

**KAJIAN TEORITIS KOMPUTASI *SURFACE*  
*PLASMON RESONANCE* (SPR) SEBAGAI SENSOR  
DETEKSI GELATIN BABI BERBASIS  
NANOMATERIAL  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  – CNT**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Diajukan oleh:

**Maulina Lutfiyah**

**13620049**

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**2017**



**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor :B- 1806 /Un.02/DST/PP.05.3/06/2017

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Kajian Teoritis Komputasi *Surface Plasmon Resonance* (SPR) Sebagai Deteksi Gelatin Babi Berbasis Nanomaterial Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-CNT.

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Maulina Lutfiyah  
NIM : 13620049  
Telah dimunaqasyahkan pada : 17 Mei 2017  
Nilai Munaqasyah : A  
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sidang

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

Penguji I

Retno Rahmawati, S.Si., M.Si  
NIP.19821116 200901 2 006

Penguji II

Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc  
NIP. 19811111 201101 1 007

Yogyakarta, 2 Juni 2017  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Dekan



Dr. Murtoto, M.Si  
NIP. 19891212 200003 1 001





**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

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 : Maulina Lutfiyah

NIM : 13620049

Judul Skripsi : Kajian Teoritis Komputasi *Surface Plasmon Resonance* (SPR) sebagai Sensor Deteksi Gelatin Babi Berbasis Nanomaterial Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-CNT

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 jurusan Fisika.

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, 12 Mei 2017

Pembimbing

Asih Melati, M.Sc.

NIP. 19841110 201101 2 017



## NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/ Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

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

Nama : Maulina Lutfiyah

NIM : 13620049

Judul Skripsi : Kajian Teoritis Komputasi *Surface Plasmon Resonance* (SPR) sebagai Sensor Deteksi Gelatin Babi Berbasis Nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -CNT

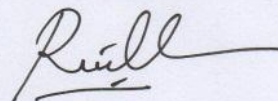
Sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam ilmu Fisika.

Demikian yang dapat kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Yogyakarta, 2 Juni 2017

Konsultan



Retno Rahmawati, S.Si., M.Si.

NIP. 19821116 200901 2 006



## NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/ Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

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

Nama : Maulina Lutfiyah

NIM : 13620049

Judul Skripsi : Kajian Teoritis Komputasi *Surface Plasmon Resonance* (SPR) sebagai Sensor Deteksi Gelatin Babi Berbasis Nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -CNT

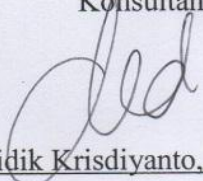
Sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam ilmu Fisika.

Demikian yang dapat kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Yogyakarta, 2 Juni 2017

Konsultan

  
Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc.

NIP. 19811111 201101 1 007

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun , sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 12 Mei 2017



Maulina Lutfiyah  
13620049

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## MOTTO

*“Bacalah dengan menyebut nama Tuhanmu yang  
menciptakan.”*

*(Q.S. Al Alaq: 1)*

*“Life is not about who you once were. It is about who you are  
right now and the person you have potential to become.”*

*(Budi Waluyo)*

*Karena,*

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu  
kaum kecuali kaum itu sendiri merubah nasibnya.”*

*(Q.S. Ar Ra'd: 11)*

*Jadi,*

*“Berpijak di bumi yang tua dengan ilmu, iman, dan takwa.”*

*(Maulina Lutfiyah)*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Skripsi ini penulis persembahkan kepada:*

*~ Kedua orang tua tercinta, bapak Sugeng dan ibu Jumi'atun*

*~ Kakak tercinta, Umi Farida*

*~ Almamater tercinta Program Studi Fisika Fakultas Sains dan*

*Teknologi UIN Sunan Kalijaga*

*~ Juga seluruh keluarga besar dan teman-teman yang telah*

*membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini*

*~ Serta pembaca sekalian.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh*

*Alhamdulillahirabbil'alamiin*, puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya serta karunia nikmat yang tak terhitung sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Sholawat serta salam selalu terlimpahkan kepada nabi serta rasul terakhir, Muhammad SAW, yang telah membimbing umatnya ke jalan yang diridhoi Allah SWT.

Skripsi dengan judul “Kajian Teoritis Komputasi *Surface Plasmon Resonance* (SPR) sebagai Sensor Deteksi Gelatin Babi Berbasis Nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -CNT” ini disusun sebagai salah satu prasyarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Semoga karya ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di Indonesia.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini, penulis banyak memperoleh bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Kedua orang tua ku, Bapak Sugeng dan Ibu Jumiatusun, yang telah memberikan doa restu dan nasehatnya, serta kakakku Umi Farida atas dorongan dan semangatnya kepada penulis.
2. Dr. Murtono, M.Si. selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

3. Bapak Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Fisika.
4. Bapak Frida Agung Rachmadi, M.Sc. selaku Dosen Penasehat Akademik.
5. Ibu Asih Melati, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang sabar dan penuh perhatian dalam memberikan nasehat, arahan, dan bimbingan serta bersedia meluangkan waktunya selama pengerjaan skripsi ini berlangsung.
6. Ibu Retno Rahmawati, M.Si. dan bapak Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan, ilmu, kritik, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan ini dengan baik.
7. Para dosen program Studi Fisika yang telah memberikan ilmunya kepada penulis, semoga kebaikan bapak-ibu menjadi amal jariyah.
8. Tim pengelola beasiswa Bidikmisi yang telah membantu menyalurkan dana beasiswa sehingga penulis dapat menyelesaikan kuliahnya hingga skripsi.
9. Kak Mawar dan kak Devi yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi dan memberikan nasehat-nasehat.
10. Teman-teman SBGA #2 kelas Korea B, kak Putri, kak Ikhwan, dan terutama kak Alif yang banyak memberi motivasi dan membantu dalam pencarian referensi untuk skripsi ini.
11. Sahabat-sahabatku di keluarga Fisika 2013 (Vicga, Aphri, Karin, Desri, Mifta, Lisa a.k.a “tetangga”, dan semuanya), semoga selalu bisa “Bersama, Bersatu, Maju”. Jangan pernah lupakan lumba-lumba warna *orangenya* ya.
12. Sahabat-sahabatku di kos Mikandry (Dewi, Ika, Ani, MbK Nurul, MbK Nur, dan semuanya) atas kebersamaan, motivasi serta dukungannya.



13. Keluarga Bidikmisi angkatan 2013 semoga kita menjadi *Gold Generation* seperti jargon kita.
14. Teman-teman *study club* Fisika Material UIN Sunan Kalijaga
15. Semua pihak yang terlibat dalam penelitian dan penulisan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan-kebaikan dan mengampuni kesalahan-kesalahan kita semua. Akhir kata, penulis memohon maaf apabila terdapat hal-hal yang tidak berkenan dalam penulisan skripsi ini.

Yogyakarta, Mei 2017

Penulis



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

# **Kajian Teoritis Komputasi *Surface Plasmon Resonance* (SPR) sebagai Sensor Deteksi Gelatin Babi Berbasis Nanomaterial Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>- CNT**

**Maulina Lutfiyah**  
**13620049**

## **INTISARI**

Pendeteksian biomolekul secara akurat dapat dilakukan melalui fenomena *Surface Plasmon Resonance* (SPR). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan nanomaterial Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dan *Carbon Nanotube* (CNT) dalam konfigurasi Kretschmann dan Otto serta penggunaannya sebagai sensor deteksi gelatin babi. Penelitian dilakukan secara teoritis dengan mencari persamaan reflektansi dan secara komputasi menggunakan *software* Matlab versi 7.12.0 untuk mengetahui sudut SPR serta nilai reflektansinya. Penelitian ini menggunakan metode ATR dengan dua konfigurasi yaitu konfigurasi Kretschmann dan konfigurasi Otto. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan sinar laser HeNe dengan panjang gelombang 632,8 nm, prisma setengah lingkaran jenis BK7, lapisan logam berupa nanopartikel emas. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah kedua konfigurasi tersebut dapat digunakan dalam pendeteksian biomolekul gelatin babi. Ketebalan terbaik lapisan emas dan lapisan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> secara berturut-turut adalah 50 nm dan 0,05 nm. Penggunaan nanopartikel MWCNT tidak efektif dalam pendeteksian biomolekul berbasis SPR. Sedangkan ketebalan SWCNT yang digunakan adalah 15 nm. Material SWCNT juga terbukti lebih baik digunakan dalam sistem SPR. Berdasarkan kajian yang diperoleh ternyata konfigurasi Otto lebih sensitif digunakan dalam sistem SPR dengan ketebalan celah udara sebesar 30 nm.

Kata kunci: *Carbon nanotube*, gelatin babi, nanomaterial Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, *Surface Plasmon Resonance*.



# **Study of Computational Theory of Surface Plasmon Resonance (SPR) for Porcine Gelatine Detected Sensor Based Nanomaterial $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -CNT**

**Maulina Lutfiyah**  
**13620049**

## **ABSTRACT**

*Accurate biomolecular detection can be performed through the Surface Plasmon Resonance (SPR) phenomenon. This study was conducted to determine the effect of the addition of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  and Carbon Nanotube (CNT) nanomaterials in the Kretschmann and Otto configurations and their use as porcine detection sensors. The research was conducted theoretically by finding the equation of reflectance and computationally using Matlab software version 7.12.0 to know SPR angle and reflectance value. This research uses ATR method with two configuration that is Kretschmann configuration and Otto configuration. The modeling was finished using HeNe laser light on 632,8 nm wavelength, semi-circle prism type BK7, metal layer of gold nanoparticles. The results of these research can be used in the detection of porcine gelatin by both configurations. The best thickness of the gold layer and  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  layer are 50 nm and 0.05 nm. The applied of MWCNT nanoparticles is not effective in the detection of biomolecules based SPR. While the thickness of SWCNT used is 15 nm. The SWCNT material also proved to be better used in SPR systems. Based on the study obtained it is more sensitive Otto configuration used in SPR system with air gap thickness of 30 nm.*

*Keywords: Carbon nanotube, nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , porcine gelatin, Surface Plasmon Resonance.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/ TUGAS AKHIR .....	iii
NOTA DINAS KONSULTAN .....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
MOTTO .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
INTISARI.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Masalah .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Studi Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori .....	12
2.2.1 Fenomena Optis dalam Medium .....	12
2.2.2 <i>Surface Plasmon Resonance</i> .....	17
2.2.3 <i>Atteuated Total Reflection</i> / Pemantulan Total Teredam .....	25
2.2.4 Material $Fe_3O_4$ .....	26
2.2.5 Material <i>Carbon Nanotube</i> .....	28
2.2.6 Gelatin Babi .....	30



BAB III METODE PENELITIAN.....	34
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	34
3.3 Prosedur kerja .....	34
3.4 Algoritma Pemrograman.....	36
3.5 Diagram Alir .....	37
3.6 Metode Analisa Data .....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	39
4.1 Pengamatan SPR dengan Konfigurasi Kretschmann.....	41
4.1.1 Kajian Teoritis.....	41
4.1.2 Kajian Komputasi .....	46
4.2 Pengamatan SPR dengan Konfigurasi Otto .....	53
4.2.1 Kajian Teoritis.....	53
4.2.2 Kajian Komputasi .....	60
BAB V PENUTUP.....	68
5.1 Kesimpulan .....	68
5.2 Saran .....	69
DAFTAR PUSTAKA .....	70
LAMPIRAN 1 .....	74
LAMPIRAN 2.....	98
LAMPIRAN 3.....	120
CURICULUM VITAE.....	128

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan dengan penelitian yang pernah dilakukan .....	11
Tabel 2. 2 Sifat- sifat optis CNT dalam panjang gelombang 632,8 nm.....	30
Tabel 2. 3 Sifat-sifat Mekanis CNT .....	30
Tabel 4. 1 Variasi ketebalan nanopartikel emas konfigurasi Kretschmann .....	47
Tabel 4. 2 Variasi ketebalan nanopartikel Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> konfigurasi Kretschmann .....	49
Tabel 4. 3 Variasi ketebalan MWCNT konfigurasi Kretschmann .....	50
Tabel 4. 4 Variasi ketebalan SWCNT konfigurasi Kretschmann .....	51
Tabel 4. 5 Variasi ketebalan celah udara konfigurasi Otto .....	60
Tabel 4. 6 Variasi ketebalan lapisan nanopartikel emas konfigurasi Otto .....	62
Tabel 4. 7 Variasi ketebalan nanopartikel Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> konfigurasi Otto .....	63
Tabel 4. 8 Variasi ketebalan MWCNT konfigurasi Otto .....	64
Tabel 4. 9 Variasi ketebalan SWCNT konfigurasi Otto .....	65



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Polarisasi $p$ (kiri) dan polarisasi $s$ (kanan) .....	15
Gambar 2. 2 Pemantulan dan pembiasan cahaya .....	15
Gambar 2. 3 Gambar pita gelap terang yang teramati oleh Wood.....	18
Gambar 2. 4 Ilustrasi gelombang SPR dan penguatan medan listrik dari gelombang <i>evanescent</i> (Ahmad. 2013) .....	19
Gambar 2. 5 Gelombang pada medium logam dan dielektrik (Yamamoto, 2008)20	
Gambar 2. 6 Kurva dispersi gelombang cahaya dan SPR (Won, 2005) .....	22
Gambar 2. 7 Kurva SPR variasi ketebalan lapisan campuran ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ dan DNA) pada fraksi material campuran; diameter $\text{Fe}_3\text{O}_4 = 10$ nm dan diameter DNA = 2,3 nm (Sari, 2012) .....	24
Gambar 2. 8 Konfigurasi Otto (Arifin, 2009) .....	26
Gambar 2. 9 Konfigurasi Kretschmann (Arifin. 2009) .....	26
Gambar 2. 10 Partikel $\text{Fe}_3\text{O}_4$ : (a) Serbuk $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , (b) Struktur $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .....	27
Gambar 2. 11 Struktur CNT .....	28
Gambar 2. 12 Bentuk CNT, (a) MWCNT dan (b) SWCNT .....	29
Gambar 2. 13 Struktur kimia gelatin (Islamiah, 2016) .....	32
Gambar 3. 1 Prosedur Kerja.....	35
Gambar 3. 2 Diagram alir.....	37
Gambar 4. 1 Grafik reflektansi terhadap sudut datang saat prisma kosong dengan software Matlab 7.12.0 (kiri) dan aplikasi winspall 3.02 (kanan) ...	40
Gambar 4. 2 Pemodelan sistem optik SPR 3 layer konfigurasi Kretschmann .....	41
Gambar 4. 3 Pemodelan sistem optik SPR 4 layer konfigurasi Kretschmann .....	42
Gambar 4. 4 Pemodelan sistem optik SPR 5 layer konfigurasi Kretschmann .....	43
Gambar 4. 5 Pemodelan sistem optik SPR 6 layer konfigurasi Kretschmann .....	44
Gambar 4. 6 Grafik SPR konfigurasi Kretschmann pada sistem 3 layer dengan variasi ketebalan emas .....	47
Gambar 4. 7 Grafik SPR konfigurasi Kretschmann pada sistem 4 layer dengan variasi ketebalan $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .....	49



Gambar 4. 8 Grafik SPR konfigurasi Kretschmann dengan variasi ketebalan MWCNT .....	50
Gambar 4. 9 Grafik SPR konfigurasi Otto pada sistem 5 layer dengan variasi ketebalan SWCNT .....	51
Gambar 4. 10 Grafik SPR dengan penambahan nanopartikel Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> dan CNT dengan konfigurasi Kretschmann sebagai sensor deteksi gelatin babi .....	52
Gambar 4. 11 Pemodelan sistem optik SPR 4 layer konfigurasi Otto .....	53
Gambar 4. 12 Pemodelan sistem optik SPR 5 layer konfigurasi Otto .....	54
Gambar 4. 13 Pemodelan sistem optik SPR 6 layer konfigurasi Otto .....	56
Gambar 4. 14 Pemodelan sistem optik SPR 7 layer konfigurasi Otto .....	58
Gambar 4. 15 Grafik SPR konfigurasi Otto pada sistem 4 layer dengan variasi ketebalan lapisan udara .....	60
Gambar 4. 16 Grafik SPR konfigurasi Otto pada sistem 4 layer dengan variasi ketebalan lapisan nanopartikel emas .....	61
Gambar 4. 17 Grafik SPR konfigurasi Otto pada sistem 5 layer dengan variasi ketebalan nanopartikel Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	63
Gambar 4. 18 Grafik SPR konfigurasi Otto dengan variasi ketebalan MWCNT .	64
Gambar 4. 19 Grafik SPR konfigurasi Otto dengan variasi ketebalan lapisan SWCNT .....	65
Gambar 4. 20 Grafik SPR konfigurasi Otto dengan penambahan nanopartikel SWCNT sebagai deteksi gelatin babi .....	66

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan sains dan teknologi saat ini dirasa sangat cepat sehingga menuntut para akademika untuk terus mengembangkan ilmunya agar mampu bersaing dengan dunia luar. Terlebih lagi, saat ini telah masuk pada sistem perdagangan bebas se-ASEAN (MEA). Persaingan pasar juga menjadi lebih luas. Saat ini, banyak sekali penelitian yang menggunakan biosensor karena manfaatnya dalam bidang pelayanan masyarakat yang sangat bagus. Menurut *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC), biosensor merupakan alat atau perangkat analisis yang menggunakan reaksi biokimia tertentu yang dimediasi oleh enzim-enzim, immunosistem, jaringan, organel, atau sejumlah sel terisolasi untuk mendeteksi campuran kimia dengan keluaran berupa sinyal listrik, panas, atau optik. Sistem biosensor dapat dikembangkan melalui fenomena *Surface Plasmon Resonance* (SPR). Sistem peralatan SPR akan membantu perkembangan teknologi baik di bidang kesehatan, obat-obatan, maupun di bidang industri. Sistem biosensor pada SPR diharapkan mampu digunakan sebagai sensor deteksi kehalalan suatu produk.

Kehalalan suatu produk baik obat maupun makanan saat ini menjadi perhatian besar di kalangan masyarakat, terutama di Indonesia yang mayoritas penduduknya muslim. Berdasarkan *Journal Halal* (Kuala Lumpur), dalam 10 tahun terakhir ini pasar makanan halal dunia sudah bernilai sekitar

632 miliar dolar per tahunnya. Nilai pasar makanan halal dunia setara dengan 16% dari total industri makanan di seluruh dunia berdasar perhitungan majalah Time. Indonesia yang mempunyai penduduk mayoritas muslim memang sudah selayaknya turut berperan dalam mengembangkan pasar halal. Bukan hanya sekedar untuk menunjukkan eksistensi negara dan turut mengambil peluang pasar, tapi lebih difokuskan untuk melindungi penduduknya dari mengkonsumsi sesuatu yang haram. Oleh karena itu Indonesia harus bisa menjamin kehalalan produk-produk industri dalam negeri dan menjamin kehalalan produk-produk yang diimpornya dari luar negeri.

Allah memerintahkan umat muslim untuk mengkonsumsi makanan halal yang tercantum dalam Al Qur'an Surat Al-Maidah ayat 3, sebagai berikut:

حُرِّمَتْ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةُ وَالدَّمُ وَلَحْمُ الْخِنْزِيرِ وَمَا أُهْلَ لِغَيْرِ اللَّهِ بِهِ

Artinya: “Diharamkan bagimu (memakan) bangkai, darah, daging babi, (daging hewan) yang disembelih atas nama selain Allah...” (Q.S. Al-Maidah:3)

Pada ayat diatas, disebutkan secara jelas bahwa memakan bangkai, darah, dan daging babi hukumnya haram. Dalam kitab tafsir Ibnu Katsir dan Quraish Shihab keduanya sama-sama mengatakan bahwa memakan bangkai, darah yang mengalir, daging babi, dan hewan yang disembelih selain atas nama Allah hukumnya haram. Perbedaan keduanya adalah Ibnu Katsir menafsirkan ayat menggunakan syair sedangkan Quraish Shihab menafsirkan



keharaman makanan disebabkan oleh adanya madharot yang timbul akibat makanan tersebut. Yang mana madharot itu belum diketahui pada masa Ibnu Katsir hidup. Quraish Shihab juga menafsirkan bahwa penggunaan organ babi sebagai pengganti organ manusia diperbolehkan jika menyangkut kelangsungan hidup manusia (Purnama, 2015). Artinya memakan daging babi ketika tidak dalam kondisi darurat hukumnya haram. Akan tetapi, beberapa produsen nakal memberikan campuran babi pada produknya. Untuk memenuhi syarat halal suatu obat dan makanan, maka harus bebas dari kandungan babi. Kandungan babi dalam suatu produk olahan seperti gelatin sangat sulit diketahui secara langsung. Gelatin dari sumber yang berbeda memiliki sifat fisika dan kimia yang sangat mirip sehingga sulit dibedakan. Adapun perbedaan dari masing-masing jenis gelatin dapat diketuai dari komposisi asam aminonya. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu alat yang mampu mendeteksi adanya kandungan babi dalam suatu produk.

Menurut Wardani (2015), biosensor berbasis SPR sangat berpeluang untuk dikembangkan sebagai detektor gelatin sapi dan babi secara kuantitatif. Hal ini dikarenakan konstanta penjalaran *surface plasmon* sensitif terhadap perubahan indeks bias pada permukaan logam. Biosensor berbasis SPR mampu memonitor analisis waktu riil interaksi biomolekul tanpa harus melabeli molekulnya dan tidak memerlukan persiapan sampel yang rumit (Homola, 2006). Akan tetapi, pendeteksian biomolekul secara langsung seringkali mengalami kesulitan karena terjadi perubahan indeks bias setiap detik. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan material pengenal objek

atau material cerdas. Penelitian Lee dkk (2011) tentang penambahan nanopartikel magnetik  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  pada sistem SPR menunjukkan bahwa penambahan nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dapat meningkatkan respon SPR tanpa menggunakan ligan untuk memobilisasi protein. Penelitian tersebut dilanjutkan dengan penelitian Abraha dkk (2012) diperoleh bahwa sistem SPR dengan penambahan nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  mampu mendeteksi adanya biomolekul PEG 4000, enzim Alpha-Amylase, protein Streptavidin, gelatin babi, gelatin sapi, dan DNA Melon Basket GAMA. Kelebihan yang dimiliki nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  adalah bersifat superparamagnetik, memiliki dispersibilitas yang bagus, proses pengikatan biomolekul yang cepat dan efektif, serta memiliki daya tarik yang reversibel dan terkontrol. Selain  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , *Carbon nanotube* (CNT) juga dapat digunakan dalam sistem sensor berbasis SPR. Saat ini, CNT telah banyak digunakan dalam berbagai perangkat optoelektronik, superkapasitor, dan berbagai jenis sensor. Karakteristik unik yang dimiliki CNT diantaranya adalah memiliki aspek rasio tinggi (rasio permukaan terhadap volume), sifat optik yang unik, memiliki rasio sinyal yang tinggi terhadap gangguan (*noise*), sifat mekanis yang mampu menahan regangan hingga 63 GPa dan konduktivitas hingga 1 milyar Ampere per  $1 \text{ cm}^2$  (Mishra, 2015). Oleh karena itu CNT dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti nanoteknologi, elektronik dan optik.

Melihat hal tersebut, deteksi kehalalan suatu produk berbasis SPR sangat perlu dikembangkan. Penelitian tentang SPR di UIN Sunan Kalijaga belum banyak dikembangkan karena keterbatasan alat yang tersedia. Oleh

karena itu, penelitian ini akan dilakukan secara teoritik komputasi dengan menggunakan software Matlab 7.12.0. Simulasi sistem biosensor berbasis SPR yang akan dikembangkan adalah menggunakan nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan CNT. Penelitian ini mencoba menguji secara komputasi untuk mengetahui fenomena SPR yang terjadi pada biosensor nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan CNT sebagai deteksi gelatin babi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian yang akan dilakukan memiliki beberapa rumusan masalah sebagai berikut,

1. Bagaimana pengaruh penambahan nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan CNT pada SPR dengan konfigurasi Kretschmann?
2. Bagaimana pengaruh penambahan nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan CNT pada SPR dengan konfigurasi Otto?
3. Bagaimana fenomena SPR yang teramati pada nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan CNT sebagai sensor deteksi gelatin babi?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut,

1. Mengkaji pengaruh penambahan nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan CNT pada SPR dengan konfigurasi Kretschmann
2. Mengkaji pengaruh penambahan nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan CNT pada SPR dengan konfigurasi Otto



3. Mengkaji fenomena SPR yang teramati pada nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan CNT sebagai sensor deteksi gelatin babi.

#### 1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka penelitian ini hanya dibatasi pada beberapa hal. Batasan pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan secara komputasi dengan menggunakan software Matlab 7.12.0 dengan sistem operasi komputer berbasis Windows 7
2. Sumber sinar yang digunakan adalah Laser He-Ne dengan panjang gelombang 632,8 nm
3. Simulasi ini menggunakan prisma setengah lingkaran jenis BK 7 dan material logam berupa nanomaterial emas (Au)
4. Material pengenalan objek yang digunakan adalah  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan CNT
5. Objek SPR yang diteliti adalah gelatin babi atau paduannya.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan dapat memberikan beberapa manfaat, diantaranya:

Bagi instansi:

1. Hasil komputasi yang diperoleh akan menjadi bahan acuan untuk eksperimen SPR dengan nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan CNT
2. Menjadi bank data penelitian dan pengembangan tentang SPR.

Bagi peneliti:

1. Memperoleh khazanah ilmu pengetahuan mengenai fenomena SPR yang dikaji secara teoritik komputasi
2. Memperoleh metode pendeteksian gelatin babi secara teoritik komputasi.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini dikelompokkan menjadi lima bab yaitu pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan, serta penutup. Berikut gambaran umum kelima bagian tersebut:

Bab I merupakan pendahuluan yang berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II adalah tinjauan pustaka yang terdiri dari studi pustaka dan landasan teori. Studi pustaka menjelaskan tentang penelitian-penelitian yang sudah ada dan mendukung penelitian ini. Dasar teori memberikan penjelasan secara global mengenai fenomena optis dalam medium, SPR dan sifat material yang digunakan.

