

**PEMBUATAN BARIUM STRONTIUM TITANAT ($\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$) UNTUK $x < 0,5$
DAN STRONTIUM TITANAT MENGGUNAKAN
METODE *SOLID STATE REACTION***

TESIS

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
untuk Mencapai Derajat Magister**

Program Studi Ilmu Fisika



Oleh:

ALPI ZAIDAH

S911308002

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2015**

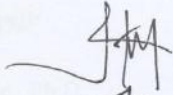
**PEMBUATAN BARIUM STRONTIUM TITANAT ($Ba_xSr_{1-x}TiO_3$) UNTUK $x < 0,5$
DAN STRONTIUM TITANAT MENGGUNAKAN
METODE *SOLID STATE REACTION***

TESIS

Oleh

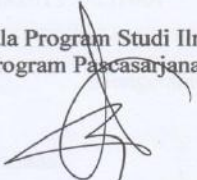
Alpi Zaidah

S911308002

Komisi Pembimbing	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	Dr. Yofentina Iriani, S.Si, M.Si NIP 197112271997022001		28 September 2015
Pembimbing II	Dr. Agus Supriyanto, M. Si NIP 196908261999031001		28 September 2015

**Telah dinyatakan memenuhi syarat
pada tanggal 6 Oktober 2015**

Kepala Program Studi Ilmu Fisika
Program Pascasarjana UNS


Prof. Drs, Cari, M.A., M.Sc., Ph.D
NIP 196103061985031002

**PEMBUATAN BARIUM STRONTIUM TITANAT ($Ba_xSr_{1-x}TiO_3$) UNTUK $x < 0,5$
DAN STRONTIUM TITANAT MENGGUNAKAN
METODE *SOLID STATE REACTION***

TESIS

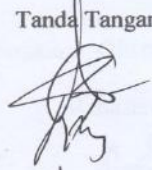
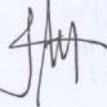
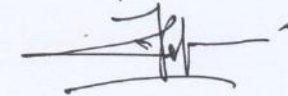
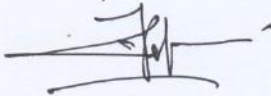
Oleh

Alpi Zaidah

S911308002

Telah dipertahankan di depan penguji dan dinyatakan telah memenuhi syarat pada
tanggal ~~21. Oktober~~ 2015

Tim Penguji:

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D NIP 196103061985031002	
Sekretaris	Prof. Dra. Suparmi, M.A., Ph.D NIP 195209151976032001	
Anggota Penguji	Dr. Yofentina Iriani, S.Si, M.Si NIP 197112271997022001	
	Dr. Agus Supriyanto, M. Si NIP 196908261999031001	

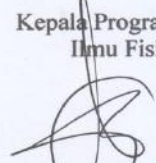
Mengetahui

Direktur
Program Pascasarjana



Prof. Dr. Mohammad Furqon Hidayatullah, M.Pd
NIP 196007271987021001

Kepala Program Studi
Ilmu Fisika



Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D
NIP 196103061985031002

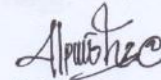
PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSYARATAN PUBLIKASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Tesis yang berjudul: "Pembuatan Barium Strontium Titanat ($Ba_xSr_{1-x}TiO_3$) untuk $x < 0,5$ dan Strontium Titanat Menggunakan Metode *Solid State Reaction*" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang tertulis dengan acuan yang disebutkan sumbernya, baik dalam naskah karangan dan daftar pustaka. Apabila ternyata di dalam naskah tesis ini dapat dibuktikan unsur-unsur plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi, baik Tesis beserta gelar magister saya dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
2. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi Tesis pada jurnal atau forum ilmiah harus menyertakan tim promotor sebagai *author* dan PPs UNS sebagai institusinya. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, ~~Oktober~~ 2015

