

ADLN PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SIFAT LISTRIK-  
MEKANIK *PIEZOELECTRIC BARIUM TITANATE*  
DENGAN METODE SOL-GEL  
SEBAGAI MATRIKS BAHAN BIOAKUSTIK**

**SKRIPSI**



**WINDA APRILLIANA**

**PROGRAM STUDI S1 FISIKA  
DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2016**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SIFAT LISTRIK-MEKANIK  
PIEZOELECTRIC BARIUM TITANATE  
DENGAN METODE SOL-GEL  
SEBAGAI MATRIKS BAHAN BIOAKUSTIK**

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Fisika  
pada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga


Oleh :  
**WINDA APRILLIANA**  
081113050

Tanggal Lulus :  
26 Januari 2016

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

  
**Jan Adv. S.Si, M.Si**  
NIP. 197201262002121002

  
**Drs. Djoni Izak R., M.Si**  
NIP. 196802011993031004

ii



**LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI**

**Judul** : Sintesis dan Karakterisasi Sifat Listrik-Mekanik  
*Piezoelectric Barium Titanate* dengan Metode Sol-Gel  
sebagai Matriks Bahan Bioakustik  
**Penyusun** : Winda Aprilliana  
**NIM** : 081113050  
**Pembimbing I** : Jan Ady, S.Si, M.Si  
**Pembimbing II** : Drs. Djoni Izak R., M.Si  
**Tanggal Seminar** : 26 Januari 2016

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Jan Adv. S.Si, M.Si

NIP. 19720126 2002121002

  
Drs. Djoni Izak R., M.Si

NIP. 196802011993031004

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Fisika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Airlangga