Bab III menjelaskan metode penelitian yang didalamnya mencakup tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan, uraian prosedur penelitian, serta metode analisa data yang digunakan.

Bab IV menyajikan hasil yang diperoleh dalam setiap tahap penelitian dan pembahasannya.

Bab V merupakan penutup yang berisi kesimpulan dari keseluruhan tujuan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada konfigurasi Kretschmann, penambahan nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  reflektansi menjadi sangat kecil pada ketebalan 0,05 nm namun tidak menggeser sudut SPR, akan tetapi setelah penambahan nanopartikel SWCNT sudut SPR bergeser ke kanan dan reflektansinya juga semakin kecil, artinya penambahan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan CNT berdingtunggal lebih efektif digunakan sebagai deteksi biomolekul gelatin babi.
2. Pada konfigurasi Otto, penambahan nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan CNT memiliki sifat yang sama dengan konfigurasi Kretschmann, namun nilai reflektansi pada konfigurasi Otto lebih kecil dengan ketebalan celah udara sebesar 30 nm sehingga dapat dikatakan bahwa secara teoritis komputasi konfigurasi Otto lebih baik digunakan daripada konfigurasi Kretschmann.
3. Penggunaan lapisan gelatin babi pada sistem yang dibuat menunjukkan bahwa terjadi pergeseran sudut SPR dan kenaikan nilai reflektansi, sehingga sistem yang dibuat dapat digunakan untuk mendeteksi adanya biomolekul gelatin babi.

## 5.2 Saran

Penelitian ini masih perlu dikembangkan dan dibuktikan secara eksperimen. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terutama dalam hal pendeteksian dan juga dicari besar sensitivitas sensor. Disarankan untuk dilakukan penelitian dengan membandingkannya dengan gelatin sapi.





## DAFTAR PUSTAKA

- Abraha, K dkk. 2012. Rancang Bangun Sistem Deteksi Biomolekul Secara Tepat dan Sensitif Berbasis Surface Plasmon Resonance (SPR) Sensor dengan Bahan Aktif Nanopartikel Magnetik. *Prosiding InSINas*, 18-24
- Ahmad, Dian H dkk, 2013, *Surface Plasmon Resonance*, Bandung: ITB
- Arifani, T. dan K. Abraha. 2013. Kajian Pengaruh Penambahan Nanopartikel Perak (AgNPs) Terhadap Respon Instrumen sensing berbasis Surface Plasmon Resonance (SPR). *Indonesian Journal of Applied Physics*, **3**: 47
- Arifin, M. 2009. *Kajian Awal Fenomena Surface Plasmon Resonance Dalam Konfigurasi Kretschmann*. (Skripsi), Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Bandaru, P.R. 2007. Electrical Properties and Applications of Carbon Nanotube Structure. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, **7**: 1-29
- Djurisic dan Li. 1999. *Optical Constant of Carbon*, (online) <http://www.refractiveindex.info> diakses pada 15 November 2016
- Hecht, Eugene. 2002. *Optics Fourth Edition*. San Francisco: Addison Wesley
- Husain, S., dkk. 2012. Deteksi Biomolekul dengan Menggunakan Fenomena *Surface Plasmon Resonance* (SPR) pada Sistem Logam/ Nanopartikel Magnetik Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng dan DIY*
- Homola, J., 2006, *Surface Plasmon Resonance Based Sensors*, Springer, Berlin.
- Islamiah, A R. 2016. *Uji Toksisitas Akut Gelatin Babi pada Tikus Betina Galur Sprague Dawley*. (Skripsi), UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta
- Jahanshahi, Peynman dan Faisal Rafiq. 2015. Sensitivity Enhancement of Graphene-Based Surface Plasmon Resonance Biosensor Using Germanium Nanowire Grating. *Medical and Bioengineering Journal*, **4**: 2
- Kakenov, N dkk. 2012. *Probing Molecular Interactions on Carbon Nanotube Surfaces Using Surface Plasmon Resonance Sensors*. *Applied Physics Letter* DOI: 10.1063/1.4768927
- Karousis, N dkk. 2010. *Current Progress on the Chemical Modification of Carbon Nanotubes*. *Chemical Reviews* 110: 9 DOI 10.1021/cr100018gs
- Kashif, Muhammad dkk. 2014. *Development of Phase detection schemes based on surface Plasmon Resonance Using Interferometry*. *Jurnal Sensors* **14**

- Kittel, Charles. 2005. *Introduction to Solid State Physics Eight Edition*. United States of America: John Wiley and Sons, Inc.
- Kooyman, R.P.H., 2007, *Physics of Surface Plasmon Resonance*. Netherlands: University of Twente, Netherlands.
- Kretschmann, E. dan H. Raether. 1968. Radiative Decay of Non Radiative Surface Plasmon excited by Light. *Naturforsch Journal*, **23**: 2135-2136
- Lee, K.S dkk. 2011. Surface Plasmon Resonance Biosensing Based on Target-Responsive Mobility Switch of Magnetic Nanoparticles Under magnetic Fields. *Journal of Material Chemistry*, **21**: 5156-5162
- Maegawa, Satoru dkk. 2016. Discussion on Surface Plasmon Resonance Technique in the Otto Configuration for Measurement of Lubricant Film Thickness. *Tribology Letters (Springer)*, **62**: 14
- Mayasari, R.D., dkk. 2012. Kajian teoritik pengaruh Penambahan Material Graphene pada Biosensor *Surface Plasmon Resonance (SPR)* Konvensional. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng dan DIY*
- Mishra K.S., dkk. 2015. *Surface Plasmon Resonance-Based Fiber Optic Methane Gas Sensor Utilizing Graphene-Carbon Nanotubes-Poly (Methyl Methacrylate) Hybrid Nanocomposite*. Springer (Plasmonics) DOI 10.1007/s11468-015-9914-5
- Mustawarman, dkk. 2015. Kajian Sifat Dielektrik pada Lempeng Nanopartikel Magnetit ( $Fe_3O_4$ ) yang dienkapsulasi dengan *Polyvinyl Alcohol (PVA)*. *Jurnal Fisika Indonesia* **55** : 19
- Nguyen, H.H dkk. 2015. *Surface Plasmon Resonance: a Versatile Technique for Biosensor Applications*. *Sensors* No. 15
- Oh, G.Y dkk. 2012. Design of Ultra-Sensitive Biosensor Applying Surface Plasmon Resonance to a Tringular Resonator. *Optics Express*, **20** (17)
- Oktivina, M., 2016, *Pengaruh Konsentrasi Nanopartikel Magnetik  $Fe_3O_4$  Terhadap Respon Surface Plasmon Resonance (SPR) pada Lapisan Tipis Emas dalam Konfigurasi Kretschmann*. (Tesis), Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Oliveira, L.C., dkk, 2015, *Surface Plasmon Resonance Sensors: a Materials Guide to Design and Optimization*, Springer Briefs in Physics, New York.
- Otto, A. 1968. Excitation of Nanoradiative Surface Plasma Waves in Silver by the Method of Frustrated Total Reflection. *Zeitschrift for Physics*, **216**: 398–410

- Purnama, D.A. 2015. *Penafsiran Ayat Tiga Surat Al-Maidah (Komparasi Penafsiran Ibnu Katsir dan Quraish Shihab)*. (Skripsi), Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta
- Puspitaningrum, Yanti. 2015. *Deteksi DNA Gelatin Sapi dan Gelatin Babi pada Simulasi Gummy Vitamin C Menggunakan Real Time PCR untuk Analisis Kehalalan*. (Skripsi), Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta
- Ru, E.C.L. dan P.G. Etchegoin, 2009, *Principles of Surface-Enhanced Raman Spectroscopy and Related Plasmonic Effects*, Elsevier B.V., Amsterdam.
- Salabas, E.L., 2004, *Structural and Magnetic Investigations of Magnetic Nanoparticles and Core-Shell Colloids*. (Desertasi), University of Duisburg-Essen, Duisburg.
- Sambles, J.R., G.W. Bradberry, & F. Yang. 1991. Optical Excitation of Surface Plasmons: an Introduction. *Contemporary Physics*, **32**: 173-183
- Sari, Rafika dan Kamsul Abraha. 2012. Simulasi Pengaruh Ketebalan Lapisan Nanopartikel Magnetik ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) terhadap Respon Biosensor Berbasis Surface Plasmon Resonance (SPR) untuk Deteksi DNA. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng dan DIY*
- Sarid, D. dan W. Challener, 2010, *Modern Introduction to Surface Plasmons: Theory, Mathematica Modeling, and Applications*, Cambridge University Press, New York.
- Schasfoort, R.BM. dan A.J. Tudos, 2008, *Handbook of Surface Plasmon Resonance*, The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Sholihah, Almaratus dkk. 2011. Pengamatan Fenomena Surface Plasmon Resonance (SPR) pada Permukaan Lapisan Tipis Perak Menggunakan Laser dengan Panjang Gelombang Berbeda dalam Konfigurasi Kretschmann. *Prosiding pertemuan ilmiah XXV HFI Jateng dan DIY*
- Singh, Pranveer, 2014, *Nanotechnology Science and Technology: Surface Plasmon Resonance*, Nove Science Publishers Inc, New York.
- Thoyibi, M. Arifin, & K. Abraha. 2015. Uji Kemurnian DNA Melon (*Cucumis melo* L.) kultivar “Gama Melon Basket” menggunakan Surface Plasmon Resonance (SPR) Berbasis Nanopartikel Perak. *Indonesian Journal of Applied Physics*, **5**: 16

- Wardani, D.P. dkk. 2012. Kajian Awal Identifikasi Perbedaan Gelatin Sapi dan Gelatin Babi Menggunakan Biosensor Berbasis *Surface Plasmon Resonance* (SPR). Prosiding pertemuan ilmiah XXVI HFI Jateng dan DIY
- Wardani, D.P., dkk. 2015. Quantitative detection of Bovine and Porcine Gelatin Difference Using Surface Plasmon resonance Based Biosensor, *SPIEE Proceedings*, Prague
- Wangness, Roald K.1979. *Electromagnetic Fields*. Canada: John Willey and Sons, Inc.
- Won, H., 2005, *Surface Plasmon Polariton Waveguides*. (Desertasi), Hanyang University, Seoul.
- Wu, L dkk. 2010. *Highly Sensitive Graphene Biosensors Based on Surface Plasmon Resonance*. *Optics Express*, **18**: 14
- Yamamoto, Masahiro, 2008, *Surface Plasmon Resonance (SPR) Theory: Tutorial*. Kyoto University Press, Nishikyo-ku.
- Yan, Huang dkk. 2013. The Determination of the Thickness and the Optical Dispersion Property of Gold Film Using Spectroscopy of a Surface Plamon in the Frequency Domain. *Chin. Phys. B*, **22**



## LAMPIRAN 1

(Listing program Matlab)

```

%-- spr_angle_3layer---
fprintf('Surface Plasmon Resonance (SPR) konfigurasi Kretschmann variasi
ketebalan emas \n')
d1=10.0d-9;
d2=30.0d-9;
d3=50.0d-9;
d4=70.0d-9;
d5=90.0d-9;
z=sqrt(-1);
c=2.99792458d8;
hbar=6.5822d-16;

%----- prisma BK7
enpr=1.5151;
%----- emas
e1n=0.16750d0;
e1k=3.47280d0;
e1r=-12.033;
e1i=1.1634;
e1=e1r+e1i*z;
%----- udara
e2=1.0002765;

lamda=632.80d-9;
omega=2.0d0*pi/lamda*c;
hbar_omega=hbar*omega;
fprintf(' %10.10f %10.10f %10.10f \n', ramd, omega, hbar_omega)
fprintf('===== \n')

%----- scan sudut-----
ang0=35.0d0;
ang1=60.0d0;

disp('          Mencari nilai R untuk prisma yang dilapisi emas ')
for i=1:101
    theta=(ang0+(i-1)/100.0d0*(ang1-ang0))/180.0d0*pi;
    theta_pi(i)=theta/pi*180.0d0;
    rpr1=(cos(theta)/enpr-(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1)/(cos(theta)/enpr+(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1);
    r12a=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2)/e1-sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e2);
    r12b=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2)/e1+sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e2);
    r12=r12a/r12b;
    %1
    pangkat1=2.0d0*(omega/c)*d1*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
    rpr121=(rpr1+r12*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12*exp(z*pangkat1));
    rpr12c1=conj(rpr121);
    ref1(i)=rpr121*rpr12c1;
    %2
    pangkat2=2.0d0*(omega/c)*d2*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
    rpr122=(rpr1+r12*exp(z*pangkat2))/(1+rpr1*r12*exp(z*pangkat2));
    rpr12c2=conj(rpr122);
    ref2(i)=rpr122*rpr12c2;
    %3
    pangkat3=2.0d0*(omega/c)*d3*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);

```

```

rpr123=(rpr1+r12*exp(z*pangkat3))/(1+rpr1*r12*exp(z*pangkat3));
rpr12c3=conj(rpr123);
ref3(i)=rpr123*rpr12c3;
%4
pangkat4=2.0d0*(omega/c)*d4*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
rpr124=(rpr1+r12*exp(z*pangkat4))/(1+rpr1*r12*exp(z*pangkat4));
rpr12c4=conj(rpr124);
ref4(i)=rpr124*rpr12c4;
%5
pangkat5=2.0d0*(omega/c)*d5*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
rpr125=(rpr1+r12*exp(z*pangkat5))/(1+rpr1*r12*exp(z*pangkat5));
rpr12c5=conj(rpr125);
ref5(i)=rpr125*rpr12c5;

%grafik
x(i)=theta_pi(i);
y1(i)=ref1(i);
y2(i)=ref2(i);
y3(i)=ref3(i);
y4(i)=ref4(i);
y5(i)=ref5(i);

fprintf('%5d %10.3f %10.7f %10.7f %10.7f %10.7f %10.7f\n',i,theta_pi(i),r
ef1(i),ref2(i),ref3(i),ref4(i),ref5(i))
end

plot(x,y1,'r',x,y2,'b',x,y3,'g',x,y4,'k',x,y5,'c');
xlabel('sudut datang');
ylabel('reflektansi');
title('grafik SPR Kretschmann dengan nanopartikel emas');
legend('10 nm','30 nm','50 nm','70 nm','90 nm');

```

```

%-- spr_angle_4layer---
fprintf('Surface Plasmon Resonance (SPR) konfigurasi Kretschmann variasi
ketebalan Fe3O4 \n')
d1=50.0d-9;
d21=0.050d-9;
d22=0.50d-9;
d23=1.0d-9;
d24=5.0d-9;
d25=10.0d-9;

z=sqrt(-1);
c=2.99792458d8;
hbar=6.5822d-16;
% ----- prisma BK7
enpr=1.5151;
%----- emas
eln=0.16750d0;
elk=3.47280d0;
elr=-12.033;
eli=1.1634;
e1=elr+eli*z;
%-----Fe3O4
e2n=2.162;
e2k=1.178;
e2r=3.2866;
e2i=1.968;
e2=e2r+e2i*z;
%----- udara
e3=1.0002765;

ramd=632.80d-9;
omega=2.0d0*pi/ramd*c;
hbar_omega=hbar*omega;
fprintf(' %10.10f %10.10f %10.10f \n', ramd, omega, hbar_omega)
fprintf('===== \n')

%----- scan sudut-----
ang0=35.0d0;
ang1=60.0d0;

disp('          Mencari nilai R untuk prisma yang dilapisi emas dan
Fe3O4 ')
for i=1:101
    theta=(ang0+(i-1)/100.0d0*(ang1-ang0))/180.0d0*pi;
    theta_pi(i)=theta/pi*180.0d0;
    rpr1=(cos(theta)/enpr-(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1)/(cos(theta)/enpr+(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1);
    pangkat1=2.0d0*(omega/c)*d1*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r12a=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1-(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;
    r12b=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1+(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;
    r12=r12a/r12b;
    r23a=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2))/e2-(sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e3;
    r23b=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2))/e2+(sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e3;
    r23=r23a/r23b;
    %1
    pangkat21=2.0d0*(omega/c)*d21*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r1231=(r12+r23*exp(z*pangkat21))/(1+r12*r23*exp(z*pangkat21));
    rpr1231=(rpr1+r1231*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r1231*exp(z*pangkat1));

```

```

rpr123c1=conj(rpr1231);
ref1(i)=rpr1231*rpr123c1;
%2
pangkat22=2.0d0*(omega/c)*d22*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
r1232=(r12+r23*exp(z*pangkat22))/(1+r12*r23*exp(z*pangkat22));
rpr1232=(rpr1+r1232*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r1232*exp(z*pangkat1));
rpr123c2=conj(rpr1232);
ref2(i)=rpr1232*rpr123c2;
%3
pangkat23=2.0d0*(omega/c)*d23*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
r1233=(r12+r23*exp(z*pangkat23))/(1+r12*r23*exp(z*pangkat23));
rpr1233=(rpr1+r1233*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r1233*exp(z*pangkat1));
rpr123c3=conj(rpr1233);
ref3(i)=rpr1233*rpr123c3;
%4
pangkat24=2.0d0*(omega/c)*d24*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
r1234=(r12+r23*exp(z*pangkat24))/(1+r12*r23*exp(z*pangkat24));
rpr1234=(rpr1+r1234*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r1234*exp(z*pangkat1));
rpr123c4=conj(rpr1234);
ref4(i)=rpr1234*rpr123c4;
%5
pangkat25=2.0d0*(omega/c)*d25*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
r1235=(r12+r23*exp(z*pangkat25))/(1+r12*r23*exp(z*pangkat25));
rpr1235=(rpr1+r1235*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r1235*exp(z*pangkat1));
rpr123c5=conj(rpr1235);
ref5(i)=rpr1235*rpr123c5;

%sumbu grafik
x(i)=theta_pi(i);
y1(i)=ref1(i);
y2(i)=ref2(i);
y3(i)=ref3(i);
y4(i)=ref4(i);
y5(i)=ref5(i);

fprintf('%5d %8.3f %15.7f %15.7f %15.7f %15.7f %15.7f\n',i,theta_pi(i),re
f1(i),ref2(i),ref3(i),ref4(i),ref5(i))
end

plot(x,y1,'b',x,y2,'r',x,y3,'g',x,y4,'c',x,y5,'k');
xlabel('sudut datang');
ylabel('reflektansi');
title('grafik SPR Kretschmann Au+Fe3O4');
legend('0,05 nm','0,5 nm','1 nm','5 nm','10 nm');

```



```

%-- spr_angle_5layer---
fprintf('Surface Plasmon Resonance (SPR) konfigurasi Kretschmann variasi
ketebalan MWCNT\n')
d1=50.0d-9;
d2=0.050d-9;
d31=1.0d-9;
d32=5.0d-9;
d33=10.0d-9;
d34=15.0d-9;
d35=20.0d-9;
z=sqrt(-1);
c=2.99792458d8;
hbar=6.5822d-16;

% ----- prisma BK7
enpr=1.5151;
%----- emas
e1n=0.16750d0;
e1k=3.47280d0;
e1r=-12.033;
e1i=1.1634;
e1=e1r+e1i*z;
%-----Fe3O4
e2n=2.162;
e2k=1.178;
e2r=3.2866;
e2i=1.968;
e2=e2r+e2i*z;
%-----MWCNT
e3n=2.8363;
e3k=1.5944;
e3r=5.5027;
e3i=9.0445;
e3=e3r+e3i*z;
%----- udara
e4=1.0002765;

ramd=632.80d-9;
omega=2.0d0*pi/ramd*c;
hbar_omega=hbar*omega;
fprintf(' %10.10f %10.10f %10.10f \n', ramd, omega, hbar_omega)
fprintf('===== \n')

%----- scan sudut-----
ang0=35.0d0;
ang1=60.0d0;

disp(' Mencari nilai Reflektansi ')
for i=1:101
    theta=(ang0+(i-1)/100.0d0*(ang1-ang0))/180.0d0*pi;
    theta_pi(i)=theta/pi*180.0d0;
    rpr1=(cos(theta)/enpr-sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e1)/(cos(theta)/enpr+(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e1);
    pangkat1=2.0d0*(omega/c)*d1*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
    pangkat2=2.0d0*(omega/c)*d2*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r12a=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2)/e1-sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e2;
    r12b=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2)/e1+(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e2);
    r12=r12a/r12b;
    r23a=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2-sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);

```

```

r23b=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2+sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
r23=r23a/r23b;
r34a=(sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2)/e3-sqrt(e4-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e4);
r34b=(sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2)/e3+sqrt(e4-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e4);
r34=r34a/r34b;
%1
pangkat31=2.0d0*(omega/c)*d31*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
r2341=(r23+r34*exp(z*pangkat31))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat31));
r12341=(r12+r2341*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2341*exp(z*pangkat2));
rpr12341=(rpr1+r12341*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12341*exp(z*pangkat1));
rpr1234c1=conj(rpr12341);
ref1(i)=rpr12341*rpr1234c1;
%2
pangkat32=2.0d0*(omega/c)*d32*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
r2342=(r23+r34*exp(z*pangkat32))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat32));
r12342=(r12+r2342*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2342*exp(z*pangkat2));
rpr12342=(rpr1+r12342*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12342*exp(z*pangkat1));
rpr1234c2=conj(rpr12342);
ref2(i)=rpr12342*rpr1234c2;
%3
pangkat33=2.0d0*(omega/c)*d33*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
r2343=(r23+r34*exp(z*pangkat33))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat33));
r12343=(r12+r2343*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2343*exp(z*pangkat2));
rpr12343=(rpr1+r12343*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12343*exp(z*pangkat1));
rpr1234c3=conj(rpr12343);
ref3(i)=rpr12343*rpr1234c3;
%4
pangkat34=2.0d0*(omega/c)*d34*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
r2344=(r23+r34*exp(z*pangkat34))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat34));
r12344=(r12+r2344*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2344*exp(z*pangkat2));
rpr12344=(rpr1+r12344*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12344*exp(z*pangkat1));
rpr1234c4=conj(rpr12344);
ref4(i)=rpr12344*rpr1234c4;
%5
pangkat35=2.0d0*(omega/c)*d35*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
r2345=(r23+r34*exp(z*pangkat35))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat35));
r12345=(r12+r2345*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2345*exp(z*pangkat2));
rpr12345=(rpr1+r12345*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12345*exp(z*pangkat1));
rpr1234c5=conj(rpr12345);
ref5(i)=rpr12345*rpr1234c5;

%sumbu grafik
x(i)=theta_pi(i);
y1(i)=ref1(i);
y2(i)=ref2(i);
y3(i)=ref3(i);
y4(i)=ref4(i);
y5(i)=ref5(i);

fprintf('%5d %8.3f %15.10f %15.10f %15.10f %15.10f %15.10f\n',i,theta_pi(i),
ref1(i),ref2(i),ref3(i),ref4(i),ref5(i))
end

plot(x,y1,'b',x,y2,'r',x,y3,'g',x,y4,'k',x,y5,'c');
xlabel('sudut datang');
ylabel('reflektansi');
title('grafik SPR Kretschmann Au+Fe3O4+MWCNT');
legend('1 nm','5 nm','10 nm','15 nm','20 nm');

```

```

%-- spr_angle_5layer---
fprintf('Surface Plasmon Resonance (SPR) konfigurasi Kretschmann variasi
ketebalan SWCNT \n')
d1=50.0d-9;
d2=0.050d-9;
d31=1.0d-9;
d32=5.0d-9;
d33=10.0d-9;
d34=15.0d-9;
d35=20.0d-9;
z=sqrt(-1);
c=2.99792458d8;
hbar=6.5822d-16;

% ----- prisma BK7
enpr=1.5151;
%----- emas
e1n=0.16750;
e1k=3.47280;
e1r=-12.033;
e1i=1.1634;
e1=e1r+e1i*z;
%-----Fe3O4
e2n=2.162;
e2k=1.178;
e2r=3.2866;
e2i=1.968;
e2=e2r+e2i*z;
%-----SWCNT
e3n=2.4105;
e3k=0;
e3r=5.8106;
e3i=0;
e3=e3r+e3i*z;
%----- udara
e4=1.0002765;

ramd=632.8d-9;
omega=2.0d0*pi/ramd*c;
hbar_omega=hbar*omega;
fprintf(' %10.10f %10.10f %10.10f \n', ramd, omega, hbar_omega)
fprintf('===== \n')

%----- scan sudut-----
ang0=35.0d0;
ang1=60.0d0;

disp(' Mencari nilai Reflektansi')
for i=1:101
    theta=(ang0+(i-1)/100.0d0*(ang1-ang0))/180.0d0*pi;
    theta_pi(i)=theta/pi*180.0d0;
    rpr1=(cos(theta)/enpr-sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e1)/(cos(theta)/enpr+(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e1);
    pangkat1=2.0d0*(omega/c)*d1*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
    pangkat2=2.0d0*(omega/c)*d2*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r12a=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2)/e1-(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e2);
    r12b=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2)/e1+(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e2);
    r12=r12a/r12b;
    r23a=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2-sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);