Mahasiswa,



Alpi Zaidah
S911308002

MOTTO

**Allah tidak membebani seseorang
melainkan sesuai dengan
kesanggupannya.
(Al-Baqarah : 286)**

**Karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan
(QS. Alam Nasyrah: 5)**

Jangan menganggap tugas belajarmu sebagai sebuah kewajiban,
melainkan pandanglah sebagai sebuah kesempatan untuk menikmati betapa
indahnyanya dunia ilmu pengetahuan, kepuasan hati yang diberikannya
serta manfaat yang akan diterima oleh masyarakat
apabila jerih payahmu berhasil.
(Albert Einstein)

**Merendahlah,
engkau kan seperti bintang-gemintang
Berkilau di pandang orang
Di atas riak air dan sang bintang nun jauh tinggi
Janganlah seperti asap
Yang mengangkat diri tinggi di langit
Padahal dirinya rendah-hina**

Kebesaran seseorang tidak terlihat ketika ia berdiri dan memberi perintah, tetapi
ketika ia berdiri sama tinggi dengan orang lain dan membantu orang lain untuk
mengeluarkan yang terbaik dari diri mereka guna mencapai sukses.

“Hiduplah untuk memberi sebanyak-banyaknya bukan hidup untuk menerima sebanyak-
banyaknya”

“Manusia yang terbaik di muka bumi ini adalah manusia yang paling banyak
manfaatnya bagi manusia dan makhluk lain”

PERSEMBAHAN

Jalan panjang dan berliku, penuh halangan dan rintangan yang mengiringi penulisan tesis ini telah membuatku bertambah yakin akan kebesarannya. "Sabar dan ikhlas", dua kata yang makin aku pahami maknanya, gampang mengucapkan tapi susah diamalkan. Ucapan syukur akan kebesaran Allah SWT yang telah memberikan kesempatan pada diriku untuk menjalani dan merasakan semua ini.

Kebahagiaaan yang tiada terkira aku rasakan, cucuran keringat dan tetesan air mata tiada terasa sebagai akhir dari sebuah perjuangan perjalanan hidup yang hakiki. Ingin aku coba apresiasi karya ini untuk mereka yang banyak berjasa dan membantuku dalam perjuangan itu.

- 1. Ayah dan Ibuku tercinta (Wildan dan Sahmah), atas doa dan segala keikhlasan kalian merelakan tenaga, pikiran dan waktu demi perjuangan yang selama ini ku tempuh.*
- 2. Adikku tersayang (Willy dan Ira) yang selalu mewarnai hari-hariku dengan senyuman dan canda tawa kebahagiaan.*
- 3. Alm. Adik Mahyan yang sangat aku sayangi sekaligus panutanku.. semoga semua amal ibadahnya diterima, diampuni segala dosa-dosanya dan ditempatkan ditempat yang terindah disisi-Nya. Aamiin*
- 4. Calon suami ku dan anak-anakku kelak, semoga kita segera dipertemukan ☺*
- 5. Saudara-saudaraku dan sahabat-sahabat yang aku sayangi yang tidak bisa ku sebutkan satu persatu semoga kita selalu tetap dalam satu ikatan kebahagiaan.*
- 6. Teman-teman seperjuangan di Ilmu fisika dan teman-teman kost Annur putri dan putra, kalian adalah kenangan dalam sejarahku.*

Pembuatan Barium Strontium Titanat ($\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$) untuk $x < 0,5$ dan Strontium Titanat Menggunakan Metode *Solid State Reaction*

Alpi Zaidah

Jurusan Ilmu Fisika Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret
Surakarta