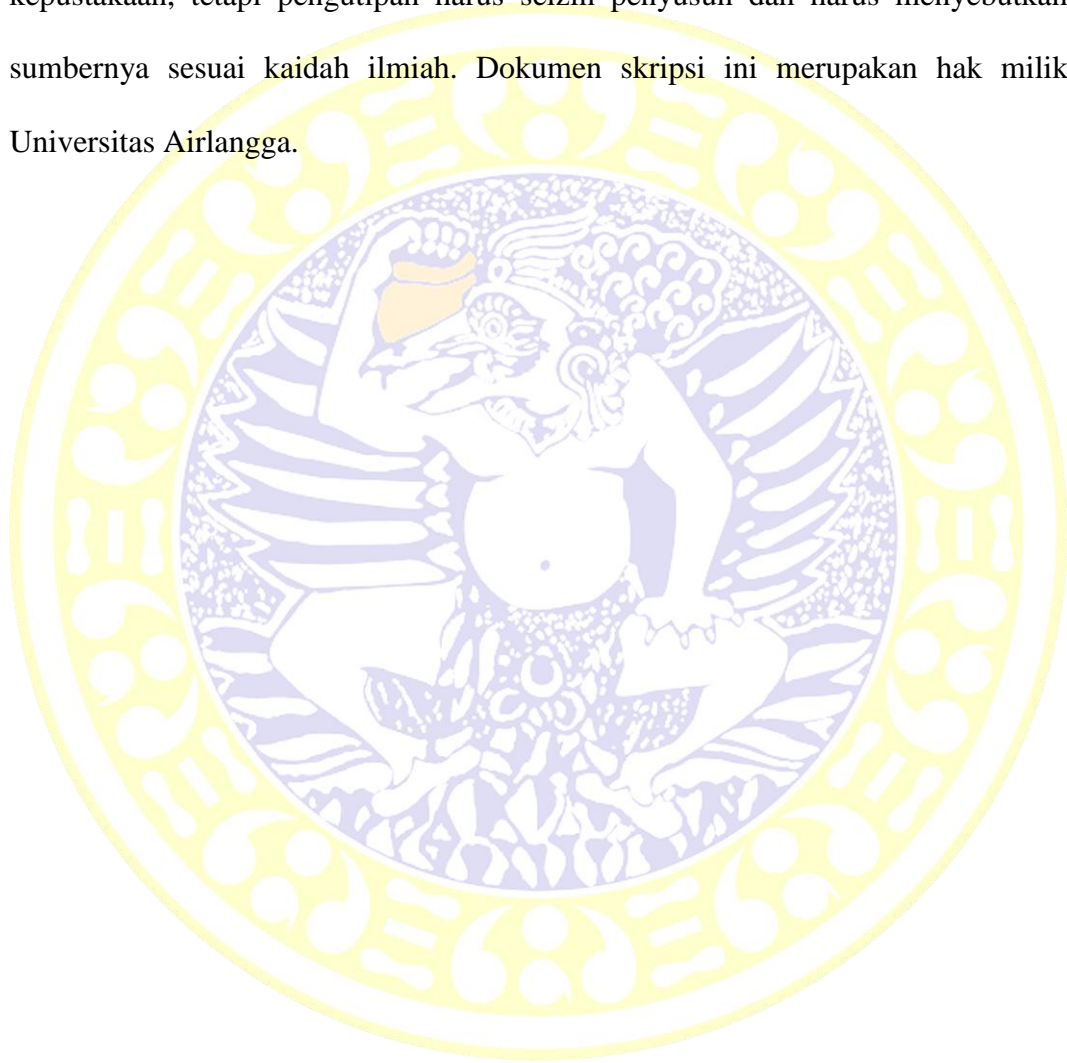
  
Dr. Moh Yasin, M.Si

NIP. 196703121991021001

iii

## PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga. Diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kaidah ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.



**SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS**

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Winda Aprilliana  
NIM : 081113050  
Program Studi : Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi Unair  
Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SIFAT LISTRIK-MEKANIK  
PIEZOELECTRIC BARIUM TITANATE DENGAN METODE SOL-GEL  
SEBAGAI MATRIKS BAHAN BIOAKUSTIK**

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya

Surabaya, 28 Januari 2016



Winda Aprilliana  
081113050

v

v



## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusunan naskah skripsi yang berjudul **“Sintesis dan Karakterisasi Sifat Listrik-Mekanik *Piezoelectric Barium Titanate* dengan Metode Sol-Gel sebagai Matriks Bahan Bioakustik”** dapat terselesaikan dengan baik. Tidak lupa sholawat dan salam tercurahkan pada Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) bidang Fisika di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan naskah proposal ini belum sempurna dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan naskah proposal ini. Semoga apa yang telah direncanakan ini dapat dilaksanakan dengan baik dan memberikan hasil yang bermanfaat.

Surabaya, 16 Desember 2015

Penyusun

Winda Aprilliana

*UCAPAN TERIMA KASIH*

Penyusunan naskah skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya yaitu Papa Bambang Adi Waluyo, S.H, Mama Mirmaningsih, S.H, dan Mbak Lucky Oktarina, S.farm., Apt yang telah memberikan semangat, nasihat, motivasi, dan doa yang tulus. Semoga Allah senantiasa memberikan mereka kebaikan dunia dan akhirat.
2. Bapak Jan Ady, S.Si, M.Si selaku pembimbing I yang banyak memberikan ilmu, pengetahuan, motivasi, semangat, dan saran selama penulisan naskah proposal, proses penelitian, dan penulisan naskah skripsi dengan sabar hingga terselesaikannya naskah skripsi ini.
3. Bapak Drs. Djoni Izak Rudyardjo, M.Si selaku pembimbing II yang telah banyak memberi saran, pengetahuan, bimbingan dan dukungan hingga terselesaikannya naskah skripsi ini.
4. Bapak Drs.Tri Anggono selaku penguji I yang telah memberikan banyak masukan, saran, dan kritik yang membangun sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak Drs. Bambang Suprijanto, M.Si selaku penguji II yang telah memberikan banyak masukan, saran dan kritik yang membangun sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik

6. Seluruh dosen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah banyak memberikan ilmu dan terlibat dalam penyusunan skripsi ini sehingga naskah skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Sahabat dan saudara seperjuangan, Fiona Setyo R yang telah bersama-sama melalui pahit dan manis proses penelitian dan selama perkuliahan hingga wisuda. Sahabat-sahabatku Vetty , Fitri, Farda dan Danti yang telah memberikan support dan kenangan manis selama masa perkuliahan hingga akhir, kalian luar biasa.
8. Umar Fanani, Amd. yang selalu memberikan waktu, dukungan, doa dan kenangan manis selama masa perkuliahan hingga kelak waktu menyatukan kita(Amin)
9. Teman-teman fisika material (Nurul, Meillany, Desy, Tyas, Afif , Tika, Shofwah, Muti, Risa, Ivana, Adit, Hatta, dan kawan-kawan material yang lain) atas dukungan yang diberikan selama ini serta rasa kekeluargaan yang erat
10. Teman-teman fisika teori (Deriyan-koko), teman-teman fisika medis (Indira, Vivin, Tirta-Cece, Ika dan Brahma) dan fisika instrument (Ekas, Alif, dan Faizin) yang selalu memberikan semangat dan selalu sabar dengan tingkah jail saya
11. Teman-teman Fisika angkatan 2011, terimakasih atas tahun-tahun yang luar biasa, semangat yang kalian tularkan dan kekeluargaan yang terjalin
12. Semua pihak yang telah membantu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.