```

```

    r23b=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2+sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23=r23a/r23b;
    r34a=(sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2)/e3-sqrt(e4-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e4);
    r34b=(sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2)/e3+sqrt(e4-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e4);
    r34=r34a/r34b;
    %1
    pangkat31=2.0d0*(omega/c)*d31*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r2341=(r23+r34*exp(z*pangkat31))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat31));
    r12341=(r12+r2341*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2341*exp(z*pangkat2));
    rpr12341=(rpr1+r12341*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12341*exp(z*pangkat1));
    rpr1234c1=conj(rpr12341);
    ref1(i)=rpr12341*rpr1234c1;
    %2
    pangkat32=2.0d0*(omega/c)*d32*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r2342=(r23+r34*exp(z*pangkat32))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat32));
    r12342=(r12+r2342*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2342*exp(z*pangkat2));
    rpr12342=(rpr1+r12342*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12342*exp(z*pangkat1));
    rpr1234c2=conj(rpr12342);
    ref2(i)=rpr12342*rpr1234c2;
    %3
    pangkat33=2.0d0*(omega/c)*d33*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r2343=(r23+r34*exp(z*pangkat33))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat33));
    r12343=(r12+r2343*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2343*exp(z*pangkat2));
    rpr12343=(rpr1+r12343*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12343*exp(z*pangkat1));
    rpr1234c3=conj(rpr12343);
    ref3(i)=rpr12343*rpr1234c3;
    %4
    pangkat34=2.0d0*(omega/c)*d34*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r2344=(r23+r34*exp(z*pangkat34))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat34));
    r12344=(r12+r2344*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2344*exp(z*pangkat2));
    rpr12344=(rpr1+r12344*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12344*exp(z*pangkat1));
    rpr1234c4=conj(rpr12344);
    ref4(i)=rpr12344*rpr1234c4;
    %5
    pangkat35=2.0d0*(omega/c)*d35*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r2345=(r23+r34*exp(z*pangkat35))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat35));
    r12345=(r12+r2345*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2345*exp(z*pangkat2));
    rpr12345=(rpr1+r12345*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12345*exp(z*pangkat1));
    rpr1234c5=conj(rpr12345);
    ref5(i)=rpr12345*rpr1234c5;

    %sumbu grafik
    x(i)=theta_pi(i);
    y1(i)=ref1(i);
    y2(i)=ref2(i);
    y3(i)=ref3(i);
    y4(i)=ref4(i);
    y5(i)=ref5(i);

    fprintf('%5d %8.3f %15.10f %15.10f %15.10f %15.10f %15.10f\n',i,theta_pi(
i),ref1(i),ref2(i),ref3(i),ref4(i),ref5(i))
end

plot(x,y1,'b',x,y2,'r',x,y3,'g',x,y4,'k',x,y5,'c');
xlabel('sudut datang');
ylabel('reflektansi');
title('grafik SPR Au+Fe3O4+SWCNT');
legend('1 nm','5 nm','10 nm','15 nm','20 nm');

```

```

%-- spr_angle_6layer---
fprintf('Surface Plasmon Resonance (SPR) konfigurasi Kretschmann deteksi
gelatin babi \n')
d1=50.0d-9;
d2=0.050d-9;
d3=15.0d-9;
d4=input('Masukkan ketebalan gelatin= ');
z=sqrt(-1);
c=2.99792458d8;
hbar=6.5822d-16;

% ----- prisma BK7
enpr=1.5151;
%----- emas
e1n=0.16750;
e1k=3.47280;
e1r=-12.033;
e1i=1.1634;
e1=e1r+e1i*z;
%-----Fe3O4
e2n=2.162;
e2k=1.178;
e2r=3.2866;
e2i=1.968;
e2=e2r+e2i*z;
%-----SWCNT
e3n=2.4105;
e3k=0;
e3r=5.8106;
e3i=0;
e3=e3r+e3i*z;
%-----gelatin
e4n=1.3351;
e4k=0.00;
e4r=1.7825;
e4i=2.6702;
e4=e4r+e4i*z;
%----- udara
e5=1.0002765;

ramd=633.0d-9;
omega=2.0d0*pi/ramd*c;
hbar_omega=hbar*omega;
fprintf(' %10.10f %10.10f %10.10f \n', ramd, omega, hbar_omega)
fprintf('===== \n')

%----- scan sudut-----
ang0=35.0d0;
ang1=60.0d0;

disp('          Mencari nilai Reflektansi ')
for i=1:101
    theta=(ang0+(i-1)/100.0d0*(ang1-ang0))/180.0d0*pi;
    theta_pi(i)=theta/pi*180.0d0;
    rpr1=(cos(theta)/enpr-(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1)/(cos(theta)/enpr+(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1);
    pangkat1=2.0d0*(omega/c)*d1*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
    pangkat2=2.0d0*(omega/c)*d2*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
    pangkat3=2.0d0*(omega/c)*d3*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
    pangkat4=2.0d0*(omega/c)*d4*sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r12a=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1-(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;

```



```

    r12b=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1+(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;
    r12=r12a/r12b;
    r23a=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2-sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23b=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2+sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23=r23a/r23b;
    r34a=(sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2)/e3-sqrt(e4-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e4);
    r34b=(sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2)/e3+sqrt(e4-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e4);
    r34=r34a/r34b;
    r45a=(sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2)/e4-sqrt(e5-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e5);
    r45b=(sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2)/e4+sqrt(e5-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e5);
    r45=r45a/r45b;
    r345=(r34+r45*exp(z*pangkat4))/(1+r34*r45*exp(z*pangkat4));
    r2345=(r23+r345*exp(z*pangkat3))/(1+r23*r345*exp(z*pangkat3));
    r12345=(r12+r2345*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2345*exp(z*pangkat2));
rpr12345=(rpr1+r12345*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12345*exp(z*pangkat1));
rpr12345c=conj(rpr12345);
ref(i)=rpr12345*rpr12345c;

%sumbu grafik
x(i)=theta_pi(i);
y(i)=ref(i);

fprintf('%5d %8.3f %17.10f \n',i,theta_pi(i),ref(i))
end

plot(x,y,'r');
xlabel('sudut datang');
ylabel('reflektansi');
title('grafik SPR Kretschmann Au+Fe3O4+SWCNT+gelatin');

```

```

%-- spr_angle_4layer---
fprintf('Surface Plasmon Resonance (SPR) Otto variasi ketebalan udara
\n')
d2=50.0d-9;
d11=10.0d-9;
d12=30.0d-9;
d13=50.0d-9;
d14=70.0d-9;
d15=90.0d-9;

z=sqrt(-1);
c=2.99792458d8;
hbar=6.5822d-16;

% ----- prisma BK7
enpr=1.5151;
%----udara1
e1=1.0002765;
%----- emas
e2n=0.16750;
e2k=3.47280;
e2r=-12.033;
e2i=1.1634;
e2=e2r+e2i*z;
%----- udara -----
e3=1.0002765;

ramd=632.80d-9;
omega=2.0d0*pi/ramd*c;
hbar_omega=hbar*omega;
fprintf(' %10.10f %10.10f %10.10f \n', ramd, omega, hbar_omega)
fprintf('===== \n')

%----- scan sudut-----
ang0=35.0d0;
ang1=60.0d0;

disp('          Mencari nilai Reflektansi ')
for i=1:101
    theta=(ang0+(i-1)/100.0d0*(ang1-ang0))/180.0d0*pi;
    theta_pi(i)=theta/pi*180.0d0;
    rpr1=(cos(theta)/enpr-(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1)/(cos(theta)/enpr+(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1);
    r12a=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1-(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;
    r12b=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1+(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;
    r12=r12a/r12b;
    r23a=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2-sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23b=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2+sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23=r23a/r23b;
    pangkat2=2.0d0*(omega/c)*d2*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r1231=(r12+r23*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r23*exp(z*pangkat2));
    %1
    pangkat11=2.0d0*(omega/c)*d11*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
    rpr1231=(rpr1+r1231*exp(z*pangkat11))/(1+rpr1*r1231*exp(z*pangkat11));
    rpr123c1=conj(rpr1231);
    ref1(i)=rpr1231*rpr123c1;
    %2
    pangkat12=2.0d0*(omega/c)*d12*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);

```

```

rpr1232=(rpr1+r1231*exp(z*pangkat12))/(1+rpr1*r1231*exp(z*pangkat12));
rpr123c2=conj(rpr1232);
ref2(i)=rpr1232*rpr123c2;
%3
pangkat13=2.0d0*(omega/c)*d13*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
rpr1233=(rpr1+r1231*exp(z*pangkat13))/(1+rpr1*r1231*exp(z*pangkat13));
rpr123c3=conj(rpr1233);
ref3(i)=rpr1233*rpr123c3;
%4
pangkat14=2.0d0*(omega/c)*d14*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
rpr1234=(rpr1+r1231*exp(z*pangkat14))/(1+rpr1*r1231*exp(z*pangkat14));
rpr123c4=conj(rpr1234);
ref4(i)=rpr1234*rpr123c4;
%5
pangkat15=2.0d0*(omega/c)*d15*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
rpr1235=(rpr1+r1231*exp(z*pangkat15))/(1+rpr1*r1231*exp(z*pangkat15));
rpr123c5=conj(rpr1235);
ref5(i)=rpr1235*rpr123c5;

%sumbu grafik
x(i)=theta_pi(i);
y1(i)=ref1(i);
y2(i)=ref2(i);
y3(i)=ref3(i);
y4(i)=ref4(i);
y5(i)=ref5(i);

fprintf('%5d %8.3f %15.10f %15.10f %15.10f %15.10f %15.10f\n',i,theta_pi(
i),ref1(i),ref2(i),ref3(i),ref4(i),ref5(i))
end

plot(x,y1,'b',x,y2,'r',x,y3,'g',x,y4,'c',x,y5,'k');
xlabel('sudut datang');
ylabel('reflektansi');
title('grafik SPR Otto Au variasi ketebalan udara');
legend('10 nm','30 nm','50 nm','70 nm','90 nm');

```

```

%-- spr_angle_4layer---
fprintf('Surface Plasmon Resonance (SPR) Otto variasi ketebalan emas\n')
d1=50.0d-9;
d21=10.0d-9;
d22=30.0d-9;
d23=50.0d-9;
d24=70.0d-9;
d25=90.0d-9;

z=sqrt(-1);
c=2.99792458d8;
hbar=6.5822d-16;

% ----- prisma BK7
enpr=1.5151;
%----udara1
e1=1.0002765;
%----- emas
e2n=0.16750;
e2k=3.47280;
e2r=-12.033;
e2i=1.1634;
e2=e2r+e2i*z;
%----- udara -----
e3=1.0002765;

ramd=632.80d-9;
omega=2.0d0*pi/ramd*c;
hbar_omega=hbar*omega;
fprintf(' %10.10f %10.10f %10.10f \n', ramd, omega, hbar_omega)
fprintf('===== \n')

%----- scan sudut-----
ang0=35.0d0;
ang1=60.0d0;

disp('          Mencari nilai Reflektansi ')
for i=1:101
    theta=(ang0+(i-1)/100.0d0*(ang1-ang0))/180.0d0*pi;
    theta_pi(i)=theta/pi*180.0d0;
    rpr1=(cos(theta)/enpr-(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1)/(cos(theta)/enpr+(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1);
    pangkat1=2.0d0*(omega/c)*d1*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r12a=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1-(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;
    r12b=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1+(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;
    r12=r12a/r12b;
    r23a=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2-sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23b=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2+sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23=r23a/r23b;
    %1
    pangkat21=2.0d0*(omega/c)*d21*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r1231=(r12+r23*exp(z*pangkat21))/(1+r12*r23*exp(z*pangkat21));
    rpr1231=(rpr1+r1231*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r1231*exp(z*pangkat1));
    rpr123c1=conj(rpr1231);
    ref1(i)=rpr1231*rpr123c1;
    %2
    pangkat22=2.0d0*(omega/c)*d22*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r1232=(r12+r23*exp(z*pangkat22))/(1+r12*r23*exp(z*pangkat22));

```

```

rpr1232=(rpr1+r1232*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r1232*exp(z*pangkat1));
rpr123c2=conj(rpr1232);
ref2(i)=rpr1232*rpr123c2;
%3
pangkat23=2.0d0*(omega/c)*d23*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
r1233=(r12+r23*exp(z*pangkat23))/(1+r12*r23*exp(z*pangkat23));
rpr1233=(rpr1+r1233*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r1233*exp(z*pangkat1));
rpr123c3=conj(rpr1233);
ref3(i)=rpr1233*rpr123c3;
%4
pangkat24=2.0d0*(omega/c)*d24*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
r1234=(r12+r23*exp(z*pangkat24))/(1+r12*r23*exp(z*pangkat24));
rpr1234=(rpr1+r1234*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r1234*exp(z*pangkat1));
rpr123c4=conj(rpr1234);
ref4(i)=rpr1234*rpr123c4;
%5
pangkat25=2.0d0*(omega/c)*d25*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
r1235=(r12+r23*exp(z*pangkat25))/(1+r12*r23*exp(z*pangkat25));
rpr1235=(rpr1+r1235*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r1235*exp(z*pangkat1));
rpr123c5=conj(rpr1235);
ref5(i)=rpr1235*rpr123c5;

%sumbu grafik
x(i)=theta_pi(i);
y1(i)=ref1(i);
y2(i)=ref2(i);
y3(i)=ref3(i);
y4(i)=ref4(i);
y5(i)=ref5(i);

fprintf('%5d %8.3f %15.10f %15.10f %15.10f %15.10f %15.10f\n',i,theta_pi(
i),ref1(i),ref2(i),ref3(i),ref4(i),ref5(i))
end

plot(x,y1,'b',x,y2,'r',x,y3,'g',x,y4,'c',x,y5,'k');
xlabel('sudut datang');
ylabel('reflektansi');
title('grafik SPR Otto Au');
legend('10 nm','30 nm','50 nm','70 nm','90 nm');

```



```

%-- spr_angle_5layer---
fprintf('Surface Plasmon Resonance (SPR) konfigurasi Otto variasi
ketebalan Fe3O4 \n')
d1=30.0d-9;
d2=50.0d-9;
d31=0.05d-9;
d32=0.50d-9;
d33=1.0d-9;
d34=5.0d-9;
d35=10.0d-9;
z=sqrt(-1);
c=2.99792458d8;
hbar=6.5822d-16;

% ----- prisma BK7
enpr=1.5151;
%----- udara1
e1=1.0002765;
%----- emas
e2n=0.16750;
e2k=3.47280;
e2r=-12.033;
e2i=1.1634;
e2=e2r+e2i*z;
%-----Fe3O4
e3n=2.162;
e3k=1.178;
e3r=3.2866;
e3i=1.968;
e3=e3r+e3i*z;
%----- udara -----
e4=1.0002765;

ramd=632.80d-9;
omega=2.0d0*pi/ramd*c;
hbar_omega=hbar*omega;
fprintf(' %10.10f %10.10f %10.10f \n', ramd, omega, hbar_omega)
fprintf('===== \n')

%----- scan sudut-----
ang0=35.0d0;
ang1=60.0d0;

disp('          Mencari nilai Reflektansi ')
for i=1:101
    theta=(ang0+(i-1)/100.0d0*(ang1-ang0))/180.0d0*pi;
    theta_pi(i)=theta/pi*180.0d0;
    rpr1=(cos(theta)/enpr-(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1)/(cos(theta)/enpr+(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1);
    pangkat1=2.0d0*(omega/c)*d1*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
    pangkat2=2.0d0*(omega/c)*d2*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r12a=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1-(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;
    r12b=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1+(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;
    r12=r12a/r12b;
    r23a=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2-sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23b=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2+sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23=r23a/r23b;

```

```

    r34a=(sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2)/e3-sqrt(e4-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e4);
    r34b=(sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2)/e3+sqrt(e4-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e4);
    r34=r34a/r34b;
    %1
    pangkat31=2.0d0*(omega/c)*d31*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r2341=(r23+r34*exp(z*pangkat31))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat31));
    r12341=(r12+r2341*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2341*exp(z*pangkat2));
    rpr12341=(rpr1+r12341*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12341*exp(z*pangkat1));
    rpr1234c1=conj(rpr12341);
    ref1(i)=rpr12341*rpr1234c1;

    %2
    pangkat32=2.0d0*(omega/c)*d32*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r2342=(r23+r34*exp(z*pangkat32))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat32));
    r12342=(r12+r2342*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2342*exp(z*pangkat2));
    rpr12342=(rpr1+r12342*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12342*exp(z*pangkat1));
    rpr1234c2=conj(rpr12342);
    ref2(i)=rpr12342*rpr1234c2;

    %3
    pangkat33=2.0d0*(omega/c)*d33*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r2343=(r23+r34*exp(z*pangkat33))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat33));
    r12343=(r12+r2343*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2343*exp(z*pangkat2));
    rpr12343=(rpr1+r12343*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12343*exp(z*pangkat1));
    rpr1234c3=conj(rpr12343);
    ref3(i)=rpr12343*rpr1234c3;

    %4
    pangkat34=2.0d0*(omega/c)*d34*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r2344=(r23+r34*exp(z*pangkat34))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat34));
    r12344=(r12+r2344*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2344*exp(z*pangkat2));
    rpr12344=(rpr1+r12344*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12344*exp(z*pangkat1));
    rpr1234c4=conj(rpr12344);
    ref4(i)=rpr12344*rpr1234c4;

    %5
    pangkat35=2.0d0*(omega/c)*d35*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r2345=(r23+r34*exp(z*pangkat35))/(1+r23*r34*exp(z*pangkat35));
    r12345=(r12+r2345*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r2345*exp(z*pangkat2));
    rpr12345=(rpr1+r12345*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r12345*exp(z*pangkat1));
    rpr1234c5=conj(rpr12345);
    ref5(i)=rpr12345*rpr1234c5;

    %sumbu grafik
    x(i)=theta_pi(i);
    y1(i)=ref1(i);
    y2(i)=ref2(i);
    y3(i)=ref3(i);
    y4(i)=ref4(i);
    y5(i)=ref5(i);

    fprintf('%5d %8.3f %15.10f %15.10f %15.10f %15.10f %15.10f\n',i,theta_pi(
i),ref1(i),ref2(i),ref3(i),ref4(i),ref5(i))
end

plot(x,y1,'b',x,y2,'r',x,y3,'g',x,y4,'k',x,y5,'c');
xlabel('sudut datang');
ylabel('reflektansi');
title('grafik SPR Otto Au+Fe3O4');
legend('0,05 nm','0,5 nm','1 nm','5 nm','10 nm');

```

```

%-- spr_angle_6layer---
fprintf('Surface Plasmon Resonance (SPR) konfigurasi Otto variasi
ketebalan MWCNT \n')
d1=30.0d-9;
d2=50.0d-9;
d3=0.050d-9;
d41=1.0d-9;
d42=4.0d-9;
d43=7.0d-9;
d44=10.0d-9;
d45=13.0d-9;
z=sqrt(-1);
c=2.99792458d8;
hbar=6.5822d-16;

% ----- prisma BK7
enpr=1.5151;
%---- udara1
e1=1.0002765;
%----- emas
e2n=0.16750;
e2k=3.47280;
e2r=-12.033;
e2i=1.1634;
e2=e2r+e2i*z;
%-----Fe3O4
e3n=2.162;
e3k=1.178;
e3r=3.2866;
e3i=1.968;
e3=e3r+e3i*z;
%-----MWCNT
e4n=2.8363;
e4k=1.5944;
e4r=5.5027;
e4i=9.0445;
e4=e4r+e4i*z;
%----- udara -----
e5=1.0002765;

ramd=632.80d-9;
omega=2.0d0*pi/ramd*c;
hbar_omega=hbar*omega;
fprintf(' %10.10f %10.10f %10.10f \n', ramd, omega, hbar_omega)
fprintf('===== \n')

%----- scan sudut-----
ang0=35.0d0;
ang1=60.0d0;

disp('          Mencari nilai Reflektansi ')
for i=1:101
    theta=(ang0+(i-1)/100.0d0*(ang1-ang0))/180.0d0*pi;
    theta_pi(i)=theta/pi*180.0d0;
    rpr1=(cos(theta)/enpr-(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1)/(cos(theta)/enpr+(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1);
    pangkat1=2.0d0*(omega/c)*d1*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
    pangkat2=2.0d0*(omega/c)*d2*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
    pangkat3=2.0d0*(omega/c)*d3*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r12a=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1-(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;

```

```

    r12b=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1+(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;
    r12=r12a/r12b;
    r23a=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2-sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23b=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2+sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23=r23a/r23b;
    r34a=(sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2)/e3-sqrt(e4-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e4);
    r34b=(sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2)/e3+sqrt(e4-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e4);
    r34=r34a/r34b;
    r45a=(sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2)/e4-sqrt(e5-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e5);
    r45b=(sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2)/e4+sqrt(e5-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e5);
    r45=r45a/r45b;

%1
pangkat41=2.0d0*(omega/c)*d41*sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2);
r3451=(r34+r45*exp(z*pangkat41))/(1+r34*r45*exp(z*pangkat41));
r23451=(r23+r3451*exp(z*pangkat3))/(1+r23*r3451*exp(z*pangkat3));
r123451=(r12+r23451*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r23451*exp(z*pangkat2));
rpr123451=(rpr1+r123451*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r123451*exp(z*pangkat1))
;
    rpr12345c1=conj(rpr123451);
    ref1(i)=rpr123451*rpr12345c1;

%2
pangkat42=2.0d0*(omega/c)*d42*sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2);
r3452=(r34+r45*exp(z*pangkat42))/(1+r34*r45*exp(z*pangkat42));
r23452=(r23+r3452*exp(z*pangkat3))/(1+r23*r3452*exp(z*pangkat3));
r123452=(r12+r23452*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r23452*exp(z*pangkat2));
rpr123452=(rpr1+r123452*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r123452*exp(z*pangkat1))
;
    rpr12345c2=conj(rpr123452);
    ref2(i)=rpr123452*rpr12345c2;

%3
pangkat43=2.0d0*(omega/c)*d43*sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2);
r3453=(r34+r45*exp(z*pangkat43))/(1+r34*r45*exp(z*pangkat43));
r23453=(r23+r3453*exp(z*pangkat3))/(1+r23*r3453*exp(z*pangkat3));
r123453=(r12+r23453*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r23453*exp(z*pangkat2));
rpr123453=(rpr1+r123453*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r123453*exp(z*pangkat1))
;
    rpr12345c3=conj(rpr123453);
    ref3(i)=rpr123453*rpr12345c3;

%4
pangkat44=2.0d0*(omega/c)*d44*sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2);
r3454=(r34+r45*exp(z*pangkat44))/(1+r34*r45*exp(z*pangkat44));
r23454=(r23+r3454*exp(z*pangkat3))/(1+r23*r3454*exp(z*pangkat3));
r123454=(r12+r23454*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r23454*exp(z*pangkat2));
rpr123454=(rpr1+r123454*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r123454*exp(z*pangkat1))
;
    rpr12345c4=conj(rpr123454);
    ref4(i)=rpr123454*rpr12345c4;

%5
pangkat45=2.0d0*(omega/c)*d45*sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2);
r3455=(r34+r45*exp(z*pangkat45))/(1+r34*r45*exp(z*pangkat45));
r23455=(r23+r3455*exp(z*pangkat3))/(1+r23*r3455*exp(z*pangkat3));

```

```

    r123455=(r12+r23455*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r23455*exp(z*pangkat2));
    rpr123455=(rpr1+r123455*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r123455*exp(z*pangkat1))
;
    rpr12345c5=conj(rpr123455);
    ref5(i)=rpr123455*rpr12345c5;

%sumbu grafik
x(i)=theta_pi(i);
y1(i)=ref1(i);
y2(i)=ref2(i);
y3(i)=ref3(i);
y4(i)=ref4(i);
y5(i)=ref5(i);

fprintf('%5d %8.3f %15.10f %15.10f %15.10f %15.10f %15.10f\n',i,theta_pi(
i),ref1(i),ref2(i),ref3(i),ref4(i),ref5(i))
end

plot(x,y1,'b',x,y2,'r',x,y3,'g',x,y4,'k',x,y5,'c');
xlabel('sudut datang');
ylabel('reflektansi');
title('grafik SPR Otto Au+Fe3O4+MWCNT ');
legend('1 nm','4 nm','7 nm','10 m','13 nm');

```



```

%-- spr_angle_6layer---
fprintf('Surface Plasmon Resonance (SPR) konfigurasi Otto variasi
ketebalan SWCNT \n')
d1=30.0d-9;
d2=50.0d-9;
d3=0.050d-9;
d41=1.0d-9;
d42=4.0d-9;
d43=7.0d-9;
d44=10.0d-9;
d45=13.0d-9;
z=sqrt(-1);
c=2.99792458d8;
hbar=6.5822d-16;

% ----- prisma BK7
enpr=1.5151;
%---- udara1
e1=1.0002765;
%----- emas
e2n=0.16750;
e2k=3.47280;
e2r=-12.033;
e2i=1.1634;
e2=e2r+e2i*z;
%-----Fe3O4
e3n=2.162;
e3k=1.178;
e3r=3.2866;
e3i=1.968;
e3=e3r+e3i*z;
%-----SWCNT
e4n=2.4105;
e4k=0;
e4r=5.8106;
e4i=0;
e4=e4r+e4i*z;
%----- udara -----
e5=1.0002765;

ramd=632.80d-9;
omega=2.0d0*pi/ramd*c;
hbar_omega=hbar*omega;
fprintf(' %10.10f %10.10f %10.10f \n', ramd, omega, hbar_omega)
fprintf('===== \n')

%----- scan sudut-----
ang0=35.0d0;
ang1=60.0d0;

disp('          Mencari nilai Reflektansi ')
for i=1:101
    theta=(ang0+(i-1)/100.0d0*(ang1-ang0))/180.0d0*pi;
    theta_pi(i)=theta/pi*180.0d0;
    rpr1=(cos(theta)/enpr-(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1)/(cos(theta)/enpr+(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1);
    pangkat1=2.0d0*(omega/c)*d1*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
    pangkat2=2.0d0*(omega/c)*d2*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
    pangkat3=2.0d0*(omega/c)*d3*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r12a=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1-(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;

