

**KAJIAN TEORITIS RAGAM POLARITON FONON
DALAM BAHAN GIANT DIELECTRIC L_i AND T_i DOPED
 N_iO (LTNO)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



**diajukan oleh
Siti Noor Fatimah
07620009**

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2013**



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1979/2013

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Kajian Teoritis Ragam Polariton Fonon Dalam Bahan *Giant Dielektrik Li and Ti Doped NiO*

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Siti Noor Fatimah
NIM : 07620009
Telah dimunaqasyahkan pada : 02 Juli 2013
Nilai Munaqasyah : A/B
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Widayanti, M.Si
NIP.19760526 200604 2 005

Penguji I

Joko Purwanto, M.Sc
NIP.19820306 200912 1 002

Penguji II

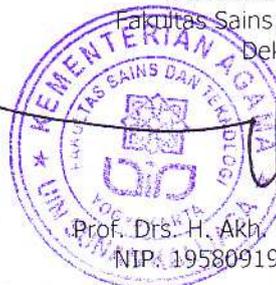
Asih Melati, S.Si, M.Sc.
NIP. 19841110 201101 2 017

Yogyakarta, 04 Juli 2013

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Pengajuan Munaqosah

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Siti Noor Fatmah

NIM : 07620009

Judul Skripsi : "Kajian Teoritis Ragam Polariton Fonon Dalam Bahan *Giant Dielectric* L_i and T_i doped N_iO "

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Sains

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 18 Juni 2013

Pembimbing

Widayanti, M.Si

NIP.19760526 200604 005

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama : Siti Noor Fatmah
NIM : 07620009
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Kajian Teoritis Ragam Polariton Fonon Dalam Bahan *Giant Dielectric* L_i dan T_i doped N_iO (LTNO)” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 18 Juni 2013

Penulis,



Siti Noor Fatmah

NIM. 07620009

KATA PENGANTAR



Bismillahirrahmaanirrahiim

Alhamdulillah *Rabbil 'alamiin*, puji syukur senantiasa tercurah limpahkan atas kehadiran Allah Azza wa jalla, yang menciptakan alam semesta beserta isinya, meniupkan ruh – ruh kehidupan bagi seluruh umat manusia, memberi segala kenikmatan bagi manusia untuk dapat hidup didunia, dan nikmat yang terbesar diantara nikmat tersebut yaitu nikmat iman serta islam, karena dengan nikmat itulah penulis dapat bersyukur dan bertafakur atas segala karunia yang telah Allah SWT berikan kepada penulis hingga saat ini. Salah satu karunia – Nya telah dituangkan dalam proses penulisan skripsi ini, mulai dari awal penulisan hingga penulisan ini dapat terselesaikan. Sholawat beserta salam kepada baginda, pembawa risalah kebenaran, pendobrak kebathilan yakni habibana wanabiana Muhammad SAW, dan kepada keluarganya, sahabatnya, hingga kepada umatnya sampai akhir jaman.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan motivasi. Untuk itu dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Musa Asyarie, selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

2. Bapak Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A.,P h.D selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Nita Handayani, M.Si selaku Kepala Jurusan Program Studi Fisika.
4. Ibu Widayanti, M.Si selaku Dosen Pembimbing dalam penulisan skripsi ini, terima kasih atas kesabaran ibu dalam membimbing dan memotivasi penulis untuk tetap terus belajar, disiplin, dan beramal sholeh didalam kehidupan.
5. Dosen Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, khususnya Ibu Widayanti, M.Si yang telah memberikan pencerahan, membagikan ilmunya yang sangat bermanfaat kepada penulis dan menjadikan penulis jauh lebih paham akan ilmu fisika.
6. Bapak Joko Purwanto, M.Sc dan Ibu Asih Melati M.Sc selaku penguji skripsi, terimakasih atas saran dan koreksi yang telah bapak dan ibu berikan kepada penulis.
7. Seluruh staf dan karyawan di bagian Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
8. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang tulus memberikan kasih sayang yang berlimpah, selalu sabar dalam menasehati, selalu memberi restu serta dukungan penuh atas segala impian dan cita – cita yang ingin penulis capai, dan selalu mendo'akan anaknya agar menjadi anak yang sholehah, bermanfaat ilmunya bagi masyarakat, sehingga dapat sukses di dunia dan akhirat.