**Winda Aprilliana, 2016. Sintesis dan Karakterisasi Sifat Listrik-Mekanik *Piezoelectric Barium Titanate* dengan Metode Sol-Gel Sebagai Matriks Bahan Bioakustik. Skripsi ini dibawah bimbingan Jan Ady, S.Si, M.Si dan Drs. Djony Izak Rudyardjo, M.Si. Program studi S1-Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.**

---

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai sintesis dan karakterisasi sifat listrik dan mekanik *piezoelectric barium titanate* dengan metode sol-gel sebagai matriks bahan bioakustik. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui sifat listrik dan mekanik yang terbaik dari sintesis *piezoelectric barium titanate* dengan metode sol-gel sehingga dapat diaplikasikan sebagai matriks bahan bioakustik. Sintesis *barium titanate* dilakukan dengan mencampurkan bahan-bahan dasar *barium nitrate*, *titanium dioxide*, *ammonium hydroxide*, *nitrat acid*, *citrid acid*, dan aquabidestilata yang dipanaskan diatas *magnetic stirrer* dengan suhu 90 °C selama 8 jam. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan variasi rasio massa citrid acid dengan barium titanate 1:1 dan 2:1, dan melakukan variasi suhu sintering 700°, 800°, dan 900°C. Sampel yang telah jadi kemudian dicampur dengan PVA 10% sebagai pengikat dalam proses pencetakan menjadi bentuk pellet. Proses *thermal treatments* dilakukan dalam 4 tahap, tahap menghilangkan gas-gas dan kadar air pada suhu 150 °C selama 1 jam, tahap kalsinasi selama 24 jam pada suhu 250 °C, tahap sintering dengan variasi suhu sintering selama 2 jam. Karakterisasi yang dilakukan untuk sifat mekanik dengan menggunakan pengujian kekerasan Vickers *microhardness*, sedangkan untuk sifat listrik dengan pengujian kapasitansi untuk mengetahui konstanta dielektrik dan uji kekuatan dielektrik. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diketahui bahwa barium titanat menunjukkan karakter terbaik dengan nilai kekerasan 86,03 HV berada pada rasio 1:1 pada suhu sintering 900°C, nilai konstanta dielektrik tertinggi sebesar 716 untuk rasio 1:1 pada suhu sintering 900°C dan nilai kekuatan dielektrik terbaik 7941,17 V/cm untuk rasio 1:1 pada suhu sintering 700 °C.

Kata kunci: nilai kekerasan, konstanta dielektrik, kekuatan dielektrik, *barium titanate*, metode sol-gel

**Winda Aprilliana, 2016. Synthesis and Characterization Electrical-Mechanical Properties Piezoelectric Barium Titanate by Sol-Gel Method as Matrix Bioacoustic Material. This final assignment under the guidance of Jan Ady, S.Si, M.Si and Drs. Djony Izak Rudyardjo, M.Si. Physics Study Program, Physics Department, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.**

---

### ABSTRAC

The research have been done about synthesis and characterization of electrical and mechanical properties piezoelectric barium titanate with sol-gel method as matrix bioacoustic material. The aim of this research was to determine the electrical and mechanical properties of the best of piezoelectric barium titanate synthesis by sol-gel method that can be applied as matrix bioacoustic material. Synthesis of barium titanate mixing the basic materials barium nitrate, titanium dioxide, ammonium hydroxide, nitrate acid, citirid acid, and aquabidestilata heated on a magnetic stirrer with a temperature of 90°C for 8 hours. In this research, the variation of the mass ratio of barium titanate and citirid acid are 1: 1 and 2: 1, and variations of sintering temperature 700°, 800° and 900°C. Samples that have been finished then mixed with 10% PVA as a binder in the molding process to form pellets. Thermal treatments process was carried out in four stages, removes gases and moisture stage at a temperature of 150°C for 1 hour, calcination stage for 24 hours at a temperature of 250°C, sintering stage with a variation of sintering temperature for 2 hours. Characterization for mechanical properties using Vickers microhardness testing, while for the electrical properties of the test to determine the capacitance of the dielectric constant and dielectric strength test. Through the analysis, it has been determined that the barium titanate show the best character with 86.03 HV for ratio of 1: 1 at the sintering temperature of 900°C, the best value of the dielectric constant is 716 for ratio of 1: 1 at the sintering temperature of 900°C and best value dielectric strength 7941.17 V/cm for a ratio of 1:1 the sintering temperature of 700 °C.