```

```

    r12b=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1+(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;
    r12=r12a/r12b;
    r23a=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2-sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23b=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2+sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23=r23a/r23b;
    r34a=(sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2)/e3-sqrt(e4-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e4);
    r34b=(sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2)/e3+sqrt(e4-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e4);
    r34=r34a/r34b;
    r45a=(sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2)/e4-sqrt(e5-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e5);
    r45b=(sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2)/e4+sqrt(e5-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e5);
    r45=r45a/r45b;

%1
pangkat41=2.0d0*(omega/c)*d41*sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2);
r3451=(r34+r45*exp(z*pangkat41))/(1+r34*r45*exp(z*pangkat41));
r23451=(r23+r3451*exp(z*pangkat3))/(1+r23*r3451*exp(z*pangkat3));
r123451=(r12+r23451*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r23451*exp(z*pangkat2));
rpr123451=(rpr1+r123451*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r123451*exp(z*pangkat1))
;
    rpr12345c1=conj(rpr123451);
    ref1(i)=rpr123451*rpr12345c1;

%2
pangkat42=2.0d0*(omega/c)*d42*sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2);
r3452=(r34+r45*exp(z*pangkat42))/(1+r34*r45*exp(z*pangkat42));
r23452=(r23+r3452*exp(z*pangkat3))/(1+r23*r3452*exp(z*pangkat3));
r123452=(r12+r23452*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r23452*exp(z*pangkat2));
rpr123452=(rpr1+r123452*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r123452*exp(z*pangkat1))
;
    rpr12345c2=conj(rpr123452);
    ref2(i)=rpr123452*rpr12345c2;

%3
pangkat43=2.0d0*(omega/c)*d43*sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2);
r3453=(r34+r45*exp(z*pangkat43))/(1+r34*r45*exp(z*pangkat43));
r23453=(r23+r3453*exp(z*pangkat3))/(1+r23*r3453*exp(z*pangkat3));
r123453=(r12+r23453*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r23453*exp(z*pangkat2));
rpr123453=(rpr1+r123453*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r123453*exp(z*pangkat1))
;
    rpr12345c3=conj(rpr123453);
    ref3(i)=rpr123453*rpr12345c3;

%4
pangkat44=2.0d0*(omega/c)*d44*sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2);
r3454=(r34+r45*exp(z*pangkat44))/(1+r34*r45*exp(z*pangkat44));
r23454=(r23+r3454*exp(z*pangkat3))/(1+r23*r3454*exp(z*pangkat3));
r123454=(r12+r23454*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r23454*exp(z*pangkat2));
rpr123454=(rpr1+r123454*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r123454*exp(z*pangkat1))
;
    rpr12345c4=conj(rpr123454);
    ref4(i)=rpr123454*rpr12345c4;

%5
pangkat45=2.0d0*(omega/c)*d45*sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2);
r3455=(r34+r45*exp(z*pangkat45))/(1+r34*r45*exp(z*pangkat45));
r23455=(r23+r3455*exp(z*pangkat3))/(1+r23*r3455*exp(z*pangkat3));

```

```

    r123455=(r12+r23455*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r23455*exp(z*pangkat2));
    rpr123455=(rpr1+r123455*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r123455*exp(z*pangkat1))
;
    rpr12345c5=conj(rpr123455);
    ref5(i)=rpr123455*rpr12345c5;

    %sumbu grafik
    x(i)=theta_pi(i);
    y1(i)=ref1(i);
    y2(i)=ref2(i);
    y3(i)=ref3(i);
    y4(i)=ref4(i);
    y5(i)=ref5(i);

    fprintf('%5d %8.3f %15.10f %15.10f %15.10f %15.10f %15.10f\n',i,theta_pi(
i),ref1(i),ref2(i),ref3(i),ref4(i),ref5(i))
end

plot(x,y1,'b',x,y2,'r',x,y3,'g',x,y4,'k',x,y5,'c');
xlabel('sudut datang');
ylabel('reflektansi');
title('grafik SPR Otto Au+Fe3O4+SWCNT ');
legend('1 nm','4 nm','7 nm','10 nm','13 nm');

```

```

%-- spr_angle_7layer---
fprintf('Surface Plasmon Resonance (SPR) konfigurasi Otto deteksi gelatin
babi \n')
d1=30.0d-9;
d2=50.0d-9;
d3=0.050d-9;
d4=1.0d-9;
d5=input('Masukkan ketebalan gelatin= ');
z=sqrt(-1);
c=2.99792458d8;
hbar=6.5822d-16;

% ----- prisma BK7
enpr=1.5151;
%----- udara
e1=1.0002765;
%----- emas
e2n=0.16750;
e2k=3.47280;
e2r=-12.033;
e2i=1.1634;
e2=e2r+e2i*z;
%-----Fe3O4
e3n=2.162;
e3k=1.178;
e3r=3.2866;
e3i=1.968;
e3=e3r+e3i*z;
%-----SWCNT
e4n=2.4105;
e4k=0;
e4r=5.8106;
e4i=0;
e4=e4r+e4i*z;
%----- gelatin
e5n=1.3351;
e5k=0.00;
e5r=1.7825;
e5i=2.6702;
e5=e5r+e5i*z;
%----- udara -----
e6=1.0002765;

ramd=632.80d-9;
omega=2.0d0*pi/ramd*c;
hbar_omega=hbar*omega;
fprintf(' %10.10f %10.10f %10.10f \n', ramd, omega, hbar_omega)
fprintf('===== \n')

%----- scan sudut-----
ang0=35.0d0;
ang1=60.0d0;

disp('          Mencari nilai Reflektansi')
for i=1:101
    theta=(ang0+(i-1)/100.0d0*(ang1-ang0))/180.0d0*pi;
    theta_pi(i)=theta/pi*180.0d0;
    rpr1=(cos(theta)/enpr-(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1)/(cos(theta)/enpr+(sqrt(e1-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e1);
    pangkat1=2.0d0*(omega/c)*d1*sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2);
    pangkat2=2.0d0*(omega/c)*d2*sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2);
    pangkat3=2.0d0*(omega/c)*d3*sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2);

```

```

    pangkat4=2.0d0*(omega/c)*d4*sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2);
    pangkat5=2.0d0*(omega/c)*d5*sqrt(e5-enpr^2*(sin(theta))^2);
    r12a=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1-(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;
    r12b=(sqrt(e1-enpr^2*(sin(theta))^2))/e1+(sqrt(e2-
enpr^2*(sin(theta))^2))/e2;
    r12=r12a/r12b;
    r23a=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2-sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23b=(sqrt(e2-enpr^2*(sin(theta))^2)/e2+sqrt(e3-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e3);
    r23=r23a/r23b;
    r34a=(sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2)/e3-sqrt(e4-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e4);
    r34b=(sqrt(e3-enpr^2*(sin(theta))^2)/e3+sqrt(e4-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e4);
    r34=r34a/r34b;
    r45a=(sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2)/e4-sqrt(e5-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e5);
    r45b=(sqrt(e4-enpr^2*(sin(theta))^2)/e4+sqrt(e5-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e5);
    r45=r45a/r45b;
    r56a=(sqrt(e5-enpr^2*(sin(theta))^2)/e5-sqrt(e6-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e6);
    r56b=(sqrt(e5-enpr^2*(sin(theta))^2)/e5+sqrt(e6-
enpr^2*(sin(theta))^2)/e6);
    r56=r56a/r56b;
    r456=(r45+r56*exp(z*pangkat5))/(1+r45*r56*exp(z*pangkat5));
    r3456=(r34+r456*exp(z*pangkat4))/(1+r34*r456*exp(z*pangkat4));
    r23456=(r23+r3456*exp(z*pangkat3))/(1+r23*r3456*exp(z*pangkat3));
    r123456=(r12+r23456*exp(z*pangkat2))/(1+r12*r23456*exp(z*pangkat2));
    rpr123456=(rpr1+r123456*exp(z*pangkat1))/(1+rpr1*r123456*exp(z*pangkat1))
;
    rpr123456c=conj(rpr123456);
    ref(i)=rpr123456*rpr123456c;

    %sumbu grafik
    x(i)=theta_pi(i);
    y(i)=ref(i);

    fprintf('%5d %8.3f %17.10f \n',i,theta_pi(i),ref(i))
end

plot(x,y,'r');
xlabel('sudut datang');
ylabel('reflektansi');
title('grafik SPR Otto Au+Fe3O4+SWCNT+gelatin babi');

```



**LAMPIRAN 2**  
(Hasil Perhitungan Matlab)

**A. Konfigurasi Kretschmann**

1. Variasi ketebalan emas

Sudut datang (derajat)	Reflektansi dengan berbagai ketebalan emas				
	10 nm	30 nm	50 nm	70 nm	90 nm
35,00	0,1462133	0,6309788	0,8394535	0, 8978721	0, 9127055
35,25	0,1459518	0,6296290	0,8389068	0, 8976099	0, 9124998
35,50	0, 1458347	0, 6283053	0, 8383655	0, 8973492	0, 9122940
35,75	0, 1458843	0, 6270165	0, 8378320	0, 8970906	0, 9120882
36,00	0, 1461269	0, 6257730	0, 8373096	0, 8968351	0, 9118827
36,25	0, 1465934	0, 6245875	0, 8368020	0, 8965839	0, 9116778
36,50	0, 1473206	0, 6234753	0, 8363138	0, 8963380	0, 9114739
36,75	0, 1483522	0, 6224553	0, 8358508	0, 8960993	0, 9112714
37,00	0, 1497408	0, 6215505	0, 8354200	0, 8958696	0, 9110708
37,25	0, 1515499	0, 6207895	0, 8350301	0, 8956514	0, 9108728
37,50	0, 1538574	0, 6202077	0, 8346923	0, 8954477	0, 9106783
37,75	0, 1567588	0, 6198497	0, 8344202	0, 8952623	0, 9104881
38,00	0, 1603734	0, 6197722	0, 8342318	0, 8950999	0, 9103035
38,25	0, 1648517	0, 6200477	0, 8341496	0, 8949669	0, 9101263
38,50	0, 1703864	0, 6207703	0, 8342033	0, 8948711	0, 9099583
38,75	0, 1772281	0, 6220641	0, 8344321	0, 8948230	0, 9098024
39,00	0, 1857095	0, 6240954	0, 8348886	0, 8948367	0, 9096620
39,25	0, 1962828	0, 6270922	0, 8356448	0, 8949313	0, 9095420
39,50	0, 2095802	0, 6313743	0, 8368016	0, 8951335	0, 9094491
39,75	0, 2265174	0, 6374058	0, 8385047	0, 8954815	0, 9093928
40,00	0, 2484838	0, 6458872	0, 8409728	0, 8960321	0, 9093872
40,25	0, 2777195	0, 6579352	0, 8445503	0, 8968743	0, 9094542
40,50	0, 3181625	0, 6754731	0, 8498207	0, 8981573	0, 9096300
40,75	0, 3777223	0, 7022337	0, 8578880	0, 9001591	0, 9099819
41,00	0, 4765834	0, 7472273	0, 8713186	0, 9035160	0, 9106622
41,25	0, 7154004	0, 8509767	0, 9009771	0, 9108579	0, 9122930
41,50	0, 9913165	0, 9675964	0, 9361276	0, 9203298	0, 9146418
41,75	0, 9845781	0, 9691712	0, 9403318	0, 9222248	0, 9151706
42,00	0, 9755788	0, 9622150	0, 9419793	0, 9236523	0, 9156292
42,25	0, 9652582	0, 9438644	0, 9392444	0, 9242734	0, 9159804
42,50	0, 9541612	0, 9090498	0, 9269924	0, 9227857	0, 9159694
42,75	0, 9426919	0, 8513987	0, 8922600	0, 9151377	0, 9146979
43,00	0, 9311685	0, 7657021	0, 8016262	0, 8871183	0, 9086322
43,25	0, 9198421	0, 6534272	0, 5792909	0, 7815118	0, 8806814
43,50	0, 9089056	0, 5290572	0, 1898659	0, 4707492	0, 7732619
43,75	0, 8985004	0, 4185668	0, 0049054	0, 4428122	0, 7721776
44,00	0, 8887241	0, 3449928	0, 1738818	0, 6404385	0, 8370960
44,25	0, 8796369	0, 3145491	0, 3708334	0, 7410808	0, 8649345
44,50	0, 8712688	0, 3181719	0, 5042459	0, 7903845	0, 8778378
44,75	0, 8636259	0, 3421220	0, 5899608	0, 8177905	0, 8848343
45,00	0, 8566966	0, 3752812	0, 6469421	0, 8347169	0, 8890779

---

45,25	0, 8504560	0, 4108041	0, 6866117	0, 8460146	0, 8918576
45,50	0, 8448705	0, 4451552	0, 7154224	0, 8540006	0, 8937789
45,75	0, 8399007	0, 4768005	0, 7371089	0, 8598959	0, 8951584
46,00	0, 8355044	0, 5052665	0, 7539257	0, 8643962	0, 8961760
46,25	0, 8316383	0, 5305888	0, 7672923	0, 8679239	0, 8969409
46,50	0, 8282592	0, 5530198	0, 7781386	0, 8707485	0, 8975228
46,75	0, 8253255	0, 5728831	0, 7870946	0, 8730495	0, 8979681
47,00	0, 8227974	0, 5905055	0, 7946003	0, 8749509	0, 8983089
47,25	0, 8206376	0, 6061882	0, 8009715	0, 8765406	0, 8985682
47,50	0, 8188113	0, 6201969	0, 8064396	0, 8778829	0, 8987626
47,75	0, 8172864	0, 6327609	0, 8111781	0, 8790256	0, 8989047
48,00	0, 8160334	0, 6440756	0, 8153193	0, 8800051	0, 8990040
48,25	0, 8150256	0, 6543072	0, 8189657	0, 8808496	0, 8990679
48,50	0, 8142384	0, 6635963	0, 8221979	0, 8815810	0, 8991023
48,75	0, 8136498	0, 6720621	0, 8250801	0, 8822171	0, 8991117
49,00	0, 8132397	0, 6798060	0, 8276641	0, 8827719	0, 8990999
49,25	0, 8129902	0, 6869144	0, 8299920	0, 8832570	0, 8990701
49,50	0, 8128850	0, 6934612	0, 8320983	0, 8836818	0, 8990247
49,75	0, 8129093	0, 6995099	0, 8340120	0, 8840544	0, 8989660
50,00	0, 8130502	0, 7051151	0, 8357570	0, 8843812	0, 8988956
50,25	0, 8132958	0, 7103241	0, 8373537	0, 8846679	0, 8988151
50,50	0, 8136355	0, 7151780	0, 8388192	0, 8849192	0, 8987259
50,75	0, 8140597	0, 7197127	0, 8401682	0, 8851392	0, 8986290
51,00	0, 8145599	0, 7239594	0, 8414135	0, 8853314	0, 8985255
51,25	0, 8151285	0, 7279459	0, 8425658	0, 8854988	0, 8984162
51,50	0, 8157585	0, 7316963	0, 8436348	0, 8856441	0, 8983018
51,75	0, 8164437	0, 7352321	0, 8446288	0, 8857696	0, 8981831
52,00	0, 8171787	0, 7385725	0, 8455549	0, 8858774	0, 8980607
52,25	0, 8179583	0, 7417344	0, 8464197	0, 8859692	0, 8979351
52,50	0, 8187781	0, 7447330	0, 8472288	0, 8860468	0, 8978068
52,75	0, 8196341	0, 7475818	0, 8479872	0, 8861115	0, 8976762
53,00	0, 8205225	0, 7502931	0, 8486995	0, 8861647	0, 8975438
53,25	0, 8214403	0, 7528779	0, 8493698	0, 8862075	0, 8974099
53,50	0, 8223843	0, 7553461	0, 8500016	0, 8862410	0, 8972750
53,75	0, 8233521	0, 7577068	0, 8505982	0, 8862662	0, 8971393
54,00	0, 8243411	0, 7599681	0, 8511625	0, 8862840	0, 8970032
54,25	0, 8253492	0, 7621374	0, 8516974	0, 8862951	0, 8968669
54,50	0, 8263746	0, 7642215	0, 8522052	0, 8863004	0, 8967307
54,75	0, 8274154	0, 7662267	0, 8526881	0, 8863005	0, 8965950
55,00	0, 8284701	0, 7681586	0, 8531482	0, 8862961	0, 8964599
55,25	0, 8295373	0, 7700224	0, 8535875	0, 8862877	0, 8963257
55,50	0, 8306157	0, 7718230	0, 8540075	0, 8862760	0, 8961926
55,75	0, 8317042	0, 7735648	0, 8544100	0, 8862615	0, 8960609
56,00	0, 8328017	0, 7752518	0, 8547964	0, 8862447	0, 8959308
56,25	0, 8339073	0, 7768879	0, 8551681	0, 8862260	0, 8958025
56,50	0, 8350201	0, 7784765	0, 8555264	0, 8862059	0, 8956762
56,75	0, 8361395	0, 7800210	0, 8558724	0, 8861848	0, 8955522
57,00	0, 8372646	0, 7815243	0, 8562074	0, 8861632	0, 8954306
57,25	0, 8383950	0, 7829894	0, 8565324	0, 8861414	0, 8953117
57,50	0, 8395301	0, 7844188	0, 8568483	0, 8861199	0, 8951957

---

57,75	0,8406693	0,7858150	0,8571561	0,8860989	0,8950827
58,00	0,8418122	0,7871804	0,8574567	0,8860789	0,8949731
58,25	0,8429585	0,7885171	0,8577509	0,8860601	0,8948669
58,50	0,8441078	0,7898272	0,8580395	0,8860430	0,8947644
58,75	0,8452597	0,7911125	0,8583233	0,8860278	0,8946658
59,00	0,8464140	0,7923750	0,8586031	0,8860149	0,8945713
59,25	0,8475704	0,7936162	0,8588794	0,8860046	0,8944812
59,50	0,8487288	0,7948380	0,8591531	0,8859973	0,8943955
59,75	0,8498888	0,7960417	0,8594246	0,8859931	0,8943147
60,00	0,8510504	0,7972288	0,8596947	0,8859924	0,8942387

## 2. Variasi ketebalan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

Sudut datang (derajat)	Reflektansi dengan berbagai ketebalan Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>				
	0,05 nm	0,5 nm	1 nm	5 nm	10 nm
35,00	0,8394487	0,8394076	0,8393671	0,8392314	0,8395055
35,25	0,8389046	0,8388873	0,8388731	0,8389406	0,8394442
35,50	0,8383661	0,8383739	0,8383874	0,8386683	0,8394103
35,75	0,8378356	0,8378700	0,8379128	0,8384179	0,8394075
36,00	0,8373163	0,8373789	0,8374526	0,8381934	0,8394402
36,25	0,8368121	0,8369044	0,8370109	0,8379996	0,8395132
36,50	0,8363274	0,8364514	0,8365926	0,8378420	0,8396323
36,75	0,8358681	0,8360256	0,8362037	0,8377273	0,8398043
37,00	0,8354413	0,8356344	0,8358515	0,8376634	0,8400372
37,25	0,8350557	0,8352867	0,8355451	0,8376600	0,8403404
37,50	0,8347223	0,8349935	0,8352957	0,8377289	0,8407253
37,75	0,8344551	0,8347689	0,8351176	0,8378844	0,8412053
38,00	0,8342717	0,8346308	0,8350285	0,8381444	0,8417972
38,25	0,8341949	0,8346018	0,8350514	0,8385313	0,8425212
38,50	0,8342543	0,8347118	0,8352158	0,8390732	0,8434027
38,75	0,8344892	0,8349996	0,8355606	0,8398067	0,8444737
39,00	0,8349519	0,8355174	0,8361376	0,8407790	0,8457751
39,25	0,8357145	0,8363367	0,8370172	0,8420534	0,8473605
39,50	0,8368777	0,8375568	0,8382975	0,8437161	0,8493020
39,75	0,8385872	0,8393210	0,8401194	0,8458881	0,8516989
40,00	0,8410609	0,8418436	0,8426925	0,8487462	0,8546942
40,25	0,8446426	0,8454608	0,8463452	0,8525619	0,8585045
40,50	0,8499141	0,8507406	0,8516307	0,8577850	0,8634849
40,75	0,8579762	0,8587551	0,8595902	0,8652513	0,8702908
41,00	0,8713874	0,8719929	0,8726380	0,8768875	0,8804341
41,25	0,9009795	0,9009986	0,9010141	0,9009489	0,9004814
41,50	0,9360017	0,9349021	0,9337472	0,9264612	0,9204297
41,75	0,9401402	0,9384852	0,9367832	0,9268948	0,9197978
42,00	0,9417104	0,9394181	0,9371170	0,9249030	0,9173940
42,25	0,9388975	0,9359909	0,9331647	0,9197896	0,9130633
42,50	0,9266254	0,9236326	0,9208685	0,9100167	0,9063355
42,75	0,8921603	0,8914821	0,8910906	0,8929488	0,8965019
43,00	0,8029066	0,8133680	0,8230998	0,8642270	0,8825880
43,25	0,5851365	0,6317902	0,6730402	0,8168597	0,8633068

43,50	0, 2003221	0, 2933657	0, 3876059	0, 7405270	0, 8370273
43,75	0, 0040158	0, 0191673	0, 0766855	0, 6234112	0, 8018147
44,00	0, 1651317	0, 0950241	0, 0439499	0, 4627005	0, 7556434
44,25	0, 3628968	0, 2901619	0, 2107611	0, 2874479	0, 6969428
44,50	0, 4983409	0, 4423285	0, 3750425	0, 1641050	0, 6256310
44,75	0, 5855893	0, 5437568	0, 4920875	0, 1395810	0, 5445589
45,00	0, 6436029	0, 6116251	0, 5718779	0, 1939451	0, 4606572
45,25	0, 6839711	0, 6587309	0, 6273961	0, 2795853	0, 3843799
45,50	0, 7132688	0, 6927399	0, 6673515	0, 3651013	0, 3265076
45,75	0, 7353065	0, 7181732	0, 6970817	0, 4388205	0, 2937342
46,00	0, 7523843	0, 7377721	0, 7198676	0, 4990574	0, 2863015
46,25	0, 7659504	0, 7532607	0, 7377804	0, 5475104	0, 2992525
46,50	0, 7769527	0, 7657640	0, 7521704	0, 5865114	0, 3256084
46,75	0, 7860333	0, 7760407	0, 7639454	0, 6181482	0, 3589916
47,00	0, 7936404	0, 7846180	0, 7737343	0, 6440820	0, 3947550
47,25	0, 8000951	0, 7918723	0, 7819835	0, 6655814	0, 4300061
47,50	0, 8056332	0, 7980781	0, 7890180	0, 6836029	0, 4631843
47,75	0, 8104309	0, 8034405	0, 7950789	0, 6988677	0, 4935960
48,00	0, 8146228	0, 8081150	0, 8003487	0, 7119235	0, 5210564
48,25	0, 8183131	0, 8122215	0, 8049676	0, 7231897	0, 5456531
48,50	0, 8215835	0, 8158541	0, 8090450	0, 7329908	0, 5676030
48,75	0, 8244992	0, 8190875	0, 8126676	0, 7415807	0, 5871720
49,00	0, 8271128	0, 8219816	0, 8159047	0, 7491601	0, 6046316
49,25	0, 8294670	0, 8245851	0, 8188123	0, 7558891	0, 6202379
49,50	0, 8315969	0, 8269378	0, 8214365	0, 7618969	0, 6342226
49,75	0, 8335318	0, 8290728	0, 8238149	0, 7672886	0, 6467907
50,00	0, 8352960	0, 8310177	0, 8259792	0, 7721503	0, 6581205
50,25	0, 8369100	0, 8327956	0, 8279558	0, 7765533	0, 6683666
50,50	0, 8383914	0, 8344262	0, 8297671	0, 7805570	0, 6776622
50,75	0, 8397549	0, 8359261	0, 8314320	0, 7842112	0, 6861220
51,00	0, 8410134	0, 8373098	0, 8329668	0, 7875581	0, 6938446
51,25	0, 8421781	0, 8385896	0, 8343855	0, 7906335	0, 7009152
51,50	0, 8432584	0, 8397762	0, 8357002	0, 7934679	0, 7074074
51,75	0, 8442628	0, 8408791	0, 8369215	0, 7960877	0, 7133847
52,00	0, 8451987	0, 8419063	0, 8380587	0, 7985155	0, 7189025
52,25	0, 8460725	0, 8428652	0, 8391198	0, 8007712	0, 7240089
52,50	0, 8468901	0, 8437621	0, 8401119	0, 8028719	0, 7287459
52,75	0, 8476564	0, 8446027	0, 8410415	0, 8048327	0, 7331504
53,00	0, 8483762	0, 8453920	0, 8419141	0, 8066670	0, 7372548
53,25	0, 8490534	0, 8461345	0, 8427348	0, 8083864	0, 7410875
53,50	0, 8496918	0, 8468343	0, 8435081	0, 8100013	0, 7446740
53,75	0, 8502945	0, 8474950	0, 8442380	0, 8115210	0, 7480365
54,00	0, 8508648	0, 8481199	0, 8449282	0, 8129538	0, 7511950
54,25	0, 8514052	0, 8487120	0, 8455820	0, 8143070	0, 7541672
54,50	0, 8519182	0, 8492741	0, 8462025	0, 8155874	0, 7569691
54,75	0, 8524061	0, 8498085	0, 8467923	0, 8168009	0, 7596149
55,00	0, 8528709	0, 8503175	0, 8473540	0, 8179529	0, 7621174
55,25	0, 8533147	0, 8508033	0, 8478897	0, 8190484	0, 7644882
55,50	0, 8537390	0, 8512677	0, 8484018	0, 8200919	0, 7667378
55,75	0, 8541456	0, 8517124	0, 8488920	0, 8210874	0, 7688757



