan yang diberikan pada hamba sepertiku. Thanks Allah.
2. Rasulullah SAW, atas segala kegigihan dan pengorbanannya dalam berdakwah islam ke penjuru dunia. I love you more than word!
3. Bapak dan Ibu kandungku yang telah menyayangiku, mencintaiku, mendoakanku, menyemangatiku dan membesarkanku hingga saat ini. Semoga kelak anakmu ini dapat membahagiakan Bapak Ibu di dunia dan akhirat.
4. Saudara saudariku Mbak Nindi, Mbak Risa dan Dek Ridho serta semua keluarga besarku yang selalu mensupport ku kapanpun dan dimanapun.
5. Ibu Yofentina tercinta terimakasih banyak atas bimbingan, motivasi, nasihat dan segala bentuk kasih sayang dalam membimbing saya.
6. Ibu Kusumandari tercinta yang telah membimbing dan memotivasi saya dengan baik.
7. Ferroelektrik Squad Mbak Uli, Rainisa, Yuliana, Mbak Bendra, Mbak Rikha, dan Mbak Ayu yang selalu baik, saling bantu dan saling menguatkan satu sama lain. MasyaAllah kalian luar biasa.
8. Pejuang material maju yang selalu strong ngelembur bikin sampel dan saling suport satu sama lain, kalian keren.
9. Keluarga Fisika 2015 yang telah memberikan banyak arti dalam menyayangi dan menguatkan satu sama lain, Love you keluargaku.
10. My ultimate bias Oh Sehun, member EXO lainnya dan EXO-L, yang telah menjadi moodboster dikala suntuk dan jenuh, We are One!
11. Semua orang dan teman-teman dipenjuru manapun, terimakasih banyak atas semangatnya, sungguh berguna bagiku.

Efek Suhu *Sintering* terhadap Sifat Mikro, Morfologi dan Sifat Listrik pada Proses Pembuatan *Bulk* Barium Titanat (BT) dan Barium Strontium Titanat (BST) dengan Metode *Co-precipitation* dan *Solid-State*

NILA SARIFAH

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Material ferroelektrik Barium Titanat (BT) dan Barium Strontium Titanat (BST) dibuat menggunakan metode *Co-precipitation* dan *Solid-state*. Masing-masing sampel disintering pada suhu 900°C, 1000°C, 1100°C dan 1200°C dengan waktu tahan 4 jam untuk mendapatkan sifat mikro, morfologi dan sifat listrik dari sampel. Karakterisasi sampel dilakukan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) yang mendapatkan ukuran kristal dan kristalinitas yang dihasilkan dengan metode *co-precipitation* lebih besar dibandingkan metode *solid-state*. Hasil pada karakterisasi *Scanning Electron Microscopy* (SEM) didapatkan bahwa pada kedua metode menunjukkan porositas semakin berkurang dan ukuran butir yang semakin besar seiring bertambahnya suhu *sintering*. Pola histerisis diukur menggunakan *Sawyer Tower* yang menghasilkan bahwa metode *co-precipitation* lebih besar jika dibanding metode *solid-state*. Pengaruh suhu *sintering* menyebabkan konstanta dielektrik semakin meningkat pada kedua metode, dimana metode *co-precipitation* lebih besar dibanding metode *solid-state*.

Kata Kunci : Barium Titanat, Barium Strontium Titanat, *Co-precipitation*, Ferroelektrik, *Solid-State*, Konstanta dielektrik

The Effect of Temperature Sintering on Microstructure, Morphology and Electrical Properties of Bulk Barium Titanate (BT) and Barium Strontium Titanate (BST) with Co-precipitation and Solid-State Methods

NILA SARIFAH

Physics Department, Faculty of Mathematic and Natural Sciences,
Sebelas Maret University

ABSTRACT

Ferroelectric materials Barium Titanat (BT) and Barium Strontium Titanat (BST) were made using the Co-precipitation and Solid-state methods. Sample was sintered at a temperature of 900°C, 1000°C, 1100°C and 1200°C with a holding time of 4 hours to obtain the micro properties, morphology and electrical properties of the sample. The characterization of samples was carried out using X-Ray Diffraction (XRD) which obtained the crystal size and crystallinity produced by the co-precipitation method was greater than the solid-state method. The results of the characterization of Scanning Electron Microscopy (SEM) found that in both methods the porosity decreases and the grain size increases with increasing sintering temperature. The hysteresis pattern was measured using Sawyer Tower which resulted that the co-precipitation method was greater than the solid-state method. The effect of the sintering temperature causes the dielectric constant to increase in both methods, where the co-precipitation method is higher than the solid-state method.

