

# REFLEKTANSI DAN TRANSMITANSI CAHAYA PADA LARUTAN GULA DAN LARUTAN GARAM

Christina Dwi Ratnawati

*Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Diponegoro*

**Intisari :** Telah dilakukan kajian terhadap larutan gula dan larutan garam dengan menghitung reflektansi dan transmisinya. Perhitungan dan pengukuran reflektansi dan transmitansi dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu metode Pengukuran Intensitas (Intensitas yang terpantul, transmisi, dan intensitas yang datang) dan Metode Pengukuran sudut. Kedua metode ini berdasarkan pada persamaan Fresnel. Dari hasil eksperimen diperoleh hasil bahwa metode yang terbaik untuk pengukuran  $R$  dan  $T$  adalah menggunakan metode kedua (Pengukuran Sudut). Pola  $R$  dan  $T$  antara larutan gula dan larutan garam identik satu sama lain dengan besar yang berbeda. Pada larutan garam terdapat lebih banyak absorpsi daripada larutan gula, ditunjukkan dengan transmitansi larutan gula lebih besar dari larutan garam.

---

## Daftar Pustaka

1. Alonso, M., Finn, E. J., *Dasar-dasar Fisika Universitas*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
2. Budianto A, Sigit H, Subarkah, 1995, *Pengukuran indeks bias lapisan tipis SiO<sub>2</sub> Dengan Metode Prisma Kopting Cahaya*, PPNY-BATAN, Yogyakarta.
3. Efsa M. E, 2004, *Perhitungan dan Pengukuran Reflektansi Bahan Transparan*, Universitas Diponegoro, Semarang.
4. Halliday, Resnick, 1999, *Fisika*, Edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.
5. Jenkins. F. A, White. H. E., 1957, *Fundamental of Optics*. McGraw-Hill book Company, Inc, Tokyo.
6. M. O. Tjia, 1993, *Gelombang*, ITB, Bandung.
7. Nurhayati, 2004, *Studi Persamaan Fresnel Pada Cover Glass Dan Mika Dengan Menghitung Dan Mengukur Reflektansi Dan Transmittansinya*, Universitas Diponegoro, Semarang.
8. Pedrotti, Frank L., and Leno. S. P., 1993, *Introduction to Optic*, Second Edition, Prentice-Hall, Inc, Tokyo.
9. Zemansky. S, 1994, *FISIKA untuk Universitas 3 Optika dan Fisika Modern*, Binacipta, Jakarta.
10. Zemansky. S, 2003, *FISIKA Universitas jilid 2*, Edisi kesepuluh, Erlangga, Jakarta.
11. Wangness. R. K, 1986, *Electromagnetic Fields*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.
12. Young, H. D., 1976, *Fundamental of Waves, Optic and Modern Physics*. Second Edition, McGraw-Hill book Company, Inc, Tokyo.

---

## 1. PENDAHULUAN

Gelombang cahaya yang menumbuk suatu permukaan medium transparan pada umumnya akan dipantulkan (direfleksikan) sebagian dan sebagian lagi direfraksikan (ditransmisikan) ke material kedua. Peristiwa pemantulan cahaya pada medium sering menimbulkan gangguan kenyamanan bagi mata. Dengan mengetahui bahwa cahaya tak terpolarisasi dapat terpolarisasi sebagian atau seluruhnya oleh pemantulan, maka perkembangan teknologi optik menjawab masalah ini dengan diciptakannya alat-alat optik seperti kacamata, kamera, dan kaca mobil dengan lapisan pemolarisasi yang dapat mereduksi jumlah sinar pantul yang masuk. Dengan menganalisa intensitas cahaya yang dipantulkan, dapat diketahui parameter sifat optik dari medium seperti indeks bias. Indeks bias merupakan parameter yang penting untuk menentukan sifat optik suatu bahan, dengan melakukan pengukur indeks bias lapisan tipis SiO<sub>2</sub> dapat diketahui

kualitas lapisan tipis SiO<sub>2</sub> tersebut (Budianto, 1995). Perkembangan teknologi optik tersebut memerlukan pemahaman yang lebih baik lagi mengenai perilaku cahaya (pemantulan, pembiasan dan polarisasi).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan reflektansi dan transmitansi melalui dua metode yaitu metode pengukuran intensitas dan metode pengukuran sudut dengan menggunakan polarimeter dan geometri wadah tabung setengah lingkaran.