ABSTRAK

Pembuatan sampel Barium Strontium Titanat ($\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$) untuk $x < 0,5$ dan Strontium Titanat telah dilakukan menggunakan metode *solid state reaction*. Parameter yang divariasikan pada penelitian ini adalah perbandingan jumlah mol Ba dan Sr yaitu 40:60, 30:70, 20:80, 10:90, dan 00:100, dan variasi suhu *sintering* 1000°C dan 1100°C . Karakterisasi sampel dilakukan menggunakan peralatan *X-Ray Diffractometer* (XRD) untuk mengetahui tingkat kekristalan dan ukuran kristal dari sampel. Semakin banyak komposisi Sr ukuran kristal semakin besar dan parameter kisi semakin kecil. Morfologi $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ dan Strontium Titanat diuji dengan instrumen *Scanning Electron Microscopy* (SEM), semakin banyak komposisi mol Sr menyebabkan ukuran butir kristal semakin besar. Rangkaian *sawyer tower* adalah untuk mendapatkan kurva histerisis. Pengujian menggunakan alat RLC meter digunakan untuk mengetahui konstanta dielektrik, pengukuran dilakukan pada rentang frekuensi 1 kHz sampai 100 kHz. Semakin tinggi suhu *sintering* mengakibatkan nilai intensitas, ukuran kristal dan kristalinitas, dan ukuran butir semakin besar serta nilai konstanta dielektrik yang semakin besar pula. Konstanta dielektrik (K) tertinggi adalah pada suhu 1100°C dengan ketebalan 0,004 m, pada komposisi mol SrTiO_3 yaitu sebesar 442.

Kata Kunci: Barium Strontium Titanat (BST), Strontium Titanat, Metode *Solid State Reaction*, Konstanta Dielektrik.

Manufacture of Barium Strontium Titanate ($\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$) for $x < 0.5$ and Strontium Titanate Using Solid State Reaction Method

Alpi Zaidah

Department of Physics Graduate Program of Sebelas Maret University
Surakarta

ABSTRACT

Barium Strontium Titanate sample preparation ($\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$) for $x < 0.5$ and Strontium Titanate has been carried out using solid state reaction method. Parameters varied in this research is a comparison the number of moles of Ba and Sr are 40:60, 30:70, 20:80, 10:90, and 00:100, and the variation of sintering temperature 1000°C and 1100°C . Characterization of samples was performed using equipment of X-Ray Diffractometer (XRD) to determine the level of crystal form and crystal size of the sample. The more of the Sr composition causes the crystal size is getting larger and lattice parameter getting smaller. Morphology $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ and Strontium Titanate was tested with instruments of Scanning Electron Microscopy (SEM), a growing number of moles of Sr composition causes the crystal grain size became bigger. Sawyer tower circuit was to got a hysteresis curve. The Tests using the equipment of RLC meter is used to determine the dielectric constant, the measurement is done on the frequency range 1 kHz to 100 kHz. The higher the sintering temperature resulting intensity values, the crystal size and crystallinity, and the grain size getting bigger and dielectric constant value be increase. The dielectric constant (K) is the highest in temperature 1100°C with a thickness of 0.004 m, on the mole of SrTiO_3 composition is equal 442.

Keywords: Barium Strontium Titanate (BST), Strontium Titanate, Solid State Reaction Method, Dielectric Constant.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah robbil'alamien, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian serta penyusunan tesis dengan judul: **“Pembuatan Barium Strontium Titanat ($Ba_xSr_{1-x}TiO_3$) untuk $x < 0,5$ dan Strontium Titanat Menggunakan Metode *Solid State Reaction*”** yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Master Sains pada Jurusan Ilmu Fisika, Pascasarjana Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Sholawat dan Salam semoga tetap tercurah kepada junjungan dan teladan kita Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan petunjuk keimanan sehingga kita dapat merasakan indahnya nikmat iman dan islam.

Selama melakukan penelitian maupun penyusunan tesis ini penulis telah mendapat banyak masukan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang sangat bermanfaat baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan yang baik ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Drs, Cari, M.A., M.Sc., Ph.D selaku Kepala Prodi Jurusan Ilmu Fisika, Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
2. Ibu Dr. Yofentina S.Si., M.Si selaku Pembimbing I yang senantiasa dengan sabar membimbing meluangkan waktu, memberi arahan, memberi berbagai masukan, serta motivasi tersendiri kepada penulis dan memberikan dana penelitian melalui Hibah Pascasarjana DIPA PNBPNB UNS dengan nomor kontrak, No: 624/UN27.11/PL/2015.
3. Bapak Dr. Agus Supriyanto S.Si., M.Si selaku Pembimbing II yang senantiasa membimbing dan memberi berbagai masukan dalam penyusunan tesis.
4. Bapak Anif Jamaluddin S.Si., M.Si atas saran yang telah diberikan dalam penyusunan tesis.
5. Bapak/ Ibu dosen di Jurusan Ilmu Fisika, Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret, Surakarta yang telah menyumbangkan ilmu dan cakrawala pengetahuan selama penulis menempuh studi.
6. Retno, Uki, Dianisa, Uud, Mona, Yunita, dan Fildzah, kalian sebagai teman seperjuangan dalam Yopen's Team.