9. Kakak dan adik tersayang, terimakasih atas motivasi agar segera menyelesaikan skripsi ini supaya penulis dapat berkontribusi di masyarakat.
10. Seseorang yang telah menjadi sumber motivasi, tempat berbagi di saat suka maupun duka, semoga kita tetap selalu bersama.
11. Seluruh teman-teman Fisika khususnya teman-teman senasib dan seperjuangan Fisika'07 mari kita bawa nama baik almamater kita dalam pengabdian kita di masyarakat.
12. Segenap pihak yang telah ikut andil dalam proses penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Dengan segala keterbatasan ilmu, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Untuk itu tetesan saran dan kritik dari semua pihak sangat diharapkan. Akhir penghantar ini, penulis juga berdoa semoga seluruh amal baik pihak-pihak yang telah disebut oleh penulis tadi, dibalaskan seluruh kebaikannya oleh Allah SWT dengan sebaik-baiknya balasan. Amiin....

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Penulis

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya ini untuk :

- **Ayahanda dan Ibunda tercinta**
- **Kakak dan adekku tersayang**
 - **Kekasihku Tercinta**
- **Seluruh guruku baik di sekolah maupun pesantren**
- **Seluruh teman seperjuangan dalam menuntut ilmu**

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL DAN GAMBAR	xi
ABSTRAKSI.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Studi Pustaka	7
2.2 Polariton Pada Bahan Dielektrik Isotropik.....	11
2.3. Struktur Kristal Li dan Ti doped NiO (LTNO)	14
2.4 Persamaan-Persamaan Maxwell	20
2.5 Konsep Attenuated Total Reflection (ATR)	23

BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Materi Penelitian.....	29
3.2 Prosedur Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Relasi Dispersi	34
4.2 Perhitungan ATR	41
BAB V KESIMPULAN.....	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR TABEL DAN GAMBAR

Halaman

Tabel 2.1	Perbedaan dengan penelitian yang pernah dilakukan	11
Tabel 3.1	Parameter-parameter fonon pada bahan dielektrik LTNO	30
Gambar 2.1	Ketergantungan temperatur (a) dielektrik konstan (b) loss tan δ untuk LTNO di berbagai frekuensi antara 100 Hz dan 1 MHz	15
Gambar 2.2	Struktur sel nikel oksida (NiO)	16
Gambar.2.3	Perbandingan spektrum inframerah LTNO dan NiO (a) Reflektifitas (b) Konduktivitas (c) Konstanta dielektrik	16
Gambar 2.4	Suhu reflektifitas (a) LTNO (b) NiO	17
Gambar 2.5	Grafik $R - \omega$ menggunakan model Drude-Lorentz dengan variasi suhu 50K s/d 300K	18
Gambar 2.6	Integral permukaan pada bidang batas dua medium yang digunakan pada penurunan syarat batas medan \vec{D} dan medan \vec{B}	22
Gambar 2.7	Integral loop Amperian pada bidang batas dua medium yang digunakan pada penurunan syarat batas medan \vec{E} dan medan \vec{H}	23
Gambar 2.8	Gelombang datang \vec{k} menuju suatu antarmuka medium yang berbeda	24
Gambar 2.9	Sistem ATR konfigurasi Otto	27
Gambar 3.1	Geometri yang digunakan adalah perambatan gelombang sepanjang sumbu y.	29
Gambar 3.2	Skema prosedur perhitungan relasi dispersi	32