Permasalahan yang muncul dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh yang ditimbulkan akibat perubahan sudut datang, perbedaan jenis dan konsentrasi larutan dan metode yang digunakan terhadap  $R$  dan  $T$ -nya. Dengan batasan masalah:

1. Permukaan medium tempat larutan diletakkan diasumsikan rata sempurna, dengan indeks bias dari wadah dan semua absorpsi cahaya oleh wadah dan sampel diabaikan.
2. Dalam pembuatan larutannya bahan yang digunakan dibatasi pada larutan gula dan larutan garam.
3. Bahan dibatasi pada larutan gula dengan konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40% dan larutan garam dengan konsentrasi 10%, 20%, 30%.
4. Sumber cahaya yang berupa laser dioda dengan panjang gelombang 650nm, daya maksimum 5mW.

## 2. DASAR TEORI

Pada proses pemantulan dan pembiasan, cahaya dapat terpolarisasi sebagian atau seluruhnya oleh refleksi. Perbandingan intensitas cahaya yang dipantulkan dengan cahaya yang datang disebut reflektansi ( $R$ ), sedangkan perbandingan intensitas cahaya yang ditransmisikan dengan cahaya datang disebut transmitansi ( $T$ ). Fresnel menyelidiki dan merumuskan suatu persamaan koefisien refleksi dan koefisien transmisi yang dihasilkan oleh pemantulan dan pembiasan (Pedrotti, 1993).

Jenis polarisasi dengan medan listrik  $\mathbf{E}$  tegak lurus bidang datang dan medan magnet  $\mathbf{B}$  sejajar bidang datang disebut *transverse electric* (TE). Sebaliknya jika medan listrik  $\mathbf{E}$  sejajar bidang datang maka jenis polarisasi ini disebut *transverse magnetic* (TM). Transmitansi dari penelitian dapat dicari dengan membandingkan intensitas sinar laser setelah melalui bahan ( $I_t$ ) dengan intensitas sinar laser sebelum mengenai bahan ( $I_0$ )

$$T = \frac{I_t}{I_0} \quad (1)$$

sedangkan Reflektansi ( $R$ ) didefinisikan sebagai perbandingan antara intensitas pemantulan dengan intensitas sumber yang dapat ditulis:

$$R \equiv \frac{I_r \cos \theta_r}{I_0 \cos \theta_i} = \frac{I_r}{I_0} \quad (2).$$

Untuk metode kedua dengan menggunakan sudut datang dan sudut bias didapatkan nilai  $R$  dan  $T$  sebagai berikut:

$$R_{TM} = \left( \frac{n \cos \theta_i - \cos \theta_t}{n \cos \theta_i + \cos \theta_t} \right)^2 \quad (3)$$

$$R_{TE} = \left( \frac{\cos \theta_i - n \cos \theta_t}{\cos \theta_i + n \cos \theta_t} \right)^2 \quad (4)$$

$$T_{TM} = \left( \frac{n_t \cos \theta_t}{n_i \cos \theta_i} \right) \left( \frac{2 \cos \theta_i \sin \theta_t}{\sin(\theta_i + \theta_t) \cos(\theta_i - \theta_t)} \right)^2 \quad (5)$$

$$T_{TE} = \left( \frac{n_t \cos \theta_t}{n_i \cos \theta_i} \right) \left( \frac{2 \cos \theta_i \sin \theta_t}{\sin(\theta_i + \theta_t)} \right)^2 \quad (6)$$

Sedangkan untuk nilai  $R$  dan  $T$  sebagai fungsi sudut datang dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

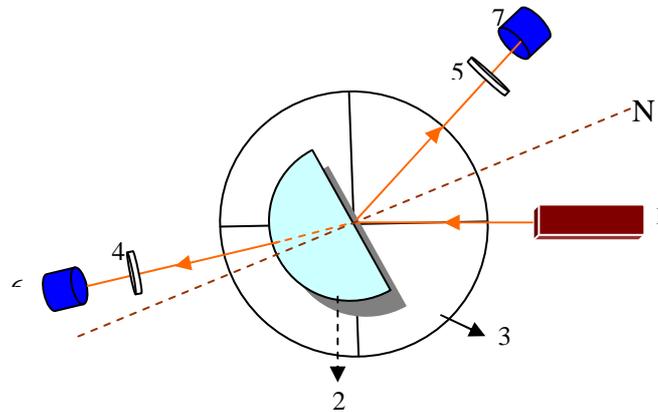
$$R_{TM} = \left( \frac{\cos \theta_i - \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_i}}{\cos \theta_i + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_i}} \right)^2 \quad (7)$$

$$R_{TE} = \left( \frac{n^2 \cos \theta_i - \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_i}}{n^2 \cos \theta_i + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_i}} \right)^2 \quad (8)$$

$$T_{TM} = \left( \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_i}}{\cos \theta_i} \right) \left( \frac{2 \cos \theta_i}{\cos \theta_i + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_i}} \right)^2 \quad (9)$$

$$T_{TE} = \left( \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_i}}{\cos \theta_i} \right) \left( \frac{2n \cos \theta_i}{n^2 \cos \theta_i + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_i}} \right)^2 \quad (10)$$