7. Teman-teman seperjuangan di Ilmu Fisika Pascasarjana, Arni, Anggit, Asror, mba Dya, dan pak Sapto yang telah memberi bantuan dan semangat dalam penyusunan tesis ini.
8. Semua pihak yang penulis tidak bisa sebutkan satu-persatu yang telah memberikan kontribusi dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini tidak luput dari kekurangan, oleh karena itu penulis dengan segala kerendahan hati mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari para pembaca. Semoga tesis yang penulis susun ini bisa bermanfaat bagi kita semua.

Surakarta, Oktober 2015

Penulis

HALAMAN PUBLIKASI

Sebagian dari tesis saya yang berjudul : **“Pembuatan Barium Strontium Titanat ($\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$) untuk $x < 0,5$ dan Strontium Titanat Menggunakan Metode *Solid State Reaction*”** telah dipublikasikan.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
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 TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR SIMBOL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Feroelektrisitas.....	5
B. Paraelektrisitas	6
C. BaTiO ₃ , SrTiO ₃ , dan BaSrTiO ₃	7
D. Dielektrik, Polarisasi, dan Kapasitansi	9
E. Kurva Histerisis	13

F. Metode <i>Solid State Reaction</i>	15
G. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	16
H. <i>Scanning Electron Macroscopy (SEM)</i>	19
I. RLC Meter	21
J. Metode <i>Sawyer Tower</i>	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
B. Alat dan Bahan Penelitian	22
1. Alat- alat yang Digunakan.....	22
2. Bahan- bahan yang Digunakan	23
C. Metode Penelitian	23
1. Persiapan Alat dan Bahan	24
2. Perhitungan dan Penimbangan	24
3. Penggerusan	24
4. Pembuatan <i>Bulk</i>	24
5. <i>Sintering</i>	24
6. Karakterisasi.....	24
a. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	24
b. <i>Scanning Electron Macroscopy (SEM)</i>	25
c. <i>Sawyer Tower</i>	25
d. Uji RLC meter	25
e. Analisis Data Hasil Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
A. Struktur Kristal	28
B. Morfologi $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$	35
C. Konstanta Dielektrik $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$	38
D. Karakterisasi Histerisis $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$	41
BAB V PENUTUP	43
A. Kesimpulan.....	43
B. Saran	43

DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Orientasi bidang kristal terhadap sudut difraksi pada sampel $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$ dengan suhu <i>sintering</i> $1100^\circ C$	31
Tabel 4.2. Intensitas puncak pada bidang (110) pola difraksi $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$	31
Tabel 4.3. Tingkat kekristalan dari sampel $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$ yang dinyatakan dalam (%) pada variasi suhu <i>sintering</i> $1000^\circ C$ dan $1100^\circ C$	32
Tabel 4.4. Hasil proses <i>refinement</i> $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$	33
Tabel 4.5. Hasil proses <i>refinement</i> dari parameter kisi $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$ pada variasi suhu <i>sintering</i> $1000^\circ C$ dan $1100^\circ C$	33
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan dari parameter kisi $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$ pada variasi suhu <i>sintering</i> $1000^\circ C$ dan $1100^\circ C$	34
Tabel 4.7. Ukuran kristal (D) dari sampel $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$ pada variasi suhu <i>sintering</i> $1000^\circ C$ dan $1100^\circ C$	35
Tabel 4.8. Ukuran butir kristal dari sampel $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$ pada suhu <i>sintering</i> $1100^\circ C$	37
Tabel 4.9. Konstanta dielektrik dari sampel $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$ dengan variasi suhu <i>sintering</i> $1100^\circ C$ dan $1000^\circ C$ pada ketebalan 0.003 m dan 0.004 m	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Transisi Fase Feroelektrik Dengan Perubahan Konstanta Dielektrik.....	6
Gambar 2.2 Struktur Perovskite Kristal ABO_3	7
Gambar 2.3 Molekul Dielektrik Sebelum Dikenai Medan Listrik dan Setelah Dikenai Medan Listrik.....	9
Gambar 2.4 Pengaruh Dielektrik Pada Kapasitor.....	12
Gambar 2.5 Polarisasi Material Feroelektrik dan Paraelektrik	14
Gambar 2.6 Dua Cara Menghasilkan Sinar-X.....	17
Gambar 2.7 Hamburan Berkas Sinar-X pada Kristal	17
Gambar 2.8 Skema Rangkaian RLC Meter	21
Gambar 3.1 Diagram Alir penelitian	23
Gambar 4.1 Pola difraksi variasi Bad an Sr sampel $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$ dengan variasi suhu <i>sintering</i> a) 1000 °C dan b) 1100 °C.....	29
Gambar 4.2 Hasil <i>refinement</i> $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ yang di- <i>sintering</i> pada suhu 1100 °C	33
Gambar 4.3 Karakterisasi morfologi pada suhu <i>sintering</i> 1100°C a) $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$ b) $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ c) $Ba_{0,2}Sr_{0,8}TiO_3$ d) $Ba_{0,1}Sr_{0,9}TiO_3$ e) $SrTiO_3$	36
Gambar 4.4 Grafik nilai konstanta dielektrik terhadap perubahan frekuensi pada $SrTiO_3$ dengan suhu <i>sintering</i> 1100 °C	38
Gambar 4.5 Konstanta dielektrik vs variasi komposisi mol x $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$ pada suhu <i>sintering</i> 1000 °C dan 1100 °C	39
Gambar 4.6 Karakteristik Histerisis pada suhu <i>sintering</i> 1100 °C dengan variasi komposisi mol a) $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$ b) $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ c) $Ba_{0,2}Sr_{0,8}TiO_3$ d) $Ba_{0,1}Sr_{0,9}TiO_3$ e) $SrTiO_3$	41
Gambar 4.7 Karakteristik Histerisis pada suhu <i>sintering</i> 1000°C a) $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$ b) $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ c) $Ba_{0,2}Sr_{0,8}TiO_3$ d) $Ba_{0,1}Sr_{0,9}TiO_3$ e) $SrTiO_3$	42

DAFTAR SIMBOL

Lambang	Nama
C	Kapasitansi Kapasitor (Farad)
K	Konstanta Dielektrik
ϵ_0	Permitivitas Ruang Hampa ($8,85 \times 10^{-12}$ Farad.m ⁻¹)
A	Luas Keping Kapasitor (m ²)
d	Jarak antar Keping atau Ketebalan <i>bulk</i> (m)
P	Polarisasi (C/m ²)
E	Kuat Medan Listrik (N/C)
°K	Derajat Kelvin
°C	Derajat Celsius
T_c	Temperatur Curie
d	Jarak antara Dua Bidang Kisi (Å)
θ	Sudut Difraksi
λ	Panjang Gelombang (m)
Å	Amstrong
χ^2	Chi Square
D	Ukuran Kristal (nm)
η	Regangan Kisi (%)
β	Nilai FWHM
kHz	Frekuensi (kilo hertz)
V_{rms}	Tegangan (Volt)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>DataBase</i> ICDD	47
Lampiran 2. Sudut difraksi $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$	49
Lampiran 3. Hasil <i>Refinement</i> dengan software GSAS.....	50
Lampiran 4. Grafik plot $\beta\cos\theta$ vs $\sin\theta$	60
Lampiran 5. Data Pengukuran Konstanta Dielektrik	63
Lampiran 6. Respon Polarisasi Terhadap Perubahan Medan Listrik	72
Lampiran 7. Jadwal Penelitian	74