Gambar 3.3	Skema prosedur perhitungan ATR.....	33
Gambar 4.1	Geometri yang digunakan adalah perambatan gelombang sepanjang sumbu Material dielektrik (LTNO) menempati daerah $z > 0$	34
Gambar 4.2	Kurva relasi dispersi ragam polariton limbak dan ragam polariton permukaan pada suhu 300K.....	38
Gambar 4.3	Kurva relasi dispersi ragam polariton limbak dan ragam polariton permukaan pada suhu 250K.....	39
Gambar 4.4	Kurva relasi dispersi ragam polariton limbak dan ragam polariton permukaan pada suhu 200K.....	39
Gambar 4.5	Kurva relasi dispersi ragam polariton limbak dan ragam polariton permukaan pada suhu 150K.....	40
Gambar 4.6	Kurva relasi dispersi ragam polariton limbak dan ragam polariton permukaan pada suhu 50K.....	40
Gambar 4.7	Sistem ATR konfigurasi Otto dengan dua antar muka, yaitu prisma-udara dan udara-sampel.....	42
Gambar 4.8	Reflektivitas sebagai fungsi frekuensi pada 300 K dengan variasi permitivitas.....	50
Gambar 4.9	Reflektivitas sebagai fungsi frekuensi dengan variasi lebar celah d.....	51
Gambar 4.10	Reflektivitas sebagai fungsi frekuensi dengan variasi sudut datang.....	52

KAJIAN TEORITIS RAGAM POLARITON FONON DALAM BAHAN GIANT DIELEKTRIC Li dan Ti doped NiO (LTNO)

Siti Noor Fatmah
07620009

INTISARI

Telah dilakukan telaah teoritis terhadap kurva dispersi polariton permukaan bahan giant dielectric Li dan Ti doped NiO (LTNO). Telaah ini memberikan deskripsi teoritis ragam limbak dan ragam permukaan bahan LTNO pada daerah frekuensi $0 - 100 \text{ cm}^{-1}$. Kajian teoritik terlebih dahulu dilakukan untuk menurunkan perumusan relasi dispersi yang diperoleh melalui persamaan-persamaan Maxwell. Substitusi yang dilakukan untuk medan \vec{E} dan \vec{H} ke dalam persamaan diferensial gelombang serta penggunaan syarat batas dua medium menghasilkan relasi dispersi. Dinamika internal atau parameter-parameter sistem terkandung dalam permitivitas bahan.

Diperoleh bahwa polariton permukaan hanya merambat dalam ragam TM (Transverse Magnetic) atau polarisasi p dan bersifat resiprokal dimana perubahan arah vektor gelombang tidak menyebabkan perubahan frekuensi atau $\omega(\vec{q}) = \omega(-\vec{q})$.

Perhitungan reflektivitas ATR menunjukkan keberadaan polariton permukaan ragam TM pada saat jarak antara prisma dan sampel mencapai nilai optimum $1 \times 10^{-1} \text{ cm}$. Terbukti pula bahwa perhitungan reflektivitas ATR yang diperoleh bersesuaian dengan relasi dispersinya.

Kata Kunci : Polariton Fonon – Giant Dielectric–Resiprokal

THEORETICAL STUDIES OF PHONON POLARITON MODES IN GIANT DIELECTRIC MATERIALS Li and Ti doped NiO (LTNO)

Siti Noor Fatmah
07620009

ABSTRACT

A theoretical study of the polariton dispersion curves on the surface of the giant dielectric material Li and Ti doped NiO (LTNO) has been done. This study gives a theoretical description of the (LTNO) surface and bulk modes at frequency range of 0-100 cm^{-1} . The dispersion relation is obtained through Maxwell equation. Substitution of \vec{H} field and \vec{E} field into the wave differential equation and application of boundary conditions will lead to the dispersion relations. The dynamics of internal or parameters system is included in the material permittivity.