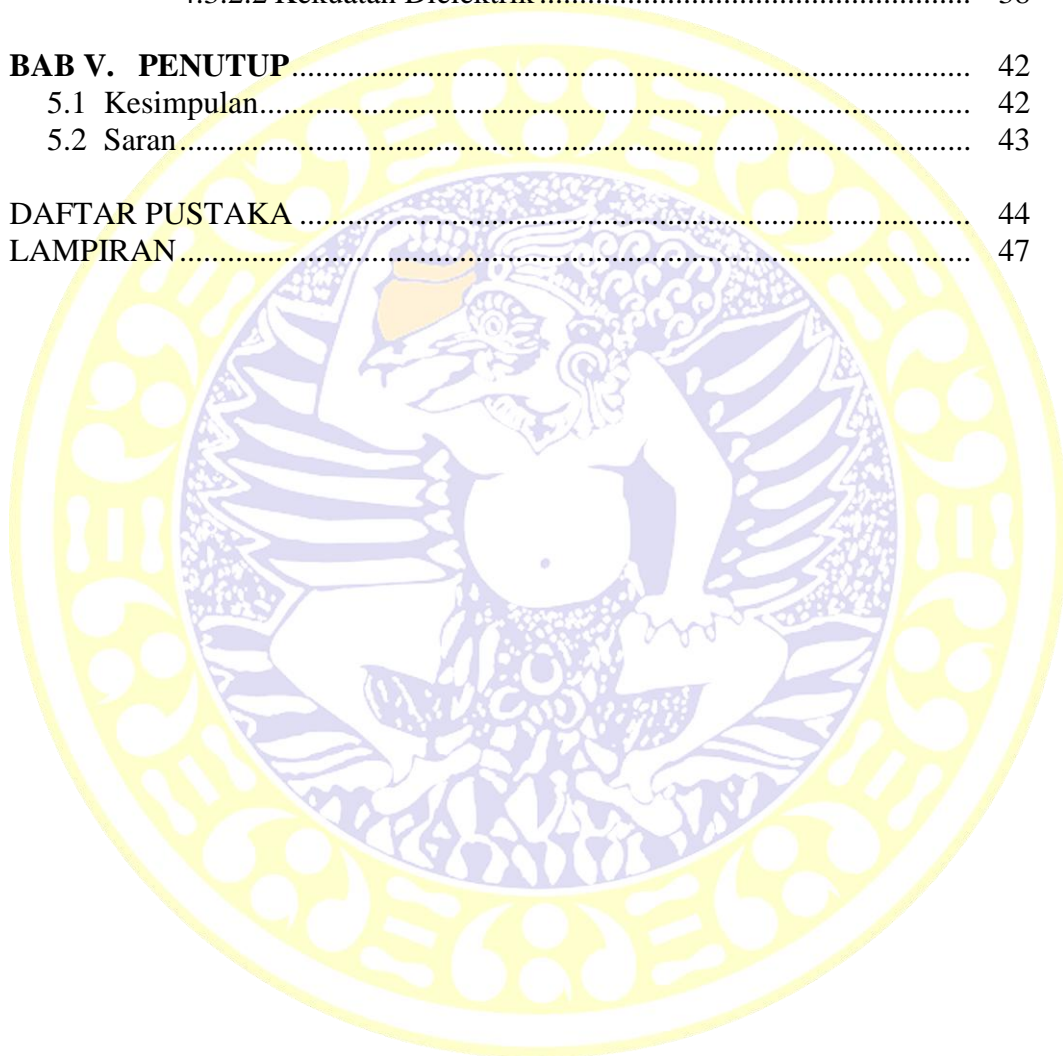
Keywords: hardness number, dielectric contant, dielectric strength, barium titanate, sol-gel method