### 3. METODE PENELITIAN



Gambar 3.1 Skema Alat Penelitian

Keterangan gambar: 1. Laser Dioda, 2. Tempat sampel,  
3. Kertas busur berskala, 4 dan 5. Polarimeter, 6 dan 7. detektor cahaya

Metode pertama perhitungan nilai  $R$  dan  $T$  dihitung menggunakan persamaan (1) dan (2) dengan memasukkan nilai intensitas refleksi yang terukur pada detektor no: 6 dan intensitas transmisi pada detektor no: 7. Dengan menggunakan polarimeter no: 4 dan 5 arah polarisasi sinar diatur pada posisi  $90^0$  dan  $0^0$  sehingga berkas sinar yang

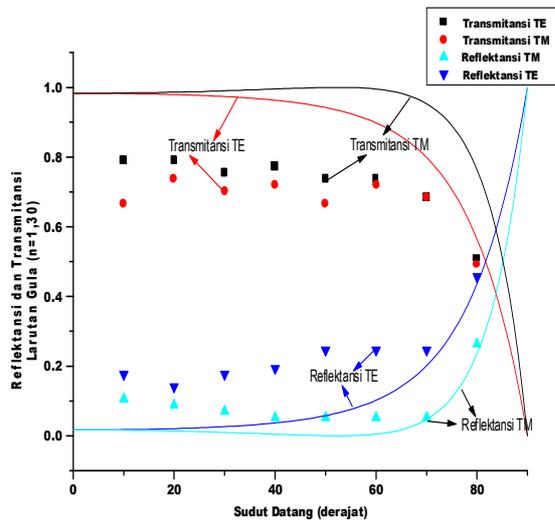
terukur oleh detektor no: 6 dan 7 merupakan berkas sinar dengan arah medan listrik sejajar bidang datang atau tegak lurus bidang.

Untuk metode kedua, reflektansi dan transmitansi dicari dengan mengukur besar sudut datang dan sudut transmisi. Sudut datang, sudut pantul dan sudut transmisi dapat diukur dengan melihat skala dalam busur derajat yang telah terpasang pada set alat (gambar 3.1). Reflektansi dan transmitansi pada metode ini dihitung dengan menggunakan persamaan (3) sampai (6).

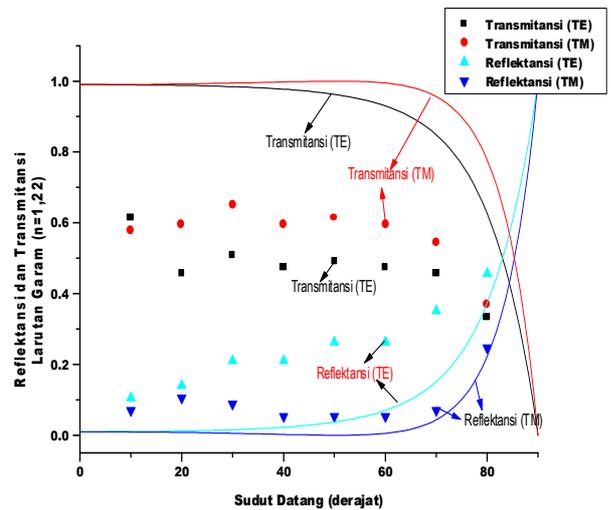
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Reflektansi dan Transmitansi untuk metode I

Gelombang elektromagnetik dikatakan mengalami *transverse electric* adalah ketika vektor-vektor medan listrik dari gelombang tegak lurus bidang datang. Berdasarkan hasil pengukuran intensitas refleksi yang jatuh pada detektor didapatkan reflektansi dari gelombang TE untuk larutan gula dan garam berturut-turut ditunjukkan pada gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Eksperimen Metode I dengan Teori Untuk Larutan Gula.



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Eksperimen Metode I dengan Teori Untuk Larutan Garam.