The surface polariton only propagate in TM mode (Transverse Magnetic) and they are reciprocal in the sense that the change of wave vector direction does not change the frequency, or $\omega(\vec{q}) = \omega(-\vec{q})$.

The computation of ATR (Attenuated Total Reflection) reflectivity shows that the surface polariton can be detected when the distance between the Silicon prism and the sample reaches an optimum value of 0,1 cm. Surface modes are also provided by using ATR which is in agreement with the relation dispersion.

Key words : Phonon Polariton – Giant Dielectric–Reciprocal

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Polariton didefinisikan sebagai kopling antara gelombang elektromagnetik (foton) dengan eksitasi dasar bahan (Barnas, 1986). Sifat-sifat lebih jauh dari polariton ditentukan oleh jenis eksitasi dasar yang terlibat. Dengan mengamati perilaku polariton dalam suatu bahan, maka akan dapat diperoleh informasi yang berguna tentang kuantitas karakteristik bahan tersebut (Widayanti, 2006). Hasil gandengan antara foton dengan fonon disebut polariton fonon. Kajian terhadap polariton fonon telah dilakukan dalam beberapa tahun terakhir. Pada saat ini, kajian mengenai ragam polariton fonon tersebut dikembangkan lagi terutama tentang ragam polariton fonon pada bahan dielektrik.

Dielektrik adalah suatu bahan yang memiliki daya hantar arus yang sangat kecil atau bahkan hampir tidak ada. Bahan dielektrik mempunyai kontribusi yang besar pada kapasitor. Dalam kapasitor, jika medan listrik dengan frekuensi sangat tinggi terpasang, maka bahan akan terionisasi dan menjadi konduktor. Hal ini bisa digunakan untuk deteksi frekuensi sinyal atau yang biasa disebut filter elektronik. Selain itu, material dengan konstanta dielektrik yang besar dapat diaplikasikan dalam hal divais memory (Homes dkk, 2003).

Bahan yang mempunyai konstanta dielektrik yang sangat besar biasa disebut Giant Dielectric. Giant Dielectric baru dengan sifat unik yang telah ditemukan adalah L_i dan T_i doped N_iO (LTNO). Bahan ini pertama kali dipublikasikan oleh (Wu dkk, 2002). Perilaku menakjubkan yang ditunjukkan oleh LTNO adalah konstanta dielektriknya bisa mencapai $\epsilon > 10^5$ pada frekuensi ($10^2 - 10^6$ Hz). Selain mempunyai konstanta dielektrik yang besar, material LTNO ini juga merupakan bahan yang nonperovskite dan bebas timah. Dari bahan inilah akan dihasilkan suatu piranti elektronik dengan kualitas yang bagus karena nilai kapasitansi kapasitornya yang besar akan dapat dihasilkan.

Menurut (Kim dkk, 2004), bahan LTNO ini merupakan salah satu kristal dengan struktur kubik. Berdasarkan struktur kristal yang dimiliki tersebut, maka material LTNO bersifat isotropik. Selain itu, LTNO merupakan bahan giant dielectric dengan eksitasi dasar yang dimiliki adalah fonon (Kim dkk, 2004). Dengan demikian sifat-sifat dari LTNO ini dapat diperoleh melalui perilaku polariton fonon pada permukaan lapisannya.

Fonon sebagai eksitasi dasar akan mengalami kopling dengan gelombang elektromagnetik yang dikenakan pada bahan. Dinamika yang terjadi pada kristal dielektrik LTNO ini akan diamati melalui karakteristik spektrum polariton fonon pada permukaannya, kemudian dipresentasikan oleh relasi dispersinya. Relasi dispersi ini terlebih dahulu diturunkan dengan menggunakan persamaan-persamaan Maxwell. Metode lain yang digunakan untuk mengamati keberadaan polariton permukaan suatu medium adalah

dengan teknik ATR (Attenuated Total Reflection). ATR melibatkan suatu gelombang fana (evanescent wave) yang terjadi pada antarmuka antara medium dan udara ketika cahaya dari suatu medium dengan indeks bias yang tinggi mengalami pemantulan internal total (Aers dan Boardman,1980).