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iv
LEMBAR ORISINALITAS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DARTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 <i>Piezoceramic Barium Titanate</i> .....	7
2.1.1 Sintesis <i>Barium Titanate</i> .....	9
2.1.2 <i>Piezoelectric Barium Titanate</i> .....	11
2.2 <i>Thermo Gravimetric Analysis (TGA)</i> .....	13
2.3 Karakterisasi Sifat Mekanik <i>Piezoceramic Barium Titanate</i> .....	15
2.4 Karakterisasi Sifat Listrik <i>Piezoceramic Barium Titanate</i> .....	17
2.4.1 Konstanta Dielektrik.....	17
2.4.2 Kekuatan Dielektrik.....	18
<b>BAB III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	19
3.2.1 Bahan Penelitian.....	19
3.2.2 Alat Penelitian.....	19
3.3 Variabel.....	20
3.4 Prosedur Kerja.....	20
3.4.1 Pembuatan Sampel.....	21
3.4.2 Uji <i>Thermo Gravimetric Analysis (TGA)</i> .....	23
3.4.3 Karakterisasi Sampel.....	24
3.4.3.1 Uji Kekerasan ( <i>Hardness Test</i> ).....	24
3.4.3.2 Uji Konstanta Dielektrik.....	25
3.4.3.3 Uji Kekuatan Dielektrik.....	25



<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	26
4.1 Proses Pembuatan Barium Titanat .....	26
4.2 Hasil Uji <i>Thermogravimetric Analysis</i> (TGA).....	28
4.3 Hasil Karakterisasi Sampel .....	30
4.3.1 Hasil Uji Sifat Mekanik .....	30
4.3.2 Hasil Uji Sifat Listrik.....	33
4.3.2.1 Konstanta Dielektrik .....	33
4.3.2.2 Kekuatan Dielektrik .....	38
<b>BAB V. PENUTUP</b> .....	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA .....	44
LAMPIRAN.....	47