Keywords: Barium Titanate, Barium Strontium Titanate, Co-precipitation, Ferroelectric, Solid-State, Dielectric Constant

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karunianNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi. Sholawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada Rasulullah SAW sebagai pembimbing seluruh umat manusia.

Skripsi yang penulis susun sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains ini penulis beri Judul “Efek Suhu *Sintering* terhadap Sifat Mikro, Morfologi dan Sifat Listrik pada Proses Pembuatan *Bulk* Barium Titanat (BT) dan Barium Strontium Titanat (BST) dengan Metode *Co-precipitation* dan *Solid-State*”. terselesaikannya Skripsi adalah suatu kebahagiaan bagi saya. Setelah sekitar satu semester penulis harus berjuang untuk menyelesaikan Skripsi ini tepat waktu. Dengan segala suka dan dukanya, pada akhirnya Skripsi ini terselesaikan juga. Kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Skripsi ini penulis ucapkan terima kasih. Atas bantuannya yang sangat besar selama proses pengerjaan Skripsi ini, ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

1. Bapak, Ibu dan keluarga besar, atas doa dan segala bantuannya sejak penulis menjadi mahasiswa hingga akhirnya menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si selaku Kepala Program Studi Fisika Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan arahan dan motivasi untuk penulis.
3. Dr. Yofentina Iriani, S.Si., M.Si selaku pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, saran dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Dr. Eng. Kusumandari, S.Si., M.Si selaku pembimbing 2 yang telah membimbing dan memberi arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis dengan baik sejak menjadi mahasiswa baru hingga menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Dr. Eng. Budi Purnama, S.Si., M.Si atas saran dan motivasi yang telah diberikan dalam penyusunan skripsi.
7. Bapak/ Ibu Dosen Program Studi Fisika Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan banyak ilmu yang sangat bermanfaat untuk penulis.
8. Mbak Win, Mas David, Pak Hari, Pak Ari dan Mbak Ning atas segala kemudahan akses laboratorium, sehingga penulis mampu mengerjakan penelitian untuk skripsi ini.
9. Saudara, sahabat, dan teman-teman saya Fisika Cantik serta Lambe Turah (Rainisa, Parahita, Novita, Laila, Beta, Anggita, Mutiara, Shinta, Yuliana, Firda, Rani) yang setia menemani, mendoakan dan saling mensupport satu sama lain.
10. Keluarga Ferroelektrik (Mbak Uli, Mbak Rikha, Mbak Bendra, Mbak Ayu, Rainisa, Yuliana) yang telah berjuang bersama-sama.
11. Seluruh keluarga Fisika 2015 yang luar biasa dan sangat berharga.

Semoga Allah SWT membalas jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik. Aamiin

Penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penulisan skripsi ini. namun demikian, penulis berharap semoga karya kecil ini bermanfaat

Surakarta, 6 Agustus 2019

Penulis

PUBLIKASI

Sebagian dari skripsi saya yang berjudul “Efek Suhu *Sintering* terhadap Sifat Mikro, Morfologi dan Sifat Listrik pada Proses Pembuatan *Bulk* Barium Titanat (BT) dan Barium Strontium Titanat (BST) dengan Metode *Co-precipitation* dan *Solid-State*” telah dipublikasikan pada *International Conference and Exhibition on Powder Technology Indonesia* pada tanggal 20–21 Agustus 2019.