Hal inilah yang menjadi latar belakang ketertarikan penulis untuk mempelajari polariton fonon pada bahan L_i dan T_i doped N_iO (LTNO). Sejauh ini, dari literatur-literatur yang telah ditelusuri, belum terdapat laporan mengenai pembahasan tersebut. Oleh karena itu, berdasarkan manfaat yang sudah kita bahas diatas semoga penelitian ini bisa sedikit memberikan sumbangan dalam dunia ilmu pengetahuan dan teknologi.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah disebutkan di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini.

Masalah-masalah yang dimaksud antara lain:

1. Bagaimana bentuk relasi dispersi ragam polariton fonon yang mengaitkan frekuensi dengan bilangan gelombang dalam bahan L_i dan T_i doped N_iO (LTNO).
2. Apakah polariton permukaan pada bahan tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan teknik ATR.

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan perumusan masalah di atas maka penelitian ini hanya dibatasi pada masalah penentuan relasi dispersi dengan menggunakan persamaan-persamaan Maxwell dan pembuktian keberadaan polariton permukaan dengan menggunakan reflektivitas ATR konfigurasi Otto.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas maka tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah :

1. Menurunkan secara analitik relasi dispersi polariton permukaan pada bahan L_i dan T_i doped N_iO (LTNO) dan selanjutnya analisis numerik digunakan untuk mendapatkan kurva relasi dispersinya.
2. Memperoleh spektrum ATR sebagai kopling antara foton dengan fonon untuk membuktikan keberadaan polariton permukaan pada bahan tersebut.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian yang diperoleh dapat digunakan untuk melihat daerah-daerah frekuensi terdapatnya ragam polariton permukaan pada material L_i dan T_i doped N_iO (LTNO).
2. Hasil penelitian yang diperoleh dapat digunakan sebagai acuan atau panduan untuk meneliti secara lebih mendalam terutama pada kajian eksperimennya.

3. Hasil penelitian yang dicapai dapat digunakan untuk melihat sifat-sifat fisis material L_i dan T_i doped N_iO (LTNO).

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini dikelompokkan menjadi lima bab. diantaranya sebagai berikut:

Bab I : Pendahuluan

Pada bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Berisi mengenai penelitian sebelumnya serta menguraikan teori-teori yang mendasari kajian tentang polariton yaitu polariton dalam bahan dielektrik Isotropik, struktur kristal L_i dan T_i doped N_iO (LTNO), persamaan-persamaan Maxwell, dan konsep attenuated total reflection (ATR).

Bab III : Metode Penelitian

Pada bab ini berisi tentang metodologi penelitian baik materi maupun prosedur penelitian.

Bab IV : Hasil dan Pembahasan

Berisi hasil-hasil yang diperoleh yaitu relasi dispersi dan perhitungan reflektivitas ATR dari penelitian disertai pembahasan dan analisisnya

Bab V : Penutup

Pada bab ini diberikan kesimpulan dan saran mengenai ragam polariton permukaan pada bahan L_i dan T_i doped N_iO (LTNO).

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Merujuk pada tujuan penelitian dan hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Ragam penjalaran yang terdapat pada bahan dielektrik L_i dan T_i doped N_iO (LTNO) adalah ragam TM (Transverse magnetic) atau polarisasi p yaitu ragam dengan vektor polarisasi sejajar pada vektor perambatan gelombang.
2. Arah perambatan polariton permukaan pada bahan L_i dan T_i doped N_iO (LTNO) bersifat resiprokal dimana perubahan arah vektor perambatan tidak mengubah nilai frekuensi $\omega(\vec{q}) = \omega(-\vec{q})$. Polariton fonon permukaan terletak pada daerah sekitar 13.13 cm^{-1} , 16.96 cm^{-1} , 19.70 cm^{-1} , 22.43 cm^{-1} dan 25.14 cm^{-1} untuk variasi suhu 300 K, 250 K, 200 K, 150 K dan 50 K.
3. Perhitungan ATR (Attenuated Total Reflection) dapat digunakan untuk membuktikan keberadaan ragam polariton pada bahan L_i dan T_i doped N_iO (LTNO), apabila jarak antara prisma dan sampel mencapai nilai optimum $d=1 \times 10^{-1} \text{ cm}$ dengan prisma silikon ($\epsilon_p = 11,56$), dan sudut datang 30° .