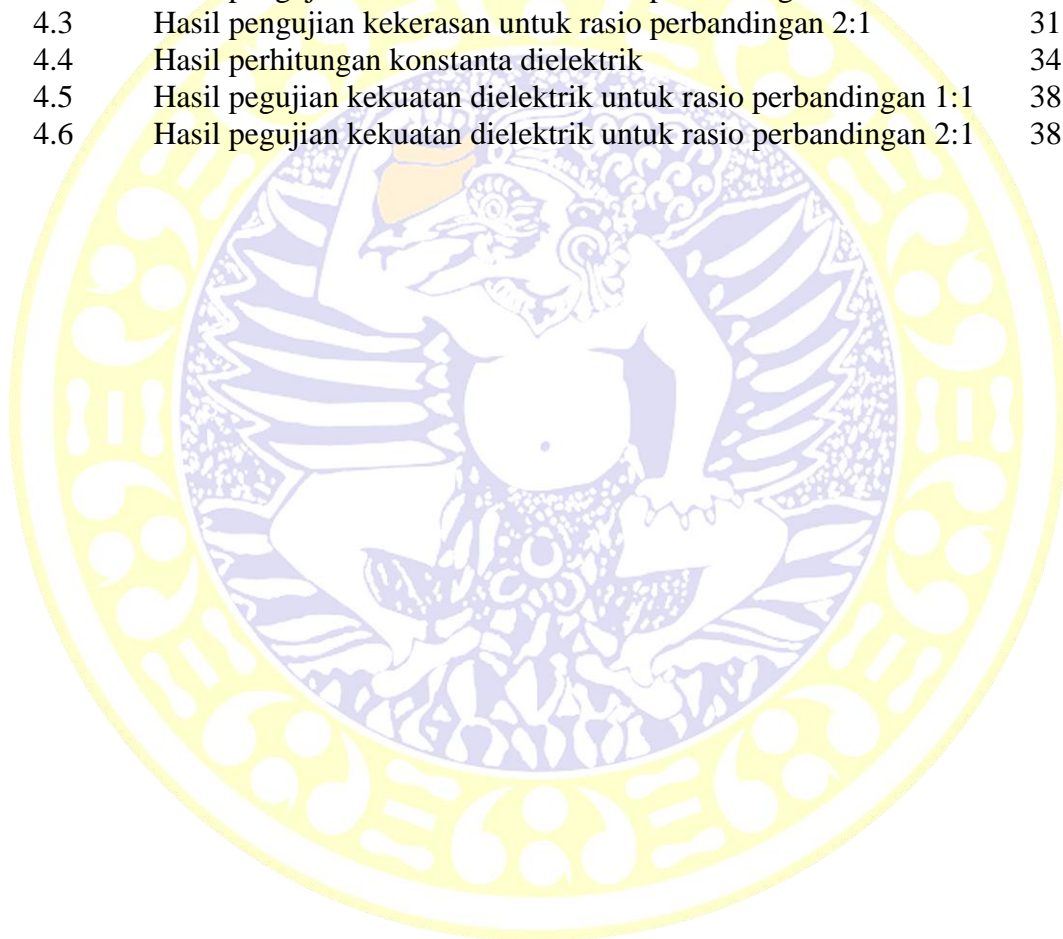


## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Efek <i>piezoelectric</i> terjadi akibat diberi gaya tekan	6
2.2	Struktur perovskite <i>barium titanate</i>	11
2.3	Perubahan struktur kristal barium titanate akibat perubahan suhu	12
2.4	Proses pengujian TGA	13
2.5	Contoh hasil TGA barium titanat	14
2.6	Bentuk indentor intan pada metode Vickers	15
2.7	Konstanta dielektrik BaTiO <sub>3</sub> sebagai fungsi suhu	16
3.1	Skema pelaksanaan penelitian	21
4.1	Hasil Barium Titanat dalam bentuk pellet	27
4.2	Grafik hasil uji termal TGA	28
4.3	Grafik hubungan hasil uji kekerasan terhadap suhu sintering untuk sampel 1:1	30
4.4	Grafik hubungan hasil uji kekerasan terhadap suhu sintering untuk sampel 2:1	31
4.5	Grafik hubungan nilai konstanta dielektrik terhadap frekuensi untuk sampel 1:1 pada suhu sintering 700 °C	34
4.6	Grafik hubungan nilai konstanta dielektrik terhadap frekuensi untuk sampel 1:1 pada suhu sintering 800 °C	35
4.7	Grafik hubungan nilai konstanta dielektrik terhadap frekuensi untuk sampel 1:1 pada suhu sintering 900 °C	35
4.8	Grafik hubungan nilai konstanta dielektrik terhadap frekuensi untuk sampel 2:1 pada suhu sintering 700 °C	35
4.9	Grafik hubungan nilai konstanta dielektrik terhadap frekuensi untuk sampel 2:1 pada suhu sintering 800 °C	36
4.10	Grafik hubungan nilai konstanta dielektrik terhadap frekuensi untuk sampel 2:1 pada suhu sintering 900 °C	36
4.11	Grafik hubungan nilai kekuatan dielektrik terhadap suhu sintering untuk sampel 1:1	39
4.12	Grafik hubungan nilai kekuatan dielektrik terhadap suhu sintering untuk sampel 2:1	40

## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Karakteristik sifat <i>piezoelectric</i> pada beberapa material	8
3.1	Komposisi bahan sampel dengan variasi suhu sintering	22
4.1	Hasil pengukuran ketebalan dan diameter sampel	27
4.2	Hasil pengujian kekerasan untuk rasio perbandingan 1:1	30
4.3	Hasil pengujian kekerasan untuk rasio perbandingan 2:1	31
4.4	Hasil perhitungan konstanta dielektrik	34
4.5	Hasil pegujian kekuatan dielektrik untuk rasio perbandingan 1:1	38
4.6	Hasil pegujian kekuatan dielektrik untuk rasio perbandingan 2:1	38





DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1.	Hasil uji TGA Barium Titanat
2.	Kode sampel dengan variasi komposisi bahan dan suhu sintering
3.	Hasil pengukuran diameter dan tebal sampel Barium Titanat dengan jangka sorong
4.	Hasil pengukuran kekerasan sampel Barium Titanat dengan Vickers <i>microhardness</i>
5.	Hasil pengukuran kapasitansi Barium Titanat dengan LCR meter
6.	Hasil perhitungan nilai kapasitansi awal ( $C_0$ )
7.	Hasil perhitungan nilai konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ )
8.	Hasil pengukuran tegangan tembus untuk mengetahui nilai kekuatan dielektrik
9.	Bahan dan Alat penelitian