56,00	0,8545359	0,8521393	0,8493622	0,8220386	0,7709103
56,25	0,8549114	0,8525496	0,8498141	0,8229490	0,7728497
56,50	0,8552732	0,8529450	0,8502491	0,8238217	0,7747008
56,75	0,8556227	0,8533265	0,8506687	0,8246596	0,7764704
57,00	0,8559610	0,8536956	0,8510742	0,8254654	0,7781643
57,25	0,8562891	0,8540533	0,8514670	0,8262416	0,7797881
57,50	0,8566081	0,8544007	0,8518481	0,8269904	0,7813468
57,75	0,8569188	0,8547388	0,8522186	0,8277140	0,7828452
58,00	0,8572223	0,8550687	0,8525797	0,8284144	0,7842875
58,25	0,8575192	0,8553911	0,8529323	0,8290934	0,7856777
58,50	0,8578105	0,8557070	0,8532773	0,8297528	0,7870196
58,75	0,8580969	0,8560172	0,8536156	0,8303942	0,7883166
59,00	0,8583791	0,8563224	0,8539480	0,8310191	0,7895719
59,25	0,8586579	0,8566235	0,8542754	0,8316290	0,7907886
59,50	0,8589338	0,8569211	0,8545986	0,8322253	0,7919694
59,75	0,8592077	0,8572159	0,8549181	0,8328092	0,7931169
60,00	0,8594800	0,8575086	0,8552348	0,8333819	0,7942337

### 3. Variasi ketebalan MWCNT

Sudut datang (derajat)	Reflektansi dengan berbagai ketebalan MWCNT				
	1 nm	5 nm	10 nm	15 nm	20 nm
35,00	0,8383159	0,8361931	0,8381319	0,8432984	0,8497238
35,25	0,8378827	0,8361549	0,8384191	0,8437115	0,8501192
35,50	0,8374605	0,8361438	0,8387405	0,8441577	0,8505432
35,75	0,8370524	0,8361633	0,8390996	0,8446398	0,8509981
36,00	0,8366619	0,8362177	0,8395004	0,8451615	0,8514869
36,25	0,8362931	0,8363120	0,8399477	0,8457265	0,8520126
36,50	0,8359513	0,8364520	0,8404467	0,8463394	0,8525789
36,75	0,8356424	0,8366444	0,8410035	0,8470053	0,8531901
37,00	0,8353742	0,8368974	0,8416254	0,8477301	0,8538507
37,25	0,8351559	0,8372204	0,8423207	0,8485207	0,8545665
37,50	0,8349988	0,8376252	0,8430994	0,8493851	0,8553440
37,75	0,8349174	0,8381257	0,8439733	0,8503331	0,8561909
38,00	0,8349295	0,8387390	0,8449568	0,8513760	0,8571163
38,25	0,8350582	0,8394864	0,8460672	0,8525279	0,8581314
38,50	0,8353329	0,8403944	0,8473259	0,8538057	0,8592498
38,75	0,8357922	0,8414968	0,8487599	0,8552307	0,8604884
39,00	0,8364873	0,8428376	0,8504035	0,8568300	0,8618688
39,25	0,8374878	0,8444745	0,8523014	0,8586384	0,8634187
39,50	0,8388901	0,8464859	0,8545135	0,8607026	0,8651751
39,75	0,8408320	0,8489812	0,8571222	0,8630869	0,8671891
40,00	0,8435187	0,8521196	0,8602465	0,8658835	0,8695340
40,25	0,8472704	0,8561456	0,8640679	0,8692332	0,8723217
40,50	0,8526259	0,8614640	0,8688859	0,8733684	0,8757377
40,75	0,8605999	0,8688318	0,8752611	0,8787265	0,8801321
41,00	0,8735483	0,8800124	0,8845110	0,8863422	0,8863380
41,25	0,9015126	0,9027056	0,9025154	0,9009016	0,8981644
41,50	0,9335413	0,9269538	0,9220858	0,9182783	0,9144816

---

41,75	0, 9355343	0, 9253805	0, 9202305	0, 9172306	0, 9144397
42,00	0, 9339943	0, 9200418	0, 9155705	0, 9139593	0, 9124196
42,25	0, 9269618	0, 9102919	0, 9083765	0, 9090632	0, 9091772
42,50	0, 9099072	0, 8948579	0, 8986266	0, 9027993	0, 9050443
42,75	0, 8735744	0, 8720322	0, 8862600	0, 8953469	0, 9002333
43,00	0, 7996220	0, 8398230	0, 8712606	0, 8868675	0, 8949055
43,25	0, 6564670	0, 7963220	0, 8537064	0, 8775235	0, 8891935
43,50	0, 4184697	0, 7404691	0, 8338037	0, 8674828	0, 8832105
43,75	0, 1604447	0, 6732519	0, 8119069	0, 8569178	0, 8770541
44,00	0, 0700328	0, 5989327	0, 7885163	0, 8460016	0, 8708084
44,25	0, 1591716	0, 5252576	0, 7642544	0, 8349028	0, 8645451
44,50	0, 2955137	0, 4616030	0, 7398192	0, 8237803	0, 8583246
44,75	0, 4119573	0, 4155225	0, 7159235	0, 8127789	0, 8521970
45,00	0, 4991862	0, 3899994	0, 6932299	0, 8020258	0, 8462027
45,25	0, 5631631	0, 3832963	0, 6722943	0, 7916282	0, 8403737
45,50	0, 6106616	0, 3909094	0, 6535288	0, 7816727	0, 8347343
45,75	0, 6466922	0, 4078001	0, 6371859	0, 7722251	0, 8293023
46,00	0, 6746514	0, 4297435	0, 6233657	0, 7633318	0, 8240899
46,25	0, 6968130	0, 4537360	0, 6120369	0, 7550216	0, 8191045
46,50	0, 7147162	0, 4778770	0, 6030682	0, 7473081	0, 8143492
46,75	0, 7294238	0, 5010798	0, 5962606	0, 7401917	0, 8098244
47,00	0, 7416849	0, 5227952	0, 5913765	0, 7336626	0, 8055274
47,25	0, 7520387	0, 5428032	0, 5881642	0, 7277027	0, 8014539
47,50	0, 7608817	0, 5610735	0, 5863751	0, 7222878	0, 7975975
47,75	0, 7685099	0, 5776769	0, 5857758	0, 7173897	0, 7939512
48,00	0, 7751489	0, 5927337	0, 5861545	0, 7129774	0, 7905068
48,25	0, 7809726	0, 6063826	0, 5873243	0, 7090183	0, 7872558
48,50	0, 7861174	0, 6187645	0, 5891237	0, 7054797	0, 7841891
48,75	0, 7906913	0, 6300136	0, 5914152	0, 7023290	0, 7812977
49,00	0, 7947811	0, 6402531	0, 5940836	0, 6995346	0, 7785727
49,25	0, 7984569	0, 6495942	0, 5970333	0, 6970663	0, 7760050
49,50	0, 8017765	0, 6581359	0, 6001859	0, 6948955	0, 7735860
49,75	0, 8047872	0, 6659657	0, 6034774	0, 6929951	0, 7713073
50,00	0, 8075287	0, 6731604	0, 6068561	0, 6913400	0, 7691608
50,25	0, 8100342	0, 6797876	0, 6102808	0, 6899076	0, 7671387
50,50	0, 8123318	0, 6859067	0, 6137186	0, 6886760	0, 7652336
50,75	0, 8144454	0, 6915698	0, 6171436	0, 6876258	0, 7634387
51,00	0, 8163954	0, 6968226	0, 6205358	0, 6867392	0, 7617473
51,25	0, 8181993	0, 7017056	0, 6238798	0, 6859999	0, 7601531
51,50	0, 8198726	0, 7062543	0, 6271638	0, 6853931	0, 7586503
51,75	0, 8214283	0, 7105002	0, 6303794	0, 6849055	0, 7572335
52,00	0, 8228781	0, 7144712	0, 6335204	0, 6845250	0, 7558974
52,25	0, 8242321	0, 7181921	0, 6365827	0, 6842407	0, 7546373
52,50	0, 8254993	0, 7216851	0, 6395638	0, 6840427	0, 7534487
52,75	0, 8266877	0, 7249698	0, 6424625	0, 6839222	0, 7523273
53,00	0, 8278043	0, 7280639	0, 6452784	0, 6838713	0, 7512694
53,25	0, 8288555	0, 7309832	0, 6480121	0, 6838828	0, 7502713
53,50	0, 8298467	0, 7337420	0, 6506647	0, 6839502	0, 7493295
53,75	0, 8307832	0, 7363532	0, 6532378	0, 6840680	0, 7484410
54,00	0, 8316695	0, 7388284	0, 6557332	0, 6842308	0, 7476029

---



54,25	0, 8325096	0, 7411780	0, 6581532	0, 6844342	0, 7468124
54,50	0, 8333074	0, 7434117	0, 6605002	0, 6846739	0, 7460670
54,75	0, 8340663	0, 7455381	0, 6627766	0, 6849464	0, 7453645
55,00	0, 8347893	0, 7475652	0, 6649851	0, 6852485	0, 7447028
55,25	0, 8354793	0, 7495002	0, 6671284	0, 6855770	0, 7440797
55,50	0, 8361389	0, 7513499	0, 6692089	0, 6859296	0, 7434935
55,75	0, 8367705	0, 7531202	0, 6712295	0, 6863040	0, 7429425
56,00	0, 8373763	0, 7548168	0, 6731926	0, 6866980	0, 7424252
56,25	0, 8379584	0, 7564448	0, 6751010	0, 6871100	0, 7419401
56,50	0, 8385186	0, 7580091	0, 6769571	0, 6875383	0, 7414860
56,75	0, 8390587	0, 7595141	0, 6787635	0, 6879817	0, 7410616
57,00	0, 8395804	0, 7609637	0, 6805224	0, 6884389	0, 7406657
57,25	0, 8400851	0, 7623620	0, 6822364	0, 6889088	0, 7402975
57,50	0, 8405743	0, 7637123	0, 6839077	0, 6893907	0, 7399560
57,75	0, 8410493	0, 7650181	0, 6855385	0, 6898838	0, 7396404
58,00	0, 8415115	0, 7662823	0, 6871310	0, 6903874	0, 7393499
58,25	0, 8419619	0, 7675078	0, 6886873	0, 6909010	0, 7390838
58,50	0, 8424018	0, 7686975	0, 6902093	0, 6914242	0, 7388416
58,75	0, 8428321	0, 7698537	0, 6916992	0, 6919567	0, 7386226
59,00	0, 8432540	0, 7709790	0, 6931587	0, 6924982	0, 7384265
59,25	0, 8436683	0, 7720755	0, 6945898	0, 6930485	0, 7382528
59,50	0, 8440759	0, 7731454	0, 6959941	0, 6936075	0, 7381011
59,75	0, 8444778	0, 7741906	0, 6973735	0, 6941753	0, 7379711
60,00	0, 8448748	0, 7752132	0, 6987297	0, 6947518	0, 7378626

#### 4. Variasi ketebalan SWCNT

Sudut datang (derajat)	Reflektansi dengan berbagai ketebalan SWCNT				
	1 nm	5 nm	10 nm	15 nm	20 nm
35,00	0, 8386982	0, 8355737	0, 8314847	0, 8273801	0, 8235242
35,25	0, 8382047	0, 8353004	0, 8315245	0, 8277641	0, 8242606
35,50	0, 8377203	0, 8350507	0, 8316038	0, 8281994	0, 8250546
35,75	0, 8372481	0, 8348286	0, 8317275	0, 8286911	0, 8259111
36,00	0, 8367916	0, 8346390	0, 8319013	0, 8292449	0, 8268354
36,25	0, 8363548	0, 8344873	0, 8321316	0, 8298675	0, 8278336
36,50	0, 8359430	0, 8343802	0, 8324259	0, 8305663	0, 8289126
36,75	0, 8355624	0, 8343255	0, 8327928	0, 8313498	0, 8300800
37,00	0, 8352206	0, 8343324	0, 8332425	0, 8322278	0, 8313447
37,25	0, 8349270	0, 8344121	0, 8337868	0, 8332115	0, 8327166
37,50	0, 8346934	0, 8345782	0, 8344398	0, 8343141	0, 8342073
37,75	0, 8345343	0, 8348471	0, 8352183	0, 8355511	0, 8358303
38,00	0, 8344682	0, 8352392	0, 8361422	0, 8369406	0, 8376015
38,25	0, 8345188	0, 8357796	0, 8372361	0, 8385046	0, 8395394
38,50	0, 8347164	0, 8365001	0, 8385299	0, 8402692	0, 8416667
38,75	0, 8351009	0, 8374411	0, 8400608	0, 8422669	0, 8440107
39,00	0, 8357256	0, 8386549	0, 8418759	0, 8445379	0, 8466053
39,25	0, 8366623	0, 8402105	0, 8440359	0, 8471334	0, 8494936
39,50	0, 8380112	0, 8422010	0, 8466208	0, 8501200	0, 8527314
39,75	0, 8399155	0, 8447559	0, 8497390	0, 8535875	0, 8563936
40,00	0, 8425879	0, 8480620	0, 8535440	0, 8576612	0, 8605851

---

40,25	0, 8463603	0, 8524025	0, 8582640	0, 8625269	0, 8654617
40,50	0, 8517898	0, 8582401	0, 8642659	0, 8684827	0, 8712744
40,75	0, 8599210	0, 8664229	0, 8722158	0, 8760710	0, 8784835
41,00	0, 8731654	0, 8788792	0, 8836274	0, 8865346	0, 8881543
41,25	0, 9017139	0, 9037832	0, 9050163	0, 9053181	0, 9050224
41,50	0, 9351479	0, 9319588	0, 9285080	0, 9255620	0, 9229985
41,75	0, 9393192	0, 9358344	0, 9317969	0, 9283469	0, 9254010
42,00	0, 9414754	0, 9386646	0, 9343546	0, 9305022	0, 9272224
42,25	0, 9406177	0, 9405588	0, 9364814	0, 9323382	0, 9287604
42,50	0, 9338283	0, 9411686	0, 9382238	0, 9339499	0, 9301149
42,75	0, 9143076	0, 9397302	0, 9395354	0, 9353717	0, 9313318
43,00	0, 8659312	0, 9348244	0, 9403018	0, 9366105	0, 9324349
43,25	0, 7506651	0, 9238452	0, 9403340	0, 9376559	0, 9334370
43,50	0, 4991457	0, 9019316	0, 9393441	0, 9384844	0, 9343440
43,75	0, 1352589	0, 8598934	0, 9369035	0, 9390594	0, 9351573
44,00	0, 0093925	0, 7806948	0, 9323755	0, 9393304	0, 9358752
44,25	0, 1704352	0, 6367651	0, 9248089	0, 9392306	0, 9364931
44,50	0, 3537103	0, 4052231	0, 9127730	0, 9386732	0, 9370038
44,75	0, 4834016	0, 1392984	0, 8941033	0, 9375467	0, 9373980
45,00	0, 5696935	0, 0045276	0, 8655295	0, 9357079	0, 9376639
45,25	0, 6284322	0, 0607430	0, 8221912	0, 9329730	0, 9377871
45,50	0, 6699812	0, 1974546	0, 7572166	0, 9291062	0, 9377505
45,75	0, 7004895	0, 3284306	0, 6620743	0, 9238038	0, 9375340
46,00	0, 7236331	0, 4312594	0, 5296160	0, 9166744	0, 9371140
46,25	0, 7416816	0, 5081795	0, 3628488	0, 9072130	0, 9364632
46,50	0, 7560883	0, 5657150	0, 1880657	0, 8947681	0, 9355496
46,75	0, 7678166	0, 6094321	0, 0546752	0, 8785030	0, 9343365
47,00	0, 7775254	0, 6433173	0, 0026614	0, 8573508	0, 9327811
47,25	0, 7856788	0, 6701098	0, 0297419	0, 8299722	0, 9308339
47,50	0, 7926112	0, 6916880	0, 1033243	0, 7947313	0, 9284377
47,75	0, 7985693	0, 7093568	0, 1916112	0, 7497235	0, 9255262
48,00	0, 8037387	0, 7240386	0, 2765041	0, 6929207	0, 9220230
48,25	0, 8082612	0, 7363978	0, 3510210	0, 6225323	0, 9178392
48,50	0, 8122471	0, 7469221	0, 4139375	0, 5377032	0, 9128725
48,75	0, 8157833	0, 7559757	0, 4663042	0, 4396013	0, 9070045
49,00	0, 8189393	0, 7638351	0, 5097924	0, 3326800	0, 9000985
49,25	0, 8217708	0, 7707133	0, 5460425	0, 2254032	0, 8919975
49,50	0, 8243237	0, 7767767	0, 5764589	0, 1293394	0, 8825209
49,75	0, 8266354	0, 7821570	0, 6021802	0, 0560884	0, 8714624
50,00	0, 8287372	0, 7869595	0, 6241089	0, 0132441	0, 8585876
50,25	0, 8306553	0, 7912694	0, 6429549	0, 0019409	0, 8436322
50,50	0, 8324116	0, 7951564	0, 6592769	0, 0175008	0, 8263013
50,75	0, 8340249	0, 7986776	0, 6735157	0, 0522312	0, 8062710
51,00	0, 8355113	0, 8018808	0, 6860218	0, 0982878	0, 7831922
51,25	0, 8368844	0, 8048059	0, 6970753	0, 1493439	0, 7567000
51,50	0, 8381563	0, 8074865	0, 7069023	0, 2010399	0, 7264282
51,75	0, 8393372	0, 8099511	0, 7156863	0, 2507379	0, 6920337
52,00	0, 8404361	0, 8122241	0, 7235775	0, 2970537	0, 6532304
52,25	0, 8414611	0, 8143266	0, 7306997	0, 3394174	0, 6098366
52,50	0, 8424191	0, 8162765	0, 7371558	0, 3777426	0, 5618349

---

52,75	0, 8433163	0, 8180896	0, 7430318	0, 4122060	0, 5094422
53,00	0, 8441582	0, 8197796	0, 7483999	0, 4431108	0, 4531826
53,25	0, 8449498	0, 8213585	0, 7533213	0, 4708065	0, 3939509
53,50	0, 8456953	0, 8228370	0, 7578482	0, 4956453	0, 3330455
53,75	0, 8463989	0, 8242243	0, 7620251	0, 5179590	0, 2721522
54,00	0, 8470641	0, 8255287	0, 7658904	0, 5380499	0, 2132579
54,25	0, 8476940	0, 8267577	0, 7694772	0, 5561866	0, 1584917
54,50	0, 8482916	0, 8279178	0, 7728144	0, 5726056	0, 1099090
54,75	0, 8488596	0, 8290149	0, 7759271	0, 5875132	0, 0692570
55,00	0, 8494004	0, 8300545	0, 7788373	0, 6010885	0, 0377736
55,25	0, 8499162	0, 8310412	0, 7815644	0, 6134871	0, 0160663
55,50	0, 8504091	0, 8319794	0, 7841256	0, 6248439	0, 0040939
55,75	0, 8508810	0, 8328732	0, 7865359	0, 6352758	0, 0012464
56,00	0, 8513336	0, 8337261	0, 7888088	0, 6448844	0, 0064914
56,25	0, 8517686	0, 8345413	0, 7909565	0, 6537585	0, 0185465
56,50	0, 8521873	0, 8353220	0, 7929896	0, 6619752	0, 0360412
56,75	0, 8525913	0, 8360708	0, 7949179	0, 6696022	0, 0576440
57,00	0, 8529818	0, 8367904	0, 7967500	0, 6766987	0, 0821488
57,25	0, 8533600	0, 8374830	0, 7984939	0, 6833170	0, 1085201
57,50	0, 8537272	0, 8381508	0, 8001566	0, 6895030	0, 1359081
57,75	0, 8540842	0, 8387959	0, 8017446	0, 6952976	0, 1636418
58,00	0, 8544323	0, 8394201	0, 8032639	0, 7007367	0, 1912107
58,25	0, 8547722	0, 8400252	0, 8047197	0, 7058524	0, 2182407
58,50	0, 8551050	0, 8406128	0, 8061171	0, 7106735	0, 2444691
58,75	0, 8554315	0, 8411844	0, 8074606	0, 7152255	0, 2697215
59,00	0, 8557525	0, 8417415	0, 8087543	0, 7195313	0, 2938916
59,25	0, 8560687	0, 8422855	0, 8100020	0, 7236117	0, 3169245
59,50	0, 8563810	0, 8428175	0, 8112072	0, 7274850	0, 3388029
59,75	0, 8566901	0, 8433388	0, 8123734	0, 7311682	0, 3595366
60,00	0, 8569966	0, 8438505	0, 8135034	0, 7346764	0, 3791541

## B. Konfigurasi Otto

### 1. Variasi ketebalan udara

Sudut datang (derajat)	Reflektansi dengan berbagai ketebalan celah udara				
	10 nm	30 nm	50 nm	70 nm	90 nm
35,00	0, 8383318	0, 8359128	0, 8333262	0, 8306640	0, 8280303
35,25	0, 8375951	0, 8347658	0, 8317343	0, 8286026	0, 8254883
35,50	0, 8368605	0, 8336138	0, 8301284	0, 8265144	0, 8229016
35,75	0, 8361306	0, 8324596	0, 8285111	0, 8244019	0, 8202727
36,00	0, 8354085	0, 8313063	0, 8268858	0, 8222686	0, 8176048
36,25	0, 8346981	0, 8301580	0, 8252565	0, 8201188	0, 8149024
36,50	0, 8340042	0, 8290195	0, 8236285	0, 8179578	0, 8121708
36,75	0, 8333325	0, 8278970	0, 8220083	0, 8157925	0, 8094173
37,00	0, 8326903	0, 8267982	0, 8204039	0, 8136316	0, 8066509
37,25	0, 8320866	0, 8257326	0, 8188256	0, 8114860	0, 8038833
37,50	0, 8315328	0, 8247122	0, 8172863	0, 8093697	0, 8011293
37,75	0, 8310432	0, 8237523	0, 8158024	0, 8073004	0, 7984083
38,00	0, 8306359	0, 8228726	0, 8143951	0, 8053010	0, 7957450

---

38,25	0, 8303347	0, 8220984	0, 8130917	0, 8034011	0, 7931716
38,50	0, 8301702	0, 8214626	0, 8119279	0, 8016395	0, 7907305
38,75	0, 8301831	0, 8210092	0, 8109512	0, 8000679	0, 7884779
39,00	0, 8304279	0, 8207971	0, 8102253	0, 7987558	0, 7864897
39,25	0, 8309795	0, 8209071	0, 8098382	0, 7977984	0, 7848700
39,50	0, 8319428	0, 8214529	0, 8099128	0, 7973301	0, 7837652
39,75	0, 8334694	0, 8225987	0, 8106276	0, 7975444	0, 7833866
40,00	0, 8357869	0, 8245911	0, 8122500	0, 7987325	0, 7840513
40,25	0, 8392538	0, 8278189	0, 8152023	0, 8013534	0, 7862591
40,50	0, 8444777	0, 8329411	0, 8202000	0, 8061848	0, 7908565
40,75	0, 8526082	0, 8412055	0, 8285982	0, 8146997	0, 7994458
41,00	0, 8663185	0, 8555132	0, 8435482	0, 8303241	0, 8157543
41,25	0, 8969203	0, 8881383	0, 8783835	0, 8675563	0, 8555598
41,50	0, 9334203	0, 9275529	0, 9210195	0, 9137392	0, 9056255
41,75	0, 9377618	0, 9322032	0, 9260279	0, 9191583	0, 9115084
42,00	0, 9394597	0, 9340297	0, 9280258	0, 9213775	0, 9140056
42,25	0, 9366232	0, 9310089	0, 9248553	0, 9181047	0, 9106928
42,50	0, 9239485	0, 9175006	0, 9105462	0, 9030531	0, 8949879
42,75	0, 8881648	0, 8796717	0, 8707938	0, 8615621	0, 8520184
43,00	0, 7956808	0, 7838996	0, 7724030	0, 7613689	0, 7509855
43,25	0, 5731094	0, 5625026	0, 5544538	0, 5491720	0, 5467977
43,50	0, 1917723	0, 1997030	0, 2129295	0, 2311001	0, 2537459
43,75	0, 0013881	0, 0012563	0, 0102943	0, 0281460	0, 0541256
44,00	0, 1527284	0, 1156020	0, 0867742	0, 0676634	0, 0592620
44,25	0, 3441942	0, 2919718	0, 2426635	0, 1982472	0, 1607687
44,50	0, 4781887	0, 4247310	0, 3704631	0, 3168651	0, 2657419
44,75	0, 5657001	0, 5147276	0, 4610230	0, 4055057	0, 3494409
45,00	0, 6243771	0, 5762915	0, 5245186	0, 4695832	0, 4123075
45,25	0, 6654057	0, 6197987	0, 5700177	0, 5163446	0, 4593111
45,50	0, 6952565	0, 6516071	0, 6035264	0, 5511607	0, 4948802
45,75	0, 7177260	0, 6755716	0, 6288443	0, 5776300	0, 5222372
46,00	0, 7351259	0, 6940894	0, 6483991	0, 5981349	0, 5436226
46,25	0, 7489214	0, 7087016	0, 6637807	0, 6142747	0, 5605914
46,50	0, 7600760	0, 7204329	0, 6760607	0, 6271466	0, 5742376
46,75	0, 7692449	0, 7299855	0, 6859809	0, 6375214	0, 5853451
47,00	0, 7768871	0, 7378543	0, 6940687	0, 6459532	0, 5944871
47,25	0, 7833323	0, 7443967	0, 7007073	0, 6528490	0, 6020913
47,50	0, 7888227	0, 7498762	0, 7061810	0, 6585137	0, 6084830
47,75	0, 7935403	0, 7544914	0, 7107051	0, 6631801	0, 6139139
48,00	0, 7976239	0, 7583941	0, 7144449	0, 6670290	0, 6185824
48,25	0, 8011810	0, 7617022	0, 7175295	0, 6702030	0, 6226474
48,50	0, 8042964	0, 7645089	0, 7200612	0, 6728160	0, 6262379
48,75	0, 8070375	0, 7668882	0, 7221218	0, 6749607	0, 6294598
49,00	0, 8094589	0, 7689002	0, 7237777	0, 6767132	0, 6324016
49,25	0, 8116047	0, 7705935	0, 7250833	0, 6781370	0, 6351377
49,50	0, 8135116	0, 7720084	0, 7260837	0, 6792852	0, 6377312
49,75	0, 8152097	0, 7731782	0, 7268165	0, 6802036	0, 6402361
50,00	0, 8167244	0, 7741306	0, 7273134	0, 6809311	0, 6426988
50,25	0, 8180770	0, 7748892	0, 7276012	0, 6815018	0, 6451591
50,50	0, 8192856	0, 7754738	0, 7277031	0, 6819457	0, 6476514