5.2. Saran

Penelitian secara eksperimen perlu dilakukan untuk membuktikan hasil-hasil yang diperoleh melalui kajian teoritik ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aers, G.C., dan Boardman, A.D., 1980, Attenuated Total Reflection Analysis of Surface Polariton, dalam Physics Program, editor : A.D.Boardman, John Willey & Sons
- Barnas, J., 1986, Electromagnetic Modes in Magnetic System with Linear Magneto-Electric Interactions, Journal of magnetism and magnetic material 62, hal 381-391.
- Cottam, M.G. and Tilley, D.R., 1989, Introduction to surface and superlattice Excitations, Cambridge University Press.
- Griffith, J. 1989. Introduction Classical Electrodynamics, John Wiley & Sons, New York
- Hasibuhan, M.S., 2006. Kajian Teoritis Ragam Polariton Fonon Pada Permukaan Bahan Dielektrik $\text{BaMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ (BMN), Tesis S2, Sekolah Pasca Sarjana UGM
- Homes, C. C., Vogt, T., Saphiro, S. M., Wakimoto, S., Ramirez, A. P., 2003, Charge transfer in the high dielectric constant material $\text{Ca}_3\text{TiO}_{12}$ and $\text{Ca}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$, Physical Review B 67, 092106
- Jackson, J. D., 1999, Classical Electrodynamics, 3th ed, John Wiley & Sons, New York, 237-280..
- Kim., Yungwoo Lee., M.G. Kim., A.Souchkov., J.S. Lee., H.D. Drew., S.J. Oh., W. Nan and E.J. Choi., 2004, Infrared Study of Giant Dielectric Constant in Li- and Ti- Doped NiO, Physical Review B 70, 172106
- Levi, L., 1926, Applied Optics vol 2, John Wiley and Sons, New York
- Melati, Asih., 2009, “Kajian Analitik dan Numerik Polariton Fonon Permukaan pada lapisan Tipis Material Giant Dielektrik $\text{Ca}_x\text{Cu}_y\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ (CCTO)” Tesis S2, Sekolah Pasca Sarjana UGM
- Mills, D.L dan Burstein, E., 1973 ., Polariton : The Electromagnetic Modes of Media, Rep. Prog. Phys. 37 817-926
- Otto, A., 1976, Spectroscopy of Surface Polaritons by Attenuated Total Reflection : Optical Properties of Solid, New Development, edited : B. O. Seraphin, North Holland Co. Ltd, Oxford, 679-729.

- Sudarmono., 2006, “Kajian Teoritis Ragam Polariton Permukaan Material Baru $\text{CaCuTi}_4\text{O}_{12}$ (CCTO)” Tesis S2, Sekolah Pasca Sarjana UGM.
- Widayanti., 2006, “*Kajian Teoritis Ragam Polariton Fonon Dalam Bahan Ferroelektrik $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{13}$ (BTO)*” Tesis S2, Sekolah Pasca Sarjana UGM
- Wu.,Ce-Wen Nan.,Yuanhua Lin.,and Yuan Deng.,2002. Giant Dielectric Permittivity Observed in Li and Ti Doped NiO,Physical Review ,89.217601
- Yu-Jen Hsiao, 2006, High Dielectric Permittivity of Li and Ta codoped NiO Ceramics, Taiwan Republic Of China