

KARAKTERISASI MATERIAL FEROELEKTRIK $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) MELALUI PENDEKATAN EKSPERIMEN DAN KOMPUTASI

AJAT SUDRAJAT



DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Karakterisasi Material Feroelektrik $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) Melalui Pendekatan Eksperimen dan Komputasi” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Ajat Sudrajat
G7401221052



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

AJAT SUDRAJAT. KARAKTERISASI MATERIAL FEROELEKTRIK $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) MELALUI PENDEKATAN EKSPERIMEN DAN KOMPUTASI. Dibimbing oleh FAOZAN dan IRZAMAN.

Penelitian ini mengkaji material $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) melalui pendekatan komputasi sistem *bulk* dan eksperimen pada sistem film tipis. Pendekatan komputasi pada sistem *bulk*, peningkatan konsentrasi Stronsium meningkatkan energi celah pita secara tidak signifikan, serta menurunkan parameter kisi, momen dipol, polarisasi spontan, dan konduktivitas listrik material. Sementara itu, peningkatan konsentrasi Stronsium pada eksperimen film tipis di atas substrat Si (100) tipe-p meningkatkan nilai energi celah pita secara signifikan. Kondisi ini diiringi fluktuasi nilai parameter kisi, momen dipol, polarisasi spontan, arus saturasi, dan potensial penghalang material. Fluktuasi tersebut diakibatkan oleh pengaruh substrat Si (100) tipe-p dan cacat antarmuka *heterojunction p-n* yang tidak termodelkan pada komputasi *bulk*. Berdasarkan kurva I-V dari pengujian sifat listrik eksperimen, $Ba_{0,875}Sr_{0,125}TiO_3$ kehilangan karakteristik dioda dengan arus pengukuran tertahan di nilai yang sangat kecil. Tiga variasi lainnya mempertahankan sifat fotodioda yaitu $BaTiO_3$ dan $Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$ yang menunjukkan *Negative Photo Response* (NPR), serta $Ba_{0,625}Sr_{0,375}TiO_3$ menunjukkan *Positive Photo Response* (PPR).

Kata kunci : $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$, film tipis, *bulk*, Si (100) tipe-p

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) FERROELECTRIC MATERIAL THROUGH EXPERIMENTAL AND COMPUTATIONAL APPROACHES. Supervised by FAOZAN dan IRZAMAN.

This study investigates $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) materials through bulk system computations and thin film experiments. Bulk computations show that increasing Strontium concentration insignificantly increases the band gap energy, while decreasing the lattice parameter, dipole moment, spontaneous polarization, and electrical conductivity. Conversely, thin film experiments on a p-type Si (100) substrate demonstrate a significant increase in band gap energy, accompanied by fluctuations in the lattice parameter, dipole moment, spontaneous polarization, saturation current, and barrier potential. These fluctuations result from the p-type Si (100) substrate influence and p-n heterojunction interface defects, which are unmodeled in *bulk* computations. Based on I-V curves, $Ba_{0,875}Sr_{0,125}TiO_3$ loses its diode characteristics with very small restricted currents. The other three variations maintain photodiode properties namely $BaTiO_3$ and $Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$ exhibit a Negative Photo Response (NPR), whereas $Ba_{0,625}Sr_{0,375}TiO_3$ exhibits a Positive Photo Response (PPR).

Keywords: $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$, thin film, *bulk*, p-type Si (100)



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

KARAKTERISASI MATERIAL FEROELEKTRIK $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) MELALUI PENDEKATAN EKSPERIMEN DAN KOMPUTASI

AJAT SUDRAJAT

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Sitti Yani, M.Si.
2. Dr. Mersi Kurniati, M.Si.



Judul Skripsi : Karakterisasi Material Feroelektrik $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) Melalui Pendekatan Eksperimen dan Komputasi

Nama : Ajat Sudrajat
NIM : G7401221052

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Faozan, M.Si.
NIP. 197909232007011001

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Irzaman, M.Si.
NIP. 196307081995121001