---



50,75	0, 8203657	0, 7759014	0, 7276388	0, 6822892	0, 6502053
51,00	0, 8213305	0, 7761864	0, 7274258	0, 6825560	0, 6528460
51,25	0, 8221916	0, 7763415	0, 7270791	0, 6827674	0, 6555949
51,50	0, 8229589	0, 7763773	0, 7266121	0, 6829427	0, 6584697
51,75	0, 8236410	0, 7763033	0, 7260367	0, 6830996	0, 6614849
52,00	0, 8242458	0, 7761277	0, 7253633	0, 6832540	0, 6646519
52,25	0, 8247797	0, 7758578	0, 7246017	0, 6834210	0, 6679794
52,50	0, 8252488	0, 7754997	0, 7237603	0, 6836140	0, 6714732
52,75	0, 8256583	0, 7750591	0, 7228472	0, 6838458	0, 6751367
53,00	0, 8260130	0, 7745409	0, 7218695	0, 6841280	0, 6789711
53,25	0, 8263170	0, 7739495	0, 7208339	0, 6844714	0, 6829752
53,50	0, 8265741	0, 7732886	0, 7197468	0, 6848859	0, 6871459
53,75	0, 8267876	0, 7725617	0, 7186139	0, 6853807	0, 6914783
54,00	0, 8269606	0, 7717719	0, 7174407	0, 6859641	0, 6959660
54,25	0, 8270959	0, 7709218	0, 7162324	0, 6866438	0, 7006008
54,50	0, 8271961	0, 7700140	0, 7149941	0, 6874267	0, 7053735
54,75	0, 8272633	0, 7690506	0, 7137305	0, 6883188	0, 7102738
55,00	0, 8272997	0, 7680335	0, 7124461	0, 6893257	0, 7152904
55,25	0, 8273071	0, 7669644	0, 7111454	0, 6904518	0, 7204113
55,50	0, 8272875	0, 7658449	0, 7098328	0, 6917014	0, 7256242
55,75	0, 8272423	0, 7646764	0, 7085123	0, 6930774	0, 7309161
56,00	0, 8271730	0, 7634600	0, 7071882	0, 6945826	0, 7362740
56,25	0, 8270811	0, 7621970	0, 7058644	0, 6962187	0, 7416848
56,50	0, 8269679	0, 7608881	0, 7045450	0, 6979868	0, 7471356
56,75	0, 8268344	0, 7595344	0, 7032338	0, 6998873	0, 7526136
57,00	0, 8266820	0, 7581365	0, 7019347	0, 7019200	0, 7581063
57,25	0, 8265115	0, 7566950	0, 7006516	0, 7040839	0, 7636019
57,50	0, 8263240	0, 7552107	0, 6993882	0, 7063775	0, 7690887
57,75	0, 8261204	0, 7536839	0, 6981482	0, 7087987	0, 7745560
58,00	0, 8259016	0, 7521150	0, 6969354	0, 7113447	0, 7799934
58,25	0, 8256684	0, 7505045	0, 6957535	0, 7140122	0, 7853914
58,50	0, 8254216	0, 7488526	0, 6946061	0, 7167975	0, 7907411
58,75	0, 8251619	0, 7471595	0, 6934969	0, 7196962	0, 7960343
59,00	0, 8248900	0, 7454254	0, 6924294	0, 7227037	0, 8012637
59,25	0, 8246067	0, 7436504	0, 6914071	0, 7258148	0, 8064224
59,50	0, 8243126	0, 7418346	0, 6904337	0, 7290243	0, 8115046
59,75	0, 8240083	0, 7399780	0, 6895124	0, 7323263	0, 8165050
60,00	0, 8236945	0, 7380806	0, 6886468	0, 7357149	0, 8214188

## 2. Variasi ketebalan nanopartikel emas

Sudut datang (derajat)	Reflektansi dengan berbagai ketebalan nanopartikel emas				
	10 nm	30 nm	50 nm	70 nm	90 nm
35,00	0, 1324876	0, 6186572	0, 8333262	0, 8938504	0, 9092411
35,25	0, 1300626	0, 6152336	0, 8317343	0, 8929034	0, 9084459
35,50	0, 1277953	0, 6118074	0, 8301284	0, 8919453	0, 9076396
35,75	0, 1257113	0, 6083886	0, 8285111	0, 8909768	0, 9068225
36,00	0, 1238405	0, 6049894	0, 8268858	0, 8899986	0, 9059945
36,25	0, 1222182	0, 6016247	0, 8252565	0, 8890119	0, 9051560
36,50	0, 1208855	0, 5983124	0, 8236285	0, 8880181	0, 9043071

---

36,75	0, 1198915	0, 5950747	0, 8220083	0, 8870188	0, 9034483
37,00	0, 1192945	0, 5919388	0, 8204039	0, 8860161	0, 9025800
37,25	0, 1191648	0, 5889384	0, 8188256	0, 8850130	0, 9017029
37,50	0, 1195875	0, 5861154	0, 8172863	0, 8840127	0, 9008177
37,75	0, 1206671	0, 5835224	0, 8158024	0, 8830197	0, 8999255
38,00	0, 1225330	0, 5812263	0, 8143951	0, 8820398	0, 8990278
38,25	0, 1253474	0, 5793123	0, 8130917	0, 8810803	0, 8981263
38,50	0, 1293172	0, 5778913	0, 8119279	0, 8801509	0, 8972234
38,75	0, 1347102	0, 5771088	0, 8109512	0, 8792643	0, 8963224
39,00	0, 1418805	0, 5771600	0, 8102253	0, 8784376	0, 8954274
39,25	0, 1513074	0, 5783113	0, 8098382	0, 8776945	0, 8945444
39,50	0, 1636590	0, 5809367	0, 8099128	0, 8770678	0, 8936815
39,75	0, 1799014	0, 5855774	0, 8106276	0, 8766048	0, 8928506
40,00	0, 2014976	0, 5930504	0, 8122500	0, 8763763	0, 8920690
40,25	0, 2308065	0, 6046585	0, 8152023	0, 8764928	0, 8913640
40,50	0, 2719800	0, 6226484	0, 8202000	0, 8771395	0, 8907809
40,75	0, 3333851	0, 6513960	0, 8285982	0, 8786624	0, 8904034
41,00	0, 4365110	0, 7015293	0, 8435482	0, 8818502	0, 8904206
41,25	0, 6899786	0, 8213866	0, 8783835	0, 8899474	0, 8916004
41,50	0, 9911748	0, 9614093	0, 9210195	0, 9008878	0, 8937051
41,75	0, 9851889	0, 9640245	0, 9260279	0, 9026010	0, 8935872
42,00	0, 9776270	0, 9570919	0, 9280258	0, 9037841	0, 8933890
42,25	0, 9694728	0, 9385688	0, 9248553	0, 9040266	0, 8930681
42,50	0, 9611989	0, 9051950	0, 9105462	0, 9017165	0, 8923101
42,75	0, 9530856	0, 8541594	0, 8707938	0, 8918252	0, 8899848
43,00	0, 9453057	0, 7851794	0, 7724030	0, 8569391	0, 8816056
43,25	0, 9379625	0, 7026504	0, 5544538	0, 7301956	0, 8455064
43,50	0, 9311118	0, 6160170	0, 2129295	0, 3802283	0, 7100570
43,75	0, 9247768	0, 5368611	0, 0102943	0, 3207232	0, 7030566
44,00	0, 9189582	0, 4741691	0, 0867742	0, 5347023	0, 7829789
44,25	0, 9136420	0, 4314109	0, 2426635	0, 6552917	0, 8178118
44,50	0, 9088051	0, 4070781	0, 3704631	0, 7163225	0, 8336253
44,75	0, 9044186	0, 3971062	0, 4610230	0, 7504339	0, 8417898
45,00	0, 9004510	0, 3970449	0, 5245186	0, 7713075	0, 8463537
45,25	0, 8968702	0, 4031750	0, 5700177	0, 7849573	0, 8489872
45,50	0, 8936441	0, 4127907	0, 6035264	0, 7943105	0, 8504794
45,75	0, 8907422	0, 4240825	0, 6288443	0, 8009283	0, 8512444
46,00	0, 8881355	0, 4359088	0, 6483991	0, 8057076	0, 8515186
46,25	0, 8857971	0, 4475848	0, 6637807	0, 8091960	0, 8514454
46,50	0, 8837021	0, 4587219	0, 6760607	0, 8117450	0, 8511169
46,75	0, 8818277	0, 4691177	0, 6859809	0, 8135894	0, 8505946
47,00	0, 8801531	0, 4786833	0, 6940687	0, 8148920	0, 8499212
47,25	0, 8786595	0, 4873974	0, 7007073	0, 8157686	0, 8491272
47,50	0, 8773298	0, 4952775	0, 7061810	0, 8163042	0, 8482350
47,75	0, 8761486	0, 5023621	0, 7107051	0, 8165622	0, 8472616
48,00	0, 8751021	0, 5086999	0, 7144449	0, 8165910	0, 8462200
48,25	0, 8741777	0, 5143434	0, 7175295	0, 8164282	0, 8451203
48,50	0, 8733642	0, 5193450	0, 7200612	0, 8161036	0, 8439707
48,75	0, 8726514	0, 5237552	0, 7221218	0, 8156408	0, 8427779
49,00	0, 8720303	0, 5276210	0, 7237777	0, 8150593	0, 8415474

---



49,25	0, 8714927	0, 5309858	0, 7250833	0, 8143749	0, 8402838
49,50	0, 8710311	0, 5338895	0, 7260837	0, 8136007	0, 8389912
49,75	0, 8706390	0, 5363681	0, 7268165	0, 8127480	0, 8376729
50,00	0, 8703104	0, 5384539	0, 7273134	0, 8118262	0, 8363321
50,25	0, 8700398	0, 5401765	0, 7276012	0, 8108435	0, 8349714
50,50	0, 8698224	0, 5415623	0, 7277031	0, 8098069	0, 8335934
50,75	0, 8696539	0, 5426349	0, 7276388	0, 8087228	0, 8322005
51,00	0, 8695303	0, 5434159	0, 7274258	0, 8075965	0, 8307947
51,25	0, 8694481	0, 5439245	0, 7270791	0, 8064333	0, 8293781
51,50	0, 8694039	0, 5441782	0, 7266121	0, 8052374	0, 8279528
51,75	0, 8693949	0, 5441926	0, 7260367	0, 8040132	0, 8265205
52,00	0, 8694184	0, 5439820	0, 7253633	0, 8027643	0, 8250832
52,25	0, 8694720	0, 5435592	0, 7246017	0, 8014944	0, 8236426
52,50	0, 8695537	0, 5429361	0, 7237603	0, 8002067	0, 8222007
52,75	0, 8696613	0, 5421231	0, 7228472	0, 7989046	0, 8207591
53,00	0, 8697932	0, 5411301	0, 7218695	0, 7975909	0, 8193197
53,25	0, 8699478	0, 5399659	0, 7208339	0, 7962686	0, 8178843
53,50	0, 8701234	0, 5386385	0, 7197468	0, 7949406	0, 8164547
53,75	0, 8703189	0, 5371555	0, 7186139	0, 7936096	0, 8150327
54,00	0, 8705331	0, 5355238	0, 7174407	0, 7922782	0, 8136202
54,25	0, 8707647	0, 5337496	0, 7162324	0, 7909491	0, 8122191
54,50	0, 8710129	0, 5318389	0, 7149941	0, 7896249	0, 8108313
54,75	0, 8712767	0, 5297970	0, 7137305	0, 7883082	0, 8094587
55,00	0, 8715553	0, 5276292	0, 7124461	0, 7870015	0, 8081032
55,25	0, 8718480	0, 5253401	0, 7111454	0, 7857075	0, 8067669
55,50	0, 8721541	0, 5229343	0, 7098328	0, 7844285	0, 8054516
55,75	0, 8724729	0, 5204160	0, 7085123	0, 7831672	0, 8041596
56,00	0, 8728040	0, 5177891	0, 7071882	0, 7819260	0, 8028927
56,25	0, 8731468	0, 5150575	0, 7058644	0, 7807075	0, 8016531
56,50	0, 8735009	0, 5122248	0, 7045450	0, 7795141	0, 8004428
56,75	0, 8738658	0, 5092946	0, 7032338	0, 7783485	0, 7992640
57,00	0, 8742412	0, 5062702	0, 7019347	0, 7772130	0, 7981186
57,25	0, 8746268	0, 5031549	0, 7006516	0, 7761102	0, 7970089
57,50	0, 8750222	0, 4999519	0, 6993882	0, 7750425	0, 7959370
57,75	0, 8754272	0, 4966644	0, 6981482	0, 7740124	0, 7949049
58,00	0, 8758416	0, 4932954	0, 6969354	0, 7730223	0, 7939147
58,25	0, 8762651	0, 4898480	0, 6957535	0, 7720747	0, 7929685
58,50	0, 8766975	0, 4863253	0, 6946061	0, 7711719	0, 7920684
58,75	0, 8771387	0, 4827303	0, 6934969	0, 7703164	0, 7912164
59,00	0, 8775885	0, 4790661	0, 6924294	0, 7695104	0, 7904144
59,25	0, 8780468	0, 4753357	0, 6914071	0, 7687562	0, 7896645
59,50	0, 8785134	0, 4715424	0, 6904337	0, 7680560	0, 7889686
59,75	0, 8789884	0, 4676891	0, 6895124	0, 7674120	0, 7883284
60,00	0, 8794715	0, 4637792	0, 6886468	0, 7668264	0, 7877459

### 3. Variasi ketebalan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

Sudut datang (derajat)	Reflektansi dengan berbagai ketebalan Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>				
	0,05 nm	0,5 nm	1 nm	10 nm	50 nm

35,00	0,8359080	0,8358663	0,8358253	0,8356888	0,8359707
35,25	0,8347636	0,8347461	0,8347318	0,8348031	0,8353211
35,50	0,8336145	0,8336228	0,8336369	0,8339278	0,8346924
35,75	0,8324633	0,8324990	0,8325434	0,8330665	0,8340888
36,00	0,8313133	0,8313782	0,8314548	0,8322233	0,8335148
36,25	0,8301684	0,8302645	0,8303754	0,8314036	0,8329760
36,50	0,8290337	0,8291630	0,8293104	0,8306133	0,8324788
36,75	0,8279152	0,8280800	0,8282663	0,8298597	0,8320307
37,00	0,8268206	0,8270233	0,8272510	0,8291516	0,8316405
37,25	0,8257595	0,8260026	0,8262745	0,8284998	0,8313190
37,50	0,8247439	0,8250302	0,8253493	0,8279174	0,8310788
37,75	0,8237892	0,8241216	0,8244908	0,8274202	0,8309353
38,00	0,8229151	0,8232965	0,8237190	0,8270285	0,8309072
38,25	0,8221467	0,8225803	0,8230594	0,8267672	0,8310176
38,50	0,8215172	0,8220062	0,8225450	0,8266681	0,8312951
38,75	0,8210704	0,8216177	0,8222193	0,8267724	0,8317762
39,00	0,8208651	0,8214735	0,8221406	0,8271335	0,8325075
39,25	0,8209823	0,8216537	0,8223881	0,8278230	0,8335500
39,50	0,8215354	0,8222704	0,8230723	0,8289384	0,8349858
39,75	0,8226882	0,8234852	0,8243521	0,8306171	0,8369281
40,00	0,8246870	0,8255396	0,8264643	0,8330594	0,8395399
40,25	0,8279196	0,8288136	0,8297800	0,8365736	0,8430680
40,50	0,8330434	0,8339491	0,8349245	0,8416698	0,8479165
40,75	0,8413024	0,8421582	0,8430758	0,8492961	0,8548310
41,00	0,8555888	0,8562548	0,8569643	0,8616360	0,8655276
41,25	0,8881401	0,8881532	0,8881617	0,8880253	0,8874363
41,50	0,9274094	0,9261555	0,9248381	0,9165150	0,9096070
41,75	0,9319840	0,9300905	0,9281419	0,9167906	0,9086029
42,00	0,9337212	0,9310894	0,9284443	0,9143377	0,9055854
42,25	0,9306091	0,9272551	0,9239860	0,9083738	0,9003746
42,50	0,9170711	0,9135582	0,9102945	0,8971771	0,8924316
42,75	0,8795132	0,8783596	0,8775373	0,8778353	0,8809512
43,00	0,7851029	0,7950270	0,8044076	0,8456346	0,8648389
43,25	0,5677992	0,6106954	0,6495944	0,7932701	0,8426721
43,50	0,2086731	0,2891352	0,3724428	0,7105520	0,8126894
43,75	0,0014411	0,0217972	0,0766195	0,5870397	0,7728715
44,00	0,1080695	0,0500480	0,0123628	0,4227207	0,7212205
44,25	0,2841569	0,2140717	0,1410022	0,2469959	0,6563826
44,50	0,4184910	0,3601256	0,2920465	0,1190466	0,5787067
44,75	0,5099111	0,4642623	0,4090057	0,0803549	0,4915566
45,00	0,5725105	0,5365559	0,4925153	0,1176764	0,4021221
45,25	0,6167499	0,5877651	0,5521812	0,1912121	0,3205468
45,50	0,6490832	0,6251273	0,5957631	0,2709084	0,2568852
45,75	0,6734333	0,6531795	0,6284288	0,3431542	0,2173539
46,00	0,6922416	0,6747780	0,6535125	0,4042286	0,2024629
46,25	0,7070780	0,6917657	0,6731868	0,4545167	0,2080731
46,50	0,7189860	0,7053671	0,6889001	0,4956410	0,2280117
46,75	0,7286806	0,7164195	0,7016423	0,5293422	0,2563384
47,00	0,7366652	0,7255107	0,7121077	0,5571291	0,2884580
47,25	0,7433034	0,7330638	0,7207944	0,5802152	0,3212929

47,50	0,7488634	0,7393899	0,7280673	0,5995492	0,3530093
47,75	0,7535467	0,7447218	0,7341994	0,6158657	0,3826442
48,00	0,7575077	0,7492376	0,7393979	0,6297341	0,4097867
48,25	0,7608663	0,7530747	0,7438230	0,6415975	0,4343502
48,50	0,7637168	0,7563415	0,7476002	0,6518035	0,4564248
48,75	0,7661346	0,7591238	0,7508289	0,6606269	0,4761869
49,00	0,7681805	0,7614911	0,7535888	0,6682870	0,4938471
49,25	0,7699040	0,7634994	0,7559449	0,6749600	0,5096212
49,50	0,7713457	0,7651950	0,7579500	0,6807891	0,5237149
49,75	0,7725395	0,7666161	0,7596478	0,6858914	0,5363169
50,00	0,7735136	0,7677946	0,7610749	0,6903634	0,5475965
50,25	0,7742917	0,7687572	0,7622617	0,6942851	0,5577038
50,50	0,7748941	0,7695267	0,7632342	0,6977235	0,5667704
50,75	0,7753377	0,7701223	0,7640140	0,7007350	0,5749114
51,00	0,7756375	0,7705606	0,7646201	0,7033672	0,5822271
51,25	0,7758059	0,7708556	0,7650685	0,7056609	0,5888051
51,50	0,7758541	0,7710197	0,7653730	0,7076508	0,5947217
51,75	0,7757914	0,7710635	0,7655457	0,7093668	0,6000437
52,00	0,7756262	0,7709964	0,7655971	0,7108346	0,6048292
52,25	0,7753659	0,7708264	0,7655363	0,7120768	0,6091293
52,50	0,7750167	0,7705606	0,7653713	0,7131128	0,6129889
52,75	0,7745843	0,7702053	0,7651093	0,7139598	0,6164475
53,00	0,7740737	0,7697661	0,7647564	0,7146327	0,6195398
53,25	0,7734892	0,7692479	0,7643181	0,7151449	0,6222967
53,50	0,7728349	0,7686550	0,7637994	0,7155079	0,6247454
53,75	0,7721141	0,7679912	0,7632046	0,7157321	0,6269102
54,00	0,7713299	0,7672601	0,7625376	0,7158266	0,6288128
54,25	0,7704851	0,7664646	0,7618018	0,7157998	0,6304723
54,50	0,7695822	0,7656076	0,7610002	0,7156588	0,6319060
54,75	0,7686233	0,7646914	0,7601357	0,7154103	0,6331294
55,00	0,7676104	0,7637183	0,7592107	0,7150600	0,6341564
55,25	0,7665452	0,7626901	0,7582274	0,7146132	0,6349993
55,50	0,7654294	0,7616088	0,7571878	0,7140747	0,6356695
55,75	0,7642642	0,7604757	0,7560936	0,7134486	0,6361771
56,00	0,7630510	0,7592923	0,7549465	0,7127389	0,6365314
56,25	0,7617909	0,7580599	0,7537478	0,7119490	0,6367405
56,50	0,7604848	0,7567795	0,7524988	0,7110819	0,6368121
56,75	0,7591336	0,7554522	0,7512005	0,7101406	0,6367530
57,00	0,7577380	0,7540787	0,7498541	0,7091275	0,6365694
57,25	0,7562987	0,7526599	0,7484604	0,7080450	0,6362670
57,50	0,7548164	0,7511965	0,7470201	0,7068950	0,6358508
57,75	0,7532914	0,7496889	0,7455340	0,7056796	0,6353257
58,00	0,7517242	0,7481378	0,7440027	0,7044003	0,6346959
58,25	0,7501152	0,7465435	0,7424265	0,7030587	0,6339652
58,50	0,7484647	0,7449064	0,7408061	0,7016561	0,6331373
58,75	0,7467729	0,7432267	0,7391416	0,7001938	0,6322154
59,00	0,7450399	0,7415048	0,7374335	0,6986728	0,6312025
59,25	0,7432660	0,7397408	0,7356820	0,6970941	0,6301012
59,50	0,7414511	0,7379347	0,7338873	0,6954586	0,6289140
59,75	0,7395953	0,7360868	0,7320494	0,6937670	0,6276432

60,00	0,7376986	0,7341970	0,7301685	0,6920200	0,6262907
-------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

## 4. Variasi ketebalan MWCNT

Sudut datang (derajat)	Reflektansi dengan berbagai ketebalan MWCNT				
	1 nm	4 nm	7 nm	10 nm	13 nm
35,00	0,8347553	0,8327869	0,8328616	0,8345901	0,8375007
35,25	0,8337210	0,8320604	0,8323868	0,8342957	0,8373153
35,50	0,8326885	0,8313508	0,8319379	0,8340313	0,8371607
35,75	0,8316608	0,8306620	0,8315192	0,8338011	0,8370404
36,00	0,8306416	0,8299986	0,8311353	0,8336094	0,8369587
36,25	0,8296355	0,8293659	0,8307917	0,8334615	0,8369202
36,50	0,8286479	0,8287703	0,8304948	0,8333635	0,8369306
36,75	0,8276856	0,8282192	0,8302520	0,8333223	0,8369962
37,00	0,8267567	0,8277216	0,8300722	0,8333460	0,8371242
37,25	0,8258714	0,8272884	0,8299657	0,8334443	0,8373232
37,50	0,8250424	0,8269327	0,8299451	0,8336284	0,8376033
37,75	0,8242855	0,8266704	0,8300252	0,8339118	0,8379766
38,00	0,8236207	0,8265214	0,8302244	0,8343109	0,8384574
38,25	0,8230736	0,8265103	0,8305651	0,8348456	0,8390632
38,50	0,8226772	0,8266683	0,8310752	0,8355404	0,8398155
38,75	0,8224749	0,8270350	0,8317899	0,8364261	0,8407411
39,00	0,8225243	0,8276626	0,8327547	0,8375420	0,8418741
39,25	0,8229036	0,8286198	0,8340290	0,8389394	0,8432586
39,50	0,8237215	0,8300006	0,8356929	0,8406865	0,8449536
39,75	0,8251339	0,8319367	0,8378576	0,8428780	0,8470403
40,00	0,8273723	0,8346206	0,8406838	0,8456498	0,8496350
40,25	0,8307990	0,8383484	0,8444171	0,8492089	0,8529151
40,50	0,8360235	0,8436122	0,8494632	0,8538968	0,8571730
40,75	0,8441938	0,8513316	0,8565793	0,8603516	0,8629558
41,00	0,8579754	0,8636437	0,8675320	0,8700688	0,8715524
41,25	0,8887167	0,8898081	0,8900890	0,8897012	0,8887466
41,50	0,9245978	0,9185425	0,9145177	0,9114391	0,9087638
41,75	0,9267148	0,9170289	0,9120463	0,9090318	0,9068219
42,00	0,9248820	0,9110698	0,9057483	0,9034179	0,9021222
42,25	0,9169161	0,8995722	0,8954283	0,8948877	0,8952176
42,50	0,8978254	0,8804762	0,8804642	0,8834012	0,8863081
42,75	0,8576677	0,8508690	0,8601076	0,8688780	0,8755309
43,00	0,7776345	0,8071140	0,8336504	0,8512923	0,8630306
43,25	0,6280239	0,7454909	0,8006195	0,8307303	0,8489845
43,50	0,3905148	0,6638912	0,7610173	0,8074279	0,8336092
43,75	0,1383950	0,5647943	0,7155685	0,7817902	0,8171591
44,00	0,0324321	0,4581775	0,6658828	0,7543868	0,7999174
44,25	0,0931148	0,3607478	0,6144157	0,7259208	0,7821831
44,50	0,2130850	0,2891006	0,5641571	0,6971742	0,7642561
44,75	0,3252359	0,2512921	0,5180965	0,6689383	0,7464227
45,00	0,4137341	0,2445765	0,4786474	0,6419423	0,7289423
45,25	0,4807384	0,2599745	0,4472520	0,6167945	0,7120378
45,50	0,5314624	0,2879209	0,4242890	0,5939436	0,6958896