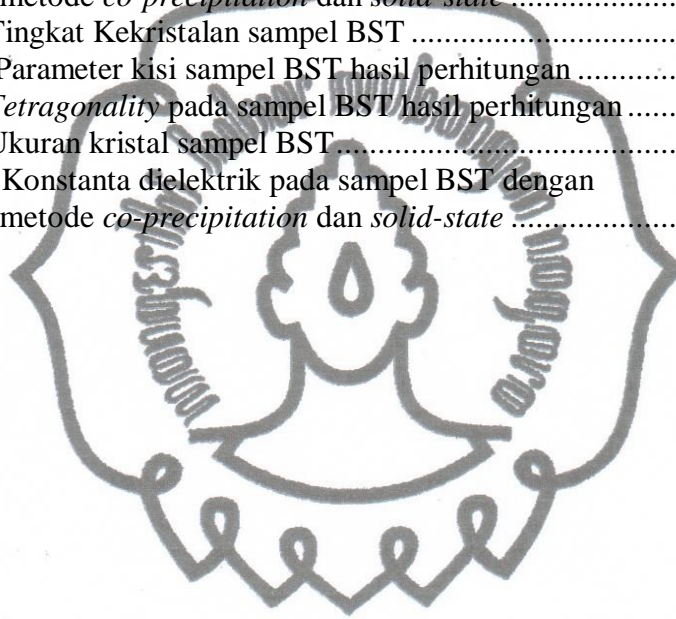
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
HALAMAN ABSTRAK.....	vii
HALAMAN ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
HALAMAN PUBLIKASI.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR SIMBOL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	3
1.3. Perumusan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Material Dielektrik.....	5
2.2. Ferroelektrik.....	6
2.3. Struktur <i>Perovskite</i>	8
2.4. Barium Titanat.....	9
2.5. Barium Strontium Titanat.....	10
2.6. Metode <i>Solid-State</i>	11
2.7. Metode <i>Co-precipitation</i>	13
2.8. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	14
2.9. <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	16
2.10. <i>Sawyer Tower</i>	17

2.11. RLC Meter	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2. Alat dan Bahan	19
3.2.1. Alat yang Digunakan dalam Penelitian	19
3.2.2. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian	20
3.3. Prosedur Penelitian	20
3.3.1. Metode <i>Co-precipitation</i>	21
3.3.2. Metode <i>Solid-State</i>	26
3.4. Teknik Analisis Data	28
3.4.1. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	28
3.4.2. <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	29
3.4.3. <i>Sawyer Tower</i>	29
3.4.4. RLC Meter	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Barium Titanat (BaTiO_3)	31
4.1.1. Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	31
4.1.2. Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	35
4.1.3. Karakterisasi <i>Sawyer Tower</i>	38
4.1.4. Karakterisasi RLC Meter	39
4.2. Barium Strontium Titanat (BaSrTiO_3)	42
4.2.1. Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	42
4.2.2. Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	46
4.2.3. Karakterisasi <i>Sawyer Tower</i>	48
4.2.4. Karakterisasi RLC Meter	49
BAB V KESIMPULAN	53
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Tingkat kekristalan sampel BT	33
Tabel 4.2. Parameter kisi sampel BT hasil perhitungan	34
Tabel 4.3. <i>Tetragonality</i> pada sampel BT hasil perhitungan	34
Tabel 4.4. Ukuran kristal sampel BT	35
Tabel 4.5. Konstanta dielektrik pada sampel BT dengan metode <i>co-precipitation</i> dan <i>solid-state</i>	41
Tabel 4.6. Tingkat Kekristalan sampel BST	43
Tabel 4.7. Parameter kisi sampel BST hasil perhitungan	44
Tabel 4.8. <i>Tetragonality</i> pada sampel BST hasil perhitungan	44
Tabel 4.9. Ukuran kristal sampel BST	45
Tabel 4.10. Konstanta dielektrik pada sampel BST dengan metode <i>co-precipitation</i> dan <i>solid-state</i>	51



DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1. Kapasitor keping sejajar dan arah medan listrik kapasitor keping Sejajar	5
Gambar 2.2. Parameter loop histeresis P-E untuk bahan ferroelektrik	7
Gambar 2.3. Struktur kristal <i>perovskite oxides</i> ABO_3	9
Gambar 2.4. Struktur perovskite Barium Titanat	10
Gambar 2.5. Perubahan struktur mikro pada saat <i>sintering</i>	12
Gambar 2.6. <i>Bragg Diffraction</i>	15
Gambar 2.7. Pola difraksi $Ba_{0.7}Sr_{0.3}TiO_3$ dengan variasi suhu <i>sintering</i> 700°C, 800°C, 900°C dan 1100°C dengan waktu tahan 4 jam	16
Gambar 2.8. Gambar SEM sampel BaFeO metode <i>co-precipitation</i> dengan variasi suhu <i>sintering</i> (a) 800°C (b) 900°C (c) 1000°C (d) 1100°C	17
Gambar 2.9. Rangkaian <i>Sawyer Tower</i>	17
Gambar 2.10. Rangkaian alat RLC Meter	18
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian sampel BT Metode <i>Co-precipitation</i>	21
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian sampel BST Metode <i>Co-precipitation</i>	22
Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian Metode <i>Solid-state</i>	26
Gambar 4.1. Pola difraksi sampel BT dengan variasi suhu <i>sintering</i> 900°C, 1000°C, 1100°C dan 1200°C serta metode (a) <i>Co-precipitation</i> (b) <i>Solid-state</i>	32
Gambar 4.2. Foto SEM sampel BT <i>co-precipitation</i> pada suhu <i>sintering</i> (a) 900°C (b) 1000°C (c) 1100°C (d) 1200°C	36
Gambar 4.3. Foto SEM sampel BT <i>solid-state</i> pada suhu <i>sintering</i> (a) 900°C (b) 1000°C (c) 1100°C (d) 1200°C	37
Gambar 4.4. Kurva Histerisis BT metode <i>co-precipitation</i> pada suhu <i>sintering</i> (a) 900°C (b) 1000°C (c) 1100°C (d) 1200°C	38
Gambar 4.5. Kurva Histerisis BT metode <i>solid-state</i> pada suhu <i>sintering</i> (a) 900°C (b) 1000°C (c) 1100°C (d) 1200°C	39
Gambar 4.6. Grafik hubungan konstanta dielektrik dan frekuensi pada BT dengan suhu <i>sintering</i> 1200°C	40
Gambar 4.7. Grafik hubungan konstanta dielektrik dan suhu <i>sintering</i> pada sampel BT	40
Gambar 4.8. Pola difraksi sampel BST dengan variasi suhu <i>sintering</i> 900°C, 1000°C, 1100°C dan 1200°C serta metode (a) <i>Co-precipitation</i> (b) <i>Solid-state</i>	42
Gambar 4.9. Foto SEM sampel BST <i>co-precipitation</i> pada suhu <i>sintering</i> (a) 900°C (b) 1000°C (c) 1100°C (d) 1200°C	46
Gambar 4.10. Foto SEM sampel BST <i>solid-state</i> pada suhu <i>sintering</i> (a) 900°C (b) 1000°C (c) 1100°C (d) 1200°C	47
Gambar 4.11. Kurva Histerisis BST metode <i>co-precipitation</i> pada suhu	

<i>sintering</i> (a) 900°C (b) 1000°C (c) 1100°C (d) 1200°C.....	48
Gambar 4.12. Kurva Histerisis BST metode <i>solid-state</i> pada suhu <i>sintering</i> (a) 900°C (b) 1000°C (c) 1100°C (d) 1200°C	48
Gambar 4.13. Grafik hubungan konstanta dielektrik dan frekuensi pada BST dengan suhu <i>sintering</i> 1200°C	50
Gambar 4.14. Grafik hubungan konstanta dielektrik dan suhu <i>sintering</i> pada sampel BST	50



DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	KETERANGAN	SATUAN
θ	Sudut Difraksi	Derajat ($^{\circ}$)
d	Jarak antar kisi	\AA
$[h\ k\ l]$	Indeks Miller	-
B	FWHM	-
D	Ukuran Kristal	nm
λ	Panjang Gelombang	\AA dan nm
r	Jari-jari	\AA
a, b, c	Parameter Kisi	\AA
T_c	Temperatur Curiie	-
ϵ	Permetivitas Bahan	nm
ϵ_0	Permetivitas ruang hampa ($8,85 \times 10^{-12}$)	Farad.m $^{-1}$
C	Kapasitansi Kapasitor	Farad
K	Konstanta Dielektrik	
d	Jarak antar keping	m
A	Luas Keping Kapasitor	m 2
P	Polarisasi	C/m 2
V_{rms}	Chi Square	-
h	Konstanta Planck	Js
P_s	Polatisasi Spontan	C/m
P_r	Polarisasi Remanen	C/m
q	Muatan Listrik	Coulomb
E_c	Medan Koersif	Volt/m
r	Jarak antar pusat muatan	m
p	Momen dipol listrik	C/m