Diketahui oleh

Kepala Departemen Fisika:
Dr. Ir. Irmansyah, M.Si.
NIP. 196809161994031001



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan berkah, rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis diberikan kemudahan dalam menyelesaikan proses penelitian dan penulisan skripsi dengan judul “Karakterisasi Material Feroelektrik $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) Melalui Pendekatan Eksperimen dan Komputasi”. Proses penyusunan usulan penelitian ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Bapak Sukaya dan Almarhumah Ibu Emah selaku orang tua penulis yang telah merawat dan mendidik penulis dengan sangat baik sampai penulis berada di titik ini serta selalu memberikan dukungan penuh atas apapun yang ingin dicapai. Tete Sumiati dan Aa Komin di Ciamis yang selalu memberikan dukungan dan doa tiada henti agar penelitian dan penulisan skripsi ini dapat selesai tanpa ada halangan berarti. Mereka boleh jadi tidak paham atas apa yang terjadi selama penelitian ini, namun kehadirannya di rumah yang jauh sana saja sudah menjadi sumber semangat untuk penulis agar terus berusaha keras dan tak kenal kata menyerah.
2. Bapak Dr. Faozan, M.Si. dan Bapak Prof. Dr. Ir. Irzaman, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah ikhlas dalam membagikan ilmu, sabar dalam membimbing, dan senantiasa memberikan motivasi terbaik agar penelitian ini dapat selesai dengan baik.
3. Ibu Dr. Sitti Yani, M.Si. dan Ibu Dr. Mersi Kurniati, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun pada penelitian ini.
4. Tendik dan Staf Departemen Fisika IPB, terima kasih secara khusus kepada Pak Firman yang telah membantu proses administrasi akademik selama kuliah. Terima kasih juga kepada Kak Fajri yang telah membantu ketika ada kendala pada pengujian dan pengolahan data.
5. Kak Naila, Kak Dea, Kak Renny, Kak Novia, dan Kak Fanny yang dengan sabar mendampingi dalam penelitian dan membantu pemahaman kami.
6. Rekan-rekan seperjuangan Fismatop 59 (Izatul, Fahru, Kinan, Ayu, Sarmilah, ira, Ali, Ane, dan Aul) dan HPC 59 (Otnil, Loby, dan Rafi) yang selalu membantu dan saling menguatkan.
7. Rekan-rekan Kost Griya Barokah W. Biru Adi dan Aldian yang selalu memberikan motivasi untuk terus bertahan di setiap kendala dan kesulitan yang dihadapi selama penelitian ini.
8. Tiara Nofitri Surya Br. Harahap yang selalu senantiasa menemani dan menjadi partner penulis di dalam segala situasi, kehadirannya sangatlah berarti bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
9. Kawan-kawanku seluruh teman-teman angkatan 59, yang selalu berbagi suka dan duka bersama selama kuliah serta dalam penelitian ini. Semoga ilmu yang kita dapat akan membawa kita pada keberkahan dunia dan akhirat.

Penulis menyadari penelitian ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Banyak celah yang perlu ditutupi dengan kritik maupun saran dari semua pihak yang bersifat membangun untuk penelitian dimasa mendatang. Demikian prakata ini dibuat, semoga penelitian yang telah dilaksanakan dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Ajat Sudrajat



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Barium Stronsium Titanat (BST)	3
2.2 Metode <i>Chemical Solution Deposition</i> (CSD)	4
2.3 <i>Spin Coating</i>	4
2.4 Pengaruh Substitusi Barium dengan Stronsium terhadap BST	5
2.5 <i>Density Functional Theory</i> (DFT)	6
2.5.1 <i>Many-Body Problem</i>	6
2.5.2 <i>Born-Oppenheimer Approximation</i>	6
2.5.3 Teorema Hohenberg-Kohn.....	7
2.5.4 Teori Kohn-Sham.....	7
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	9
3.2.1 Pembuatan Film Tipis BST	9
3.2.2 Perhitungan DFT	9
3.3 Prosedur Sintesis Film	9
3.3.1 Persiapan Substrat	9
3.3.2 Pembuatan Larutan.....	10
3.3.3 Penumbuhan Film	10
3.3.4 <i>Annealing</i>	11
3.4 Uji Sifat Film	11
3.4.1 Uji Ketebalan	11
3.4.2 Uji Sifat Kristal	12
3.4.3 Uji Sifat Optik.....	14
3.4.4 Pembuatan Kontak dan Uji Sifat Listrik	14
3.5 Analisis DFT	16
3.5.1 Persiapan Parameter Input Material	17
3.5.2 Optimalisasi Struktur Kristal Material	18



3.5.3	Perhitungan Sifat Feroelektrik Material	19
3.5.4	Perhitungan Struktur Elektronik Material	19
3.5.5	Perhitungan <i>Bands Structure</i> Material	19
3.5.6	Perhitungan Sifat <i>Transport</i> Elektronik	20
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1	Eksperimen Film Tipis	21
4.1.1	Uji Ketebalan Film	21
4.1.2	Struktur Kristal	22
4.1.3	Karakteristik Optik	23
4.1.4	Karakteristik I-V.....	25
4.2	Komputasi Sistem <i>Bulk</i>	29
4.2.1	Optimasi Struktur Kristal	29
4.2.2	Struktur Elektronik	31
4.2.3	Pengaruh Suhu terhadap Konduktivitas Listrik.....	33
4.3	Perbandingan Hasil Eksperimen Film Tipis dengan Komputasi Sistem <i>Bulk</i>	35
4.3.1	Parameter Kisi dan Sifat Feroelektrik	35
4.3.2	Energi Celah Pita	40
4.3.3	Karakteristik <i>Transport</i> Listrik.....	41
V	SIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1	Simpulan	44
5.2	Saran	44
	DAFTAR PUSTAKA.....	45
	LAMPIRAN	53
	RIWAYAT HIDUP	67