45,75	0,5703793	0,3211831	0,4092539	0,5736655	0,6806334
46,00	0,6007483	0,3552673	0,4010782	0,5560726	0,6663613
46,25	0,6248498	0,3877684	0,3984500	0,5411382	0,6531255
46,50	0,6442747	0,4176001	0,4000556	0,5287296	0,6409433
46,75	0,6601454	0,4444186	0,4047214	0,5186424	0,6298037
47,00	0,6732663	0,4682626	0,4114753	0,5106315	0,6196735
47,25	0,6842240	0,4893462	0,4195537	0,5044354	0,6105030
47,50	0,6934540	0,5079491	0,4283801	0,4997948	0,6022315
47,75	0,7012844	0,5243601	0,4375341	0,4964648	0,5947915
48,00	0,7079668	0,5388509	0,4467175	0,4942220	0,5881126
48,25	0,7136964	0,5516660	0,4557256	0,4928678	0,5821240
48,50	0,7186269	0,5630200	0,4644228	0,4922292	0,5767563
48,75	0,7228804	0,5730984	0,4727238	0,4921578	0,5719434
49,00	0,7265556	0,5820607	0,4805789	0,4925280	0,5676232
49,25	0,7297322	0,5900435	0,4879638	0,4932345	0,5637379
49,50	0,7324760	0,5971636	0,4948715	0,4941899	0,5602346
49,75	0,7348413	0,6035213	0,5013065	0,4953220	0,5570651
50,00	0,7368734	0,6092025	0,5072812	0,4965716	0,5541858
50,25	0,7386101	0,6142811	0,5128125	0,4978905	0,5515575
50,50	0,7400838	0,6188207	0,5179205	0,4992398	0,5491452
50,75	0,7413215	0,6228766	0,5226263	0,5005880	0,5469176
51,00	0,7423468	0,6264966	0,5269514	0,5019101	0,5448470
51,25	0,7431797	0,6297224	0,5309175	0,5031860	0,5429087
51,50	0,7438376	0,6325904	0,5345452	0,5044002	0,5410810
51,75	0,7443354	0,6351326	0,5378545	0,5055405	0,5393445
52,00	0,7446864	0,6373769	0,5408641	0,5065974	0,5376824
52,25	0,7449019	0,6393481	0,5435919	0,5075639	0,5360796
52,50	0,7449921	0,6410681	0,5460544	0,5084349	0,5345230
52,75	0,7449658	0,6425562	0,5482670	0,5092067	0,5330009
53,00	0,7448308	0,6438296	0,5502442	0,5098768	0,5315033
53,25	0,7445940	0,6449038	0,5519991	0,5104438	0,5300211
53,50	0,7442618	0,6457924	0,5535442	0,5109069	0,5285464
53,75	0,7438394	0,6465077	0,5548908	0,5112661	0,5270723
54,00	0,7433318	0,6470607	0,5560494	0,5115218	0,5255928
54,25	0,7427434	0,6474614	0,5570298	0,5116747	0,5241024
54,50	0,7420780	0,6477186	0,5578408	0,5117259	0,5225966
54,75	0,7413392	0,6478404	0,5584909	0,5116767	0,5210711
55,00	0,7405302	0,6478341	0,5589876	0,5115285	0,5195224
55,25	0,7396536	0,6477063	0,5593381	0,5112829	0,5179473
55,50	0,7387122	0,6474629	0,5595487	0,5109414	0,5163429
55,75	0,7377080	0,6471093	0,5596256	0,5105058	0,5147069
56,00	0,7366433	0,6466505	0,5595743	0,5099777	0,5130371
56,25	0,7355198	0,6460909	0,5593999	0,5093587	0,5113316
56,50	0,7343391	0,6454347	0,5591072	0,5086506	0,5095886
56,75	0,7331028	0,6446854	0,5587006	0,5078550	0,5078069
57,00	0,7318122	0,6438466	0,5581841	0,5069734	0,5059851
57,25	0,7304685	0,6429212	0,5575616	0,5060074	0,5041220
57,50	0,7290727	0,6419121	0,5568364	0,5049585	0,5022166
57,75	0,7276258	0,6408219	0,5560118	0,5038280	0,5002682
58,00	0,7261286	0,6396528	0,5550907	0,5026175	0,4982759



58,25	0,7245818	0,6384071	0,5540760	0,5013281	0,4962390
58,50	0,7229860	0,6370866	0,5529701	0,4999612	0,4941571
58,75	0,7213420	0,6356930	0,5517754	0,4985180	0,4920294
59,00	0,7196500	0,6342281	0,5504940	0,4969995	0,4898556
59,25	0,7179105	0,6326932	0,5491280	0,4954069	0,4876353
59,50	0,7161239	0,6310897	0,5476793	0,4937412	0,4853682
59,75	0,7142904	0,6294188	0,5461494	0,4920033	0,4830538
60,00	0,7124102	0,6276814	0,5445401	0,4901942	0,4806919

### 5. Variasi ketebalan SWCNT

Sudut datang (derajat)	Reflektansi dengan berbagai ketebalan SWCNT				
	1 nm	4 nm	7 nm	10 nm	50 nm
35,00	0,8351424	0,8327687	0,8303040	0,8277861	0,8252618
35,25	0,8340472	0,8318322	0,8295420	0,8272132	0,8248895
35,50	0,8329515	0,8309073	0,8288033	0,8266740	0,8245602
35,75	0,8318582	0,8299980	0,8280926	0,8261741	0,8242794
36,00	0,8307710	0,8291093	0,8274158	0,8257197	0,8240539
36,25	0,8296944	0,8282468	0,8267794	0,8253180	0,8238909
36,50	0,8286338	0,8274173	0,8261912	0,8249773	0,8237991
36,75	0,8275961	0,8266291	0,8256604	0,8247073	0,8237882
37,00	0,8265895	0,8258921	0,8251979	0,8245195	0,8238696
37,25	0,8256243	0,8252182	0,8248167	0,8244272	0,8240567
37,50	0,8247134	0,8246221	0,8245326	0,8244463	0,8243649
37,75	0,8238730	0,8241220	0,8243643	0,8245959	0,8248127
38,00	0,8231236	0,8237401	0,8243351	0,8248986	0,8254219
38,25	0,8224914	0,8235047	0,8244734	0,8253824	0,8262188
38,50	0,8220107	0,8234513	0,8248147	0,8260814	0,8272356
38,75	0,8217260	0,8236257	0,8254038	0,8270381	0,8285117
39,00	0,8216970	0,8240876	0,8262982	0,8283063	0,8300965
39,25	0,8220047	0,8249165	0,8275731	0,8299554	0,8320532
39,50	0,8227621	0,8262203	0,8293287	0,8320768	0,8344644
39,75	0,8241307	0,8281502	0,8317030	0,8347947	0,8374411
40,00	0,8263507	0,8309258	0,8348931	0,8382847	0,8411394
40,25	0,8297974	0,8348822	0,8391952	0,8428075	0,8457900
40,50	0,8351007	0,8405700	0,8450888	0,8487824	0,8517622
40,75	0,8434426	0,8490024	0,8534468	0,8569688	0,8597254
41,00	0,8575513	0,8624864	0,8662467	0,8690883	0,8712025
41,25	0,8889454	0,8907620	0,8918902	0,8925231	0,8927895
41,50	0,9264157	0,9235964	0,9210368	0,9187211	0,9166181
41,75	0,9310042	0,9279169	0,9249293	0,9221835	0,9196956
42,00	0,9333690	0,9309364	0,9278644	0,9248378	0,9220406
42,25	0,9324012	0,9326467	0,9301131	0,9270264	0,9240085
42,50	0,9248681	0,9323710	0,9315734	0,9288017	0,9256965
42,75	0,9033821	0,9286825	0,9319276	0,9301098	0,9271251
43,00	0,8510941	0,9188538	0,9306021	0,9308187	0,9282748
43,25	0,7311113	0,8976861	0,9266391	0,9307108	0,9290966
43,50	0,4855704	0,8552343	0,9184592	0,9294563	0,9295117
43,75	0,1484747	0,7731092	0,9034505	0,9265675	0,9294078

44,00	0,0013169	0,6226462	0,8772876	0,9213274	0,9286305
44,25	0,1110418	0,3850643	0,8329052	0,9126818	0,9269715
44,50	0,2731698	0,1258510	0,7593841	0,8990793	0,9241513
44,75	0,4006403	0,0032016	0,6424600	0,8782448	0,9197956
45,00	0,4903416	0,0540239	0,4722045	0,8468872	0,9134040
45,25	0,5533356	0,1753649	0,2654385	0,8004081	0,9043079
45,50	0,5986708	0,2933215	0,0860620	0,7328695	0,8916173
45,75	0,6322468	0,3877931	0,0052570	0,6379144	0,8741550
46,00	0,6577849	0,4597300	0,0286006	0,5119475	0,8503868
46,25	0,6776629	0,5142838	0,1084162	0,3606067	0,8183637
46,50	0,6934401	0,5561377	0,2012674	0,2055012	0,7757223
46,75	0,7061682	0,5887713	0,2864545	0,0808792	0,7198344
47,00	0,7165764	0,6146396	0,3581353	0,0143369	0,6482570
47,25	0,7251831	0,6354620	0,4166020	0,0090184	0,5596757
47,50	0,7323652	0,6524531	0,4639306	0,0474484	0,4554178
47,75	0,7384026	0,6664838	0,5023499	0,1077500	0,3411486
48,00	0,7435067	0,6781888	0,5337619	0,1739400	0,2275518
48,25	0,7478401	0,6880391	0,5596710	0,2373347	0,1284325
48,50	0,7515295	0,6963892	0,5812345	0,2943040	0,0561094
48,75	0,7546750	0,7035104	0,5993361	0,3439450	0,0167128
49,00	0,7573567	0,7096132	0,6146521	0,3865959	0,0087367
49,25	0,7596394	0,7148630	0,6277032	0,4230535	0,0253477
49,50	0,7615760	0,7193913	0,6388939	0,4542085	0,0580432
49,75	0,7632099	0,7233039	0,6485414	0,4808935	0,0993128
50,00	0,7645774	0,7266866	0,6568968	0,5038326	0,1436872
50,25	0,7657089	0,7296096	0,6641607	0,5236341	0,1876943
50,50	0,7666297	0,7321312	0,6704952	0,5408010	0,2293869
50,75	0,7673617	0,7342997	0,6760320	0,5557462	0,2678337
51,00	0,7679231	0,7361558	0,6808792	0,5688084	0,3027206
51,25	0,7683300	0,7377338	0,6851262	0,5802655	0,3340799
51,50	0,7685960	0,7390627	0,6888474	0,5903466	0,3621211
51,75	0,7687328	0,7401675	0,6921053	0,5992411	0,3871313
52,00	0,7687509	0,7410695	0,6949525	0,6071066	0,4094190
52,25	0,7686591	0,7417873	0,6974337	0,6140746	0,4292849
52,50	0,7684653	0,7423367	0,6995872	0,6202558	0,4470072
52,75	0,7681765	0,7427317	0,7014456	0,6257435	0,4628367
53,00	0,7677988	0,7429845	0,7030372	0,6306170	0,4769951
53,25	0,7673376	0,7431057	0,7043866	0,6349437	0,4896770
53,50	0,7667975	0,7431048	0,7055148	0,6387815	0,5010519
53,75	0,7661829	0,7429900	0,7064405	0,6421803	0,5112670
54,00	0,7654976	0,7427687	0,7071801	0,6451832	0,5204503
54,25	0,7647449	0,7424474	0,7077477	0,6478274	0,5287128
54,50	0,7639277	0,7420318	0,7081561	0,6501456	0,5361511
54,75	0,7630489	0,7415272	0,7084163	0,6521663	0,5428493
55,00	0,7621107	0,7409380	0,7085383	0,6539143	0,5488808
55,25	0,7611153	0,7402685	0,7085309	0,6554118	0,5543096
55,50	0,7600647	0,7395224	0,7084020	0,6566781	0,5591921
55,75	0,7589605	0,7387028	0,7081586	0,6577304	0,5635776
56,00	0,7578042	0,7378128	0,7078069	0,6585840	0,5675097
56,25	0,7565973	0,7368551	0,7073526	0,6592526	0,5710268

56,50	0,7553409	0,7358320	0,7068007	0,6597481	0,5741631
56,75	0,7540361	0,7347457	0,7061557	0,6600815	0,5769487
57,00	0,7526839	0,7335980	0,7054218	0,6602625	0,5794105
57,25	0,7512851	0,7323908	0,7046027	0,6602999	0,5815724
57,50	0,7498405	0,7311255	0,7037015	0,6602014	0,5834559
57,75	0,7483507	0,7298036	0,7027214	0,6599741	0,5850802
58,00	0,7468163	0,7284262	0,7016649	0,6596244	0,5864624
58,25	0,7452378	0,7269944	0,7005346	0,6591581	0,5876180
58,50	0,7436155	0,7255093	0,6993326	0,6585803	0,5885610
58,75	0,7419498	0,7239716	0,6980608	0,6578957	0,5893039
59,00	0,7402409	0,7223822	0,6967211	0,6571086	0,5898580
59,25	0,7384892	0,7207416	0,6953150	0,6562228	0,5902336
59,50	0,7366947	0,7190505	0,6938439	0,6552419	0,5904399
59,75	0,7348576	0,7173092	0,6923090	0,6541689	0,5904855
60,00	0,7329779	0,7155183	0,6907116	0,6530067	0,5903778

### C. Deteksi gelatin babi dengan menggunakan nanopartikel $Fe_3O_4$ dan SWCNT

Sudut datang (derajat)	Reflektansi dengan konfigurasi	
	Kretschmann	Otto
35,00	0.8277504110	0.8353794828
35,25	0.8281473937	0.8343128350
35,50	0.8285952306	0.8332470517
35,75	0.8290989663	0.8321852207
36,00	0.8296642838	0.8311310863
36,25	0.8302976118	0.8300891998
36,50	0.8310062560	0.8290651113
36,75	0.8317985599	0.8280656146
37,00	0.8326841054	0.8270990654
37,25	0.8336739637	0.8261757963
37,50	0.8347810160	0.8253086661
37,75	0.8360203653	0.8245137963
38,00	0.8374098771	0.8238115722
38,25	0.8389708994	0.8232280267
38,50	0.8407292439	0.8227967895
38,75	0.8427165532	0.8225618931
39,00	0.8449722625	0.8225819158
39,25	0.8475465104	0.8229362864
39,50	0.8505046392	0.8237352399
39,75	0.8539345162	0.8251362655
40,00	0.8579592456	0.8273729218
40,25	0.8627612085	0.8308093901
40,50	0.8686332605	0.8360557017
40,75	0.8761089589	0.8442553094
41,00	0.8864124240	0.8580478058
41,25	0.9049132800	0.8886031703
41,50	0.9247052063	0.9243444704

---

41,75	0.9272624967	0.9278363698
42,00	0.9291788308	0.9288056943
42,25	0.9307524276	0.9260470771
42,50	0.9320721689	0.9163729403
42,75	0.9331672240	0.8929631494
43,00	0.9340393555	0.8413620263
43,25	0.9346731131	0.7323164936
43,50	0.9350392185	0.5213450242
43,75	0.9350950954	0.2160302116
44,00	0.9347838111	0.0119339198
44,25	0.9340318429	0.0513734572
44,50	0.9327457385	0.1972030735
44,75	0.9308075649	0.3329020544
45,00	0.9280689203	0.4345669201
45,25	0.9243431858	0.5077750110
45,50	0.9193955997	0.5609764299
45,75	0.9129306748	0.6005007339
46,00	0.9045764512	0.6305688979
46,25	0.8938651914	0.6539494797
46,50	0.8802104909	0.6724812615
46,75	0.8628816881	0.6874121448
47,00	0.8409783676	0.6996092875
47,25	0.8134114327	0.7096893324
47,50	0.7789037786	0.7181003199
47,75	0.7360342128	0.7251742643
48,00	0.6833631079	0.7311616393
48,25	0.6196934562	0.7362544867
48,50	0.5445225986	0.7406022182
48,75	0.4586972485	0.7443226301
49,00	0.3651554724	0.7475097164
49,25	0.2694173494	0.7502393031
49,50	0.1792981519	0.7525731728
49,75	0.1034616564	0.7545621256
50,00	0.0491033586	0.7562482814
50,25	0.0198563340	0.7576668306
50,50	0.0150786952	0.7588473818
50,75	0.0307644012	0.7598150087
51,00	0.0613028084	0.7605910715
51,25	0.1010934620	0.7611938668
51,50	0.1454978981	0.7616391474
51,75	0.1911416197	0.7619405387
52,00	0.2358162887	0.7621098777
52,25	0.2782227022	0.7621574881
52,50	0.3176999315	0.7620924073
52,75	0.3540020048	0.7619225729
53,00	0.3871350361	0.7616549783
53,25	0.4172470765	0.7612958021
53,50	0.4445575258	0.7608505169
53,75	0.4693139014	0.7603239811
54,00	0.4917665751	0.7597205166

---

---

54,25	0.5121548860	0.7590439747
54,50	0.5307002362	0.7582977927
54,75	0.5476033446	0.7574850421
55,00	0.5630438848	0.7566084702
55,25	0.5771814161	0.7556705363
55,50	0.5901569513	0.7546734424
55,75	0.6020947755	0.7536191606
56,00	0.6131042959	0.7525094564
56,25	0.6232818059	0.7513459095
56,50	0.6327121057	0.7501299315
56,75	0.6414699571	0.7488627823
57,00	0.6496213704	0.7475455834
57,25	0.6572247319	0.7461793306
57,50	0.6643317862	0.7447649049
57,75	0.6709884872	0.7433030817
58,00	0.6772357354	0.7417945400
58,25	0.6831100147	0.7402398694
58,50	0.6886439428	0.7386395772
58,75	0.6938667470	0.7369940944
59,00	0.6988046752	0.7353037808
59,25	0.7034813534	0.7335689301
59,50	0.7079180937	0.7317897741
59,75	0.7121341635	0.7299664864
60,00	0.7161470191	0.7280991861

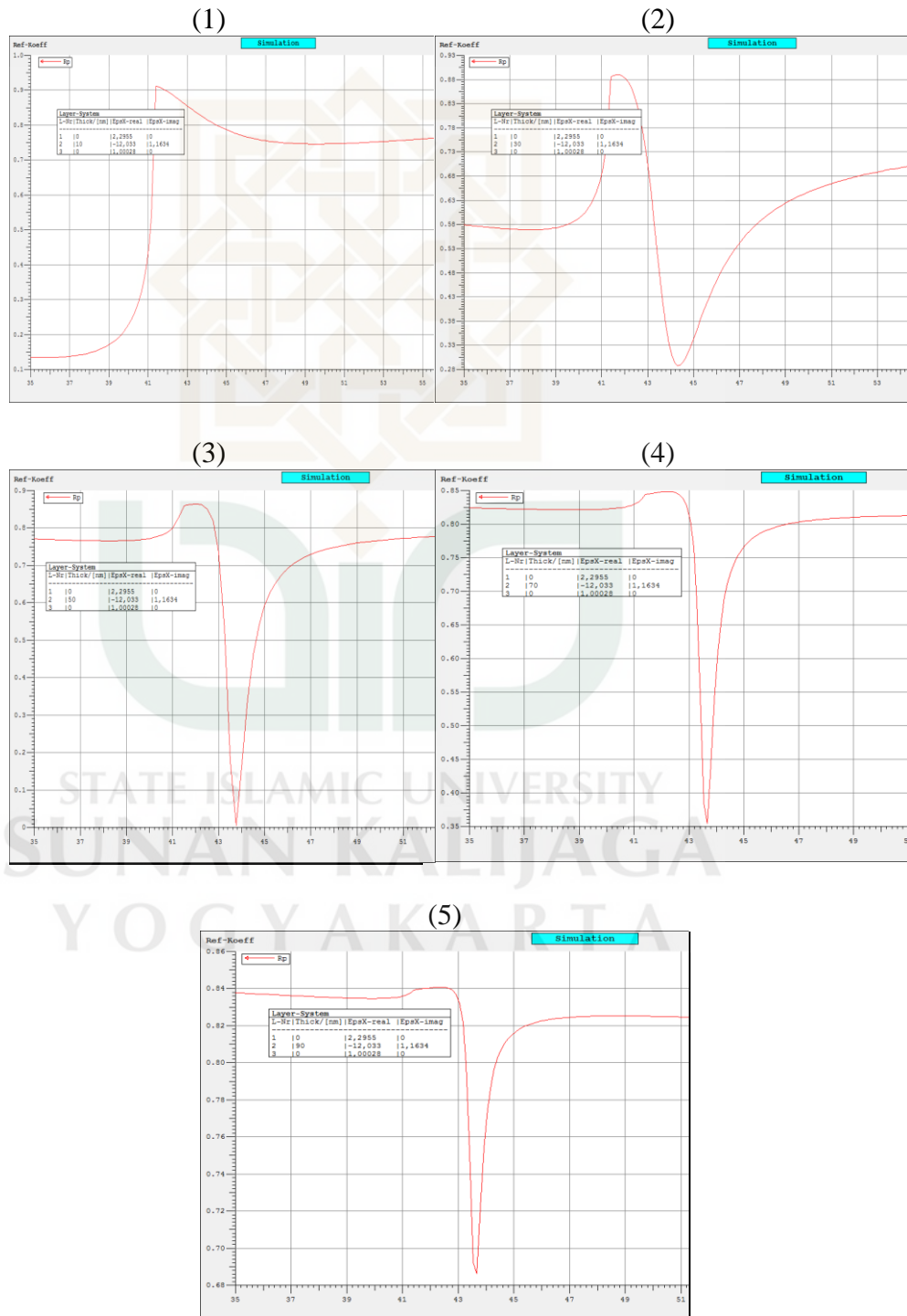
---

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
 SUNAN KALIJAGA  
 YOGYAKARTA

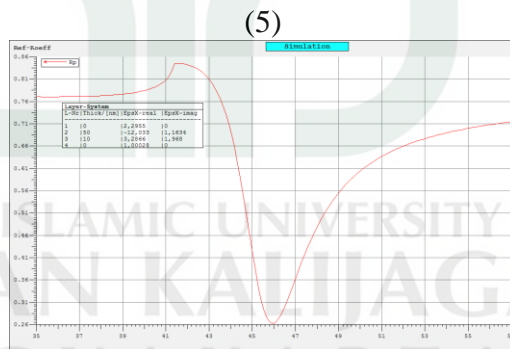
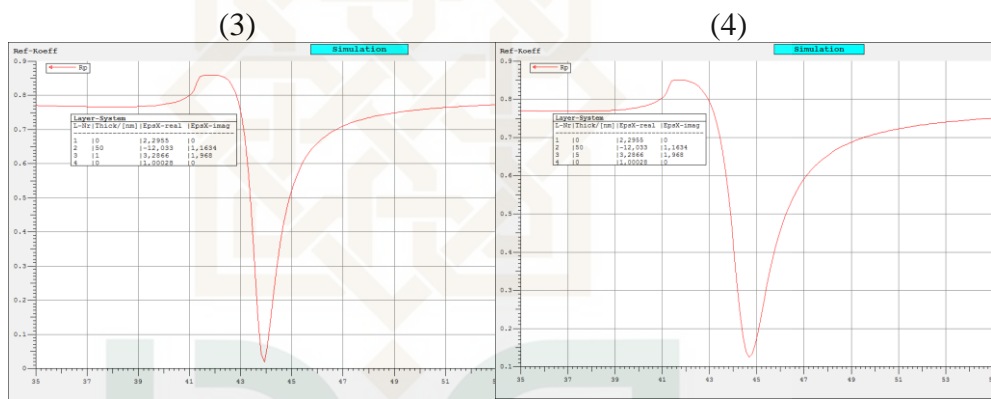
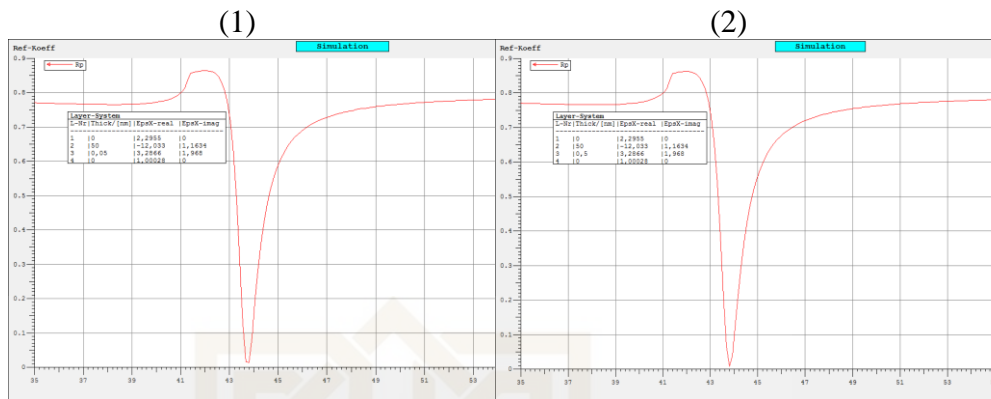


### LAMPIRAN 3 (Hasil dari aplikasi Winspall 3.02)

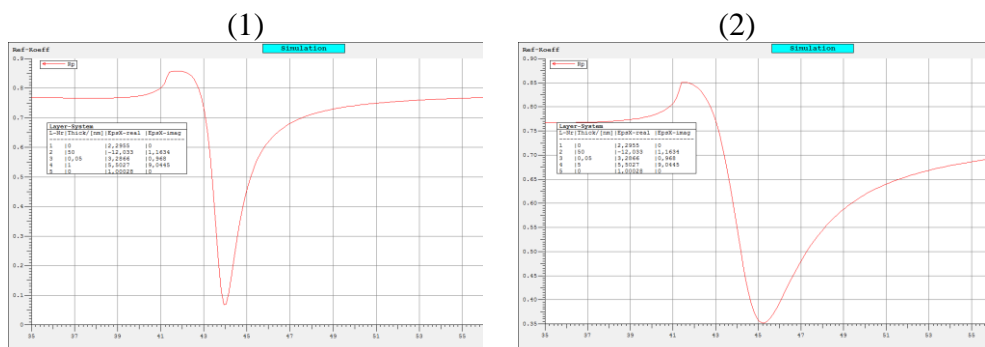
1. Konfigurasi Kretschmann
  - a. Sistem 3 layer variasi ketebalan lapisan emas

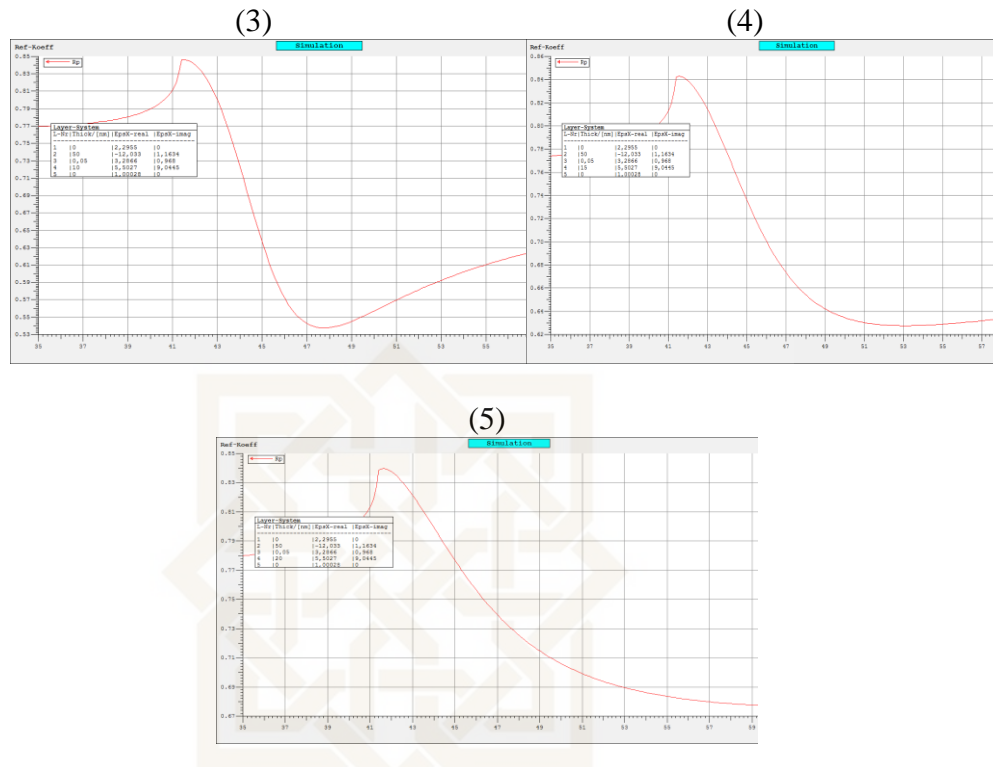


b. Sistem 4 layer variasi ketebalan nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

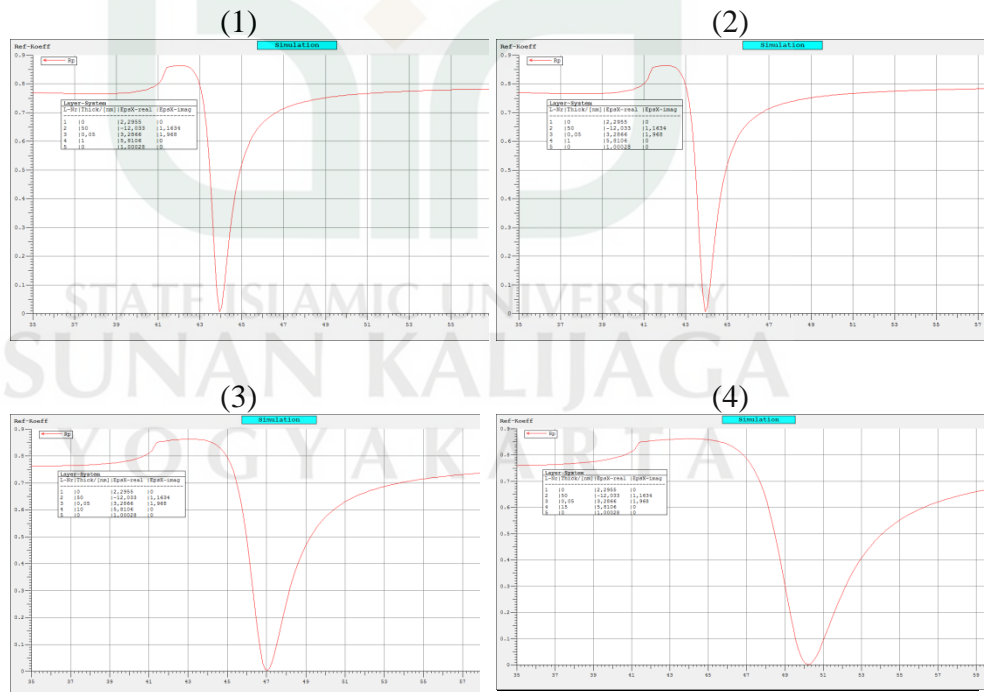


c. Sistem 5 layer variasi ketebalan MWCNT

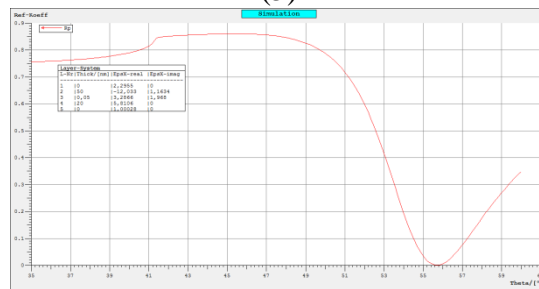




d. Sistem 5 layer variasi ketebalan SWCNT



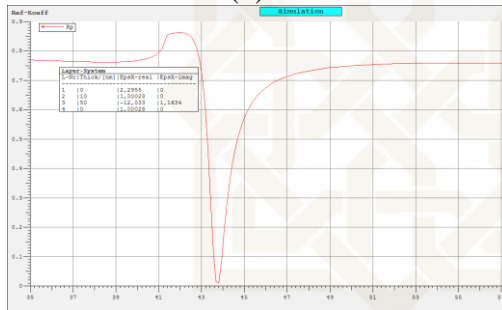
(5)



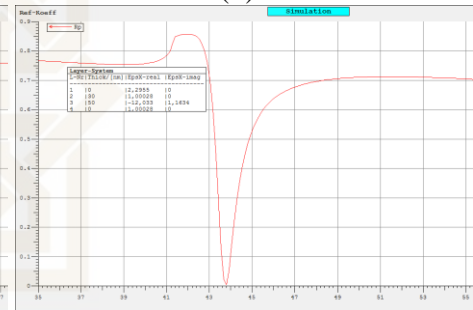
2. Konfigurasi Otto

a. Sistem 4 layer variasi ketebalan udara

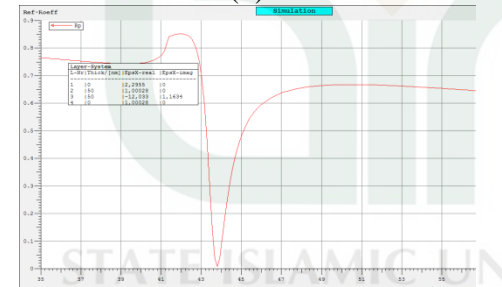
(1)



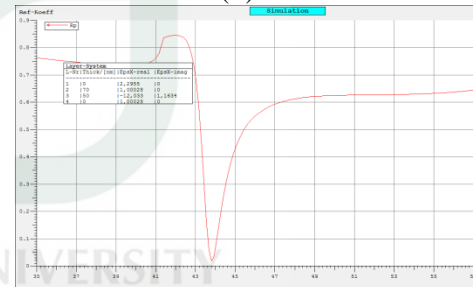
(2)



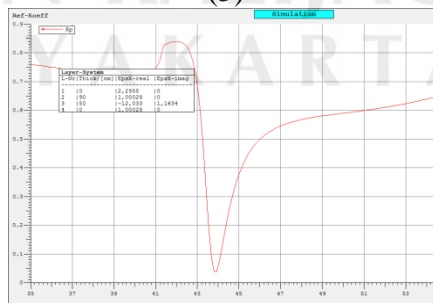
(3)



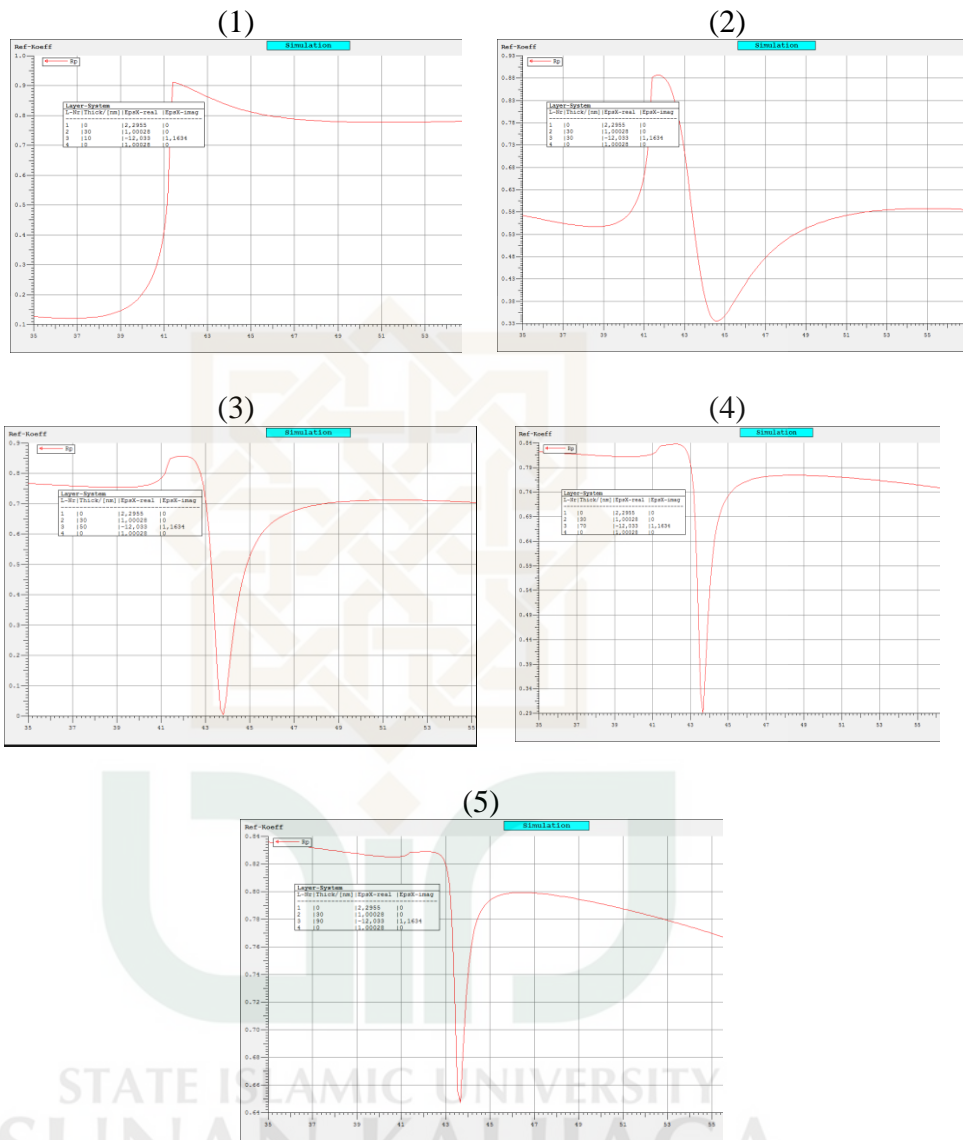
(4)



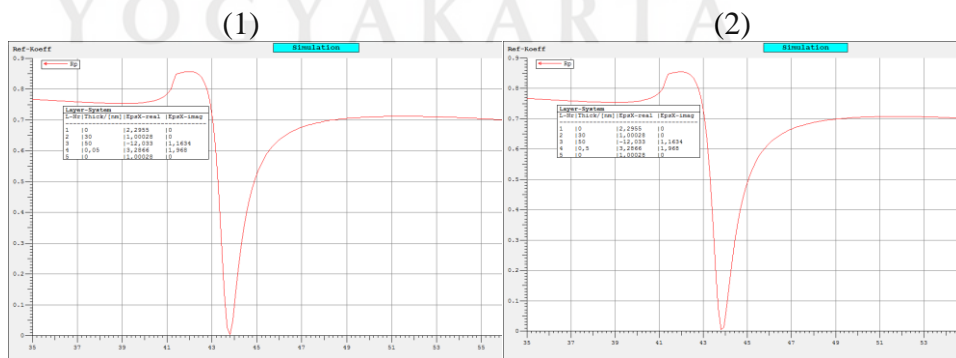
(5)



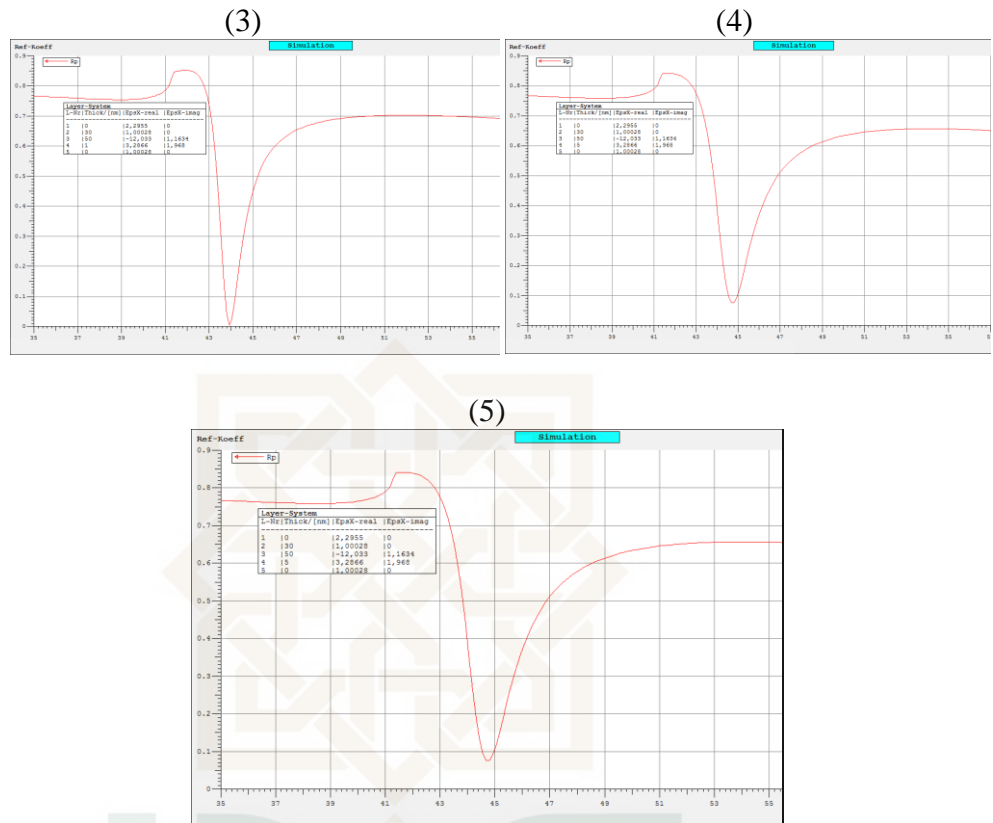
b. Sistem 4 layer variasi ketebalan emas



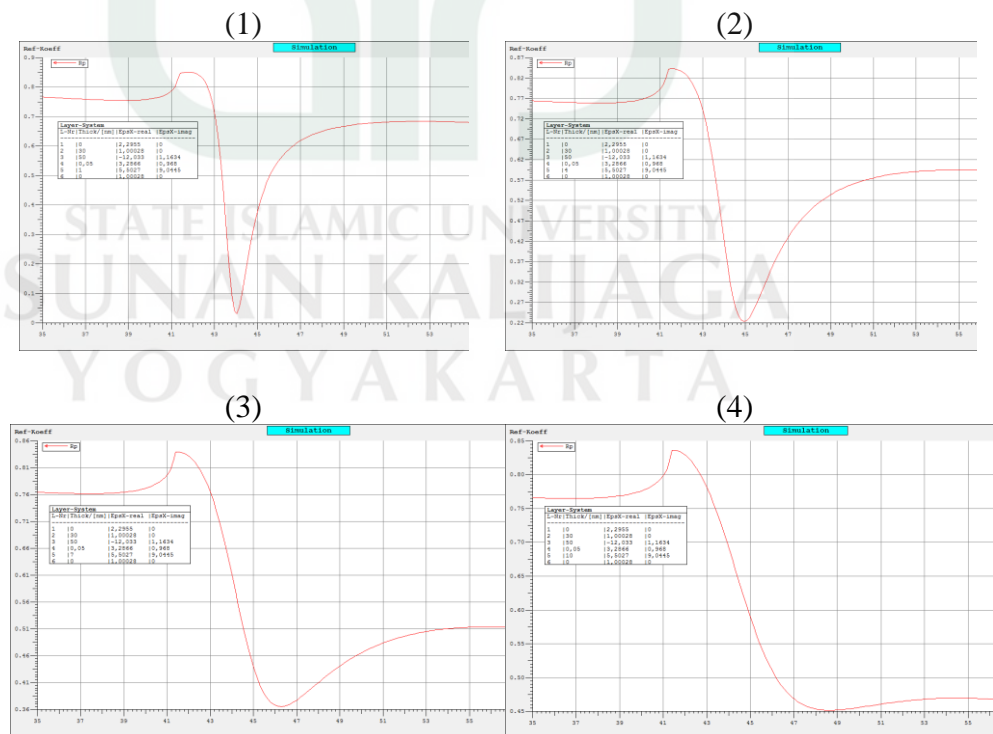
c. Sistem 5 layer variasi ketebalan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>



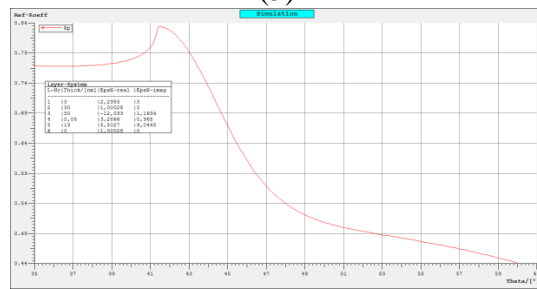




d. Sistem 6 layer variasi ketebalan MWCNT

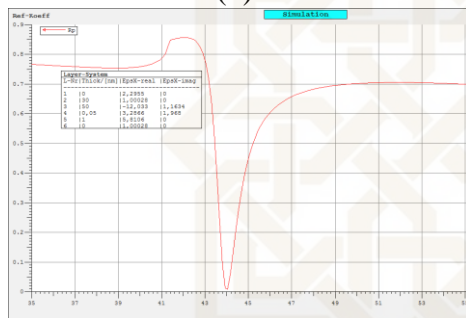


(5)

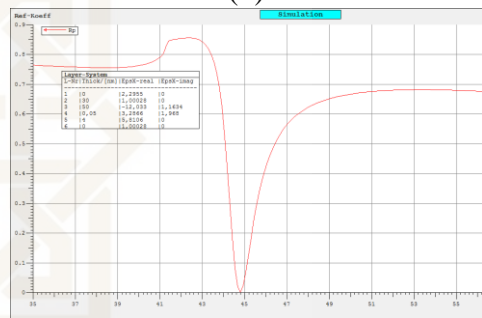


e. Sistem 6 layer variasi ketebalan SWCNT

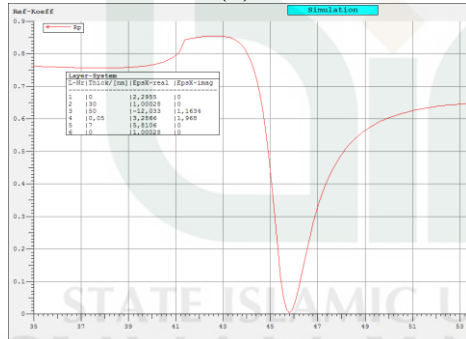
(1)



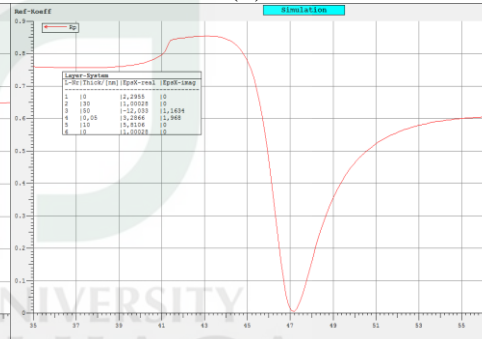
(2)



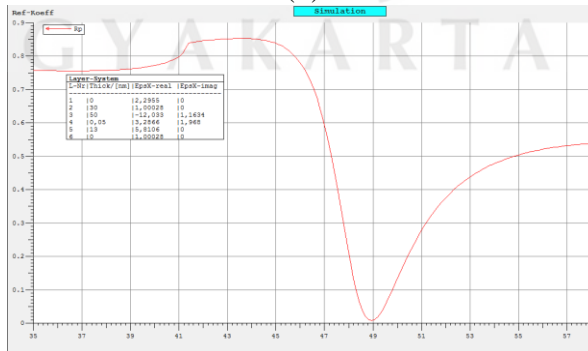
(3)



(4)

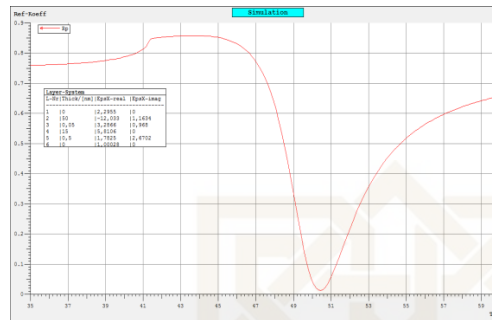


(5)

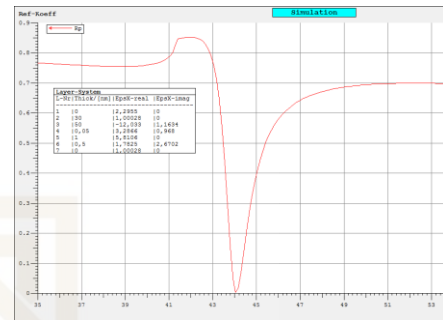


3. Sistem SPR sebagai biosensor deteksi gelatin babi dengan nanomaterial  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan SWCNT

Konfigurasi Kretschmann



Konfigurasi Otto



## CURICULUM VITAE

### A. Biodata Pribadi

Nama Lengkap : Maulina Lutfiyah  
 Jenis Kelamin : Perempuan  
 Tempat, Tanggal Lahir : Pati, 16 April 1995  
 Alamat Asal : Purwokerto 03/01 Tayu –Pati  
 Alamat tinggal : Jl. Bimasakti No.13 Yogyakarta  
 Email : maulinalutfiyah@gmail.com  
 No. HP : 085325967894



### B. Latar Belakang Pendidikan Formal

Jenjang	Nama Sekolah	Tahun
TK	RA Hidayatut Tholibin	1999 – 2001
SD	MI Islamiyah 02 Purwokerto	2001 – 2007
SMP	MTs Miftahul Huda Pati	2007 – 2010
SMA	MA Miftahul Huda Pati	2010 – 2013
S1	UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta	2013 – 2017

### C. Latar Belakang Pendidikan Non Formal

1. Kursus bahasa Inggris di BESWAN Pare (Juli – Agustus 2015)
2. Pesantren kilat (Sanlat) dan Bimbingan Pasca Ujian Nasional (BPUN) wilayah Pati (Juni 2013)
3. English development program of The English Preparation Class for International Standard School from FEE Center (2012)

#### D. Pengalaman Organisasi

<b>Nama Organisasi</b>	<b>Department/ posisi</b>	<b>Tahun periode</b>
Excellent Academic Community	Riset/ staff i	2015/2016
Excellent Academic Community	Akademik/ koordinator pengganti	2014/2015
HM PS-Fisika	Akademik/ staff	2014/2015

#### E. Pengalaman Pekerjaan

1. Pengajar les privat untuk SMA pada tahun 2015 – sekarang
2. Asisten praktikum Fisika Dasar 1 di Laboratorium Fisika Dasar UIN Sunan Kalijaga tahun ajaran 2015/2016 dan 2016/2017
3. Asisten praktikum Fisika Modern di Laboratorium Fisika Dasar UIN Sunan Kalijaga tahun ajaran 2016/2017
4. Asisten praktikum Fisika Komputasi di Laboratorium Fisika Dasar UIN Sunan Kalijaga tahun ajaran 2016/2017