DAFTAR TABEL

1	Komposisi bahan pembuatan larutan prekursor pada kelarutan 0,5M	10
2	Data ketebalan sampel film $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) di atas substrat Si (100) tipe-p	21
3	Data arus saturasi film tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) di atas substrat Si (100) tipe-p	27
4	Data potensial penghalang film tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) pada kondisi gelap dan terang	28
5	Data konduktivitas listrik per waktu relaksasi (σ/τ) hasil perhitungan komputasi material <i>bulk</i> $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) pada berbagai kondisi suhu	34
6	Data parameter kisi film tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) di atas substrat Si (100) tipe-p	35
7	Data parameter kisi DFT+U material <i>bulk</i> $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$)	36
8	Data nilai momen dipol film tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) berdasarkan pendekatan eksperimen	37
9	Data nilai momen dipol material $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) berdasarkan pendekatan komputasi	37
10	Data nilai nilai polarisasi spontan film tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) berdasarkan pendekatan eksperimen	38
11	Data nilai polarisasi spontan material $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) berdasarkan pendekatan komputasi	39
12	Nilai energi celah pita eksperimen film tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) di atas substrat Si (100) tipe-p	40
13	Nilai energi celah pita hasil perhitungan komputasi PDOS material <i>bulk</i> $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$)	40
14	Data arus maksimum pada tegangan 15 V di kondisi <i>forward bias heterojunction p-n</i> film tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$)	42
15	Data konduktivitas listrik per waktu relaksasi hasil perhitungan komputasi sistem <i>bulk</i> $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) pada suhu 300 K	42

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur perovskit BST (Irzaman <i>et al.</i> 2018)	3
2	Metode CSD (Biswas dan Su 2017)	4
3	Proses <i>spin coating</i> (Irzaman <i>et al.</i> 2024c)	5
4	Proses annealing pada suhu 550°C selama 8 jam dengan laju kenaikan suhu 1,67 °C/menit (Modifikasi Anindy <i>et al.</i> 2021)	11
5	Prinsip kerja stylus profilometer (Tosa 2018)	12
6	Hukum Bragg (Didik 2020)	13
7	Kontak film berstruktur MFS	15



8	Skema pengujian I-V meter pada film tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) di atas substrat Si (100) tipe-p, pada kondisi (a) <i>forward bias</i> dan (b) <i>reverse bias</i>	15
9	Siklus SCF (Rahman dan Purqon 2015)	17
10	Hasil citra stylus profilometer film $BaTiO_3$	21
11	Ketebalan film $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) di atas substrat Si (100) tipe-p	22
12	Pola difraksi film tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) hasil uji XRD	22
13	Spektra reflektansi UV-VIS film tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$)	23
14	Kurva <i>tauc plot direct</i> film tipis (a) $BaTiO_3$; (b) $Ba_{0,875}Sr_{0,125}TiO_3$; (c) $Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$; dan (d) $Ba_{0,625}Sr_{0,375}TiO_3$ hasil uji UV-VIS	25
15	Kurva I-V film tipis (a) $BaTiO_3$; (b) $Ba_{0,875}Sr_{0,125}TiO_3$; (c) $Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$; (d) $Ba_{0,625}Sr_{0,375}TiO_3$ kondisi gelap dan terang	25
16	Arus saturasi film tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) pada kondisi gelap dan terang	27
17	Potensial penghalang film tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) pada kondisi gelap dan terang	28
18	Visualisasi kristal material <i>bulk</i> (a) $BaTiO_3$; (b) $Ba_{0,875}Sr_{0,125}TiO_3$; (c) $Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$; (d) $Ba_{0,625}Sr_{0,375}TiO_3$	30
19	Pola difraksi film tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) hasil uji XRD	31
20	Kurva <i>bands structure</i> material (a) $BaTiO_3$; (b) $Ba_{0,875}Sr_{0,125}TiO_3$; (c) $Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$; dan (d) $Ba_{0,625}Sr_{0,375}TiO_3$	32
21	Grafik PDOS dari material (a) $BaTiO_3$; (b) $Ba_{0,875}Sr_{0,125}TiO_3$; (c) $Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$; dan (d) $Ba_{0,625}Sr_{0,375}TiO_3$	33
22	Hubungan antara konduktivitas listrik per waktu relaksasi terhadap suhu material <i>bulk</i> $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$)	34
23	Data konduktivitas listrik per waktu relaksasi material <i>bulk</i> $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0; 0,125; 0,25; 0,375$) pada suhu 300 K	43

DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram alir penelitian	54
2	Perhitungan stoikiometri $Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$	55
3	Hasil citra perhitungan ketebalan film	56
4	Data Referensi JCPDS-ICDD	57
5	Perhitungan parameter kisi	57
6	Perhitungan momen dipol dan polarisasi spontan	59
7	Perhitungan Kubelka-Munk	61
8	Perhitungan arus saturasi dan potensial penghalang	63
9	<i>Band structure supercell</i> $BaTiO_3$	65
10	Publikasi Seminar Nasional Fisika Universitas Negeri Jakarta 2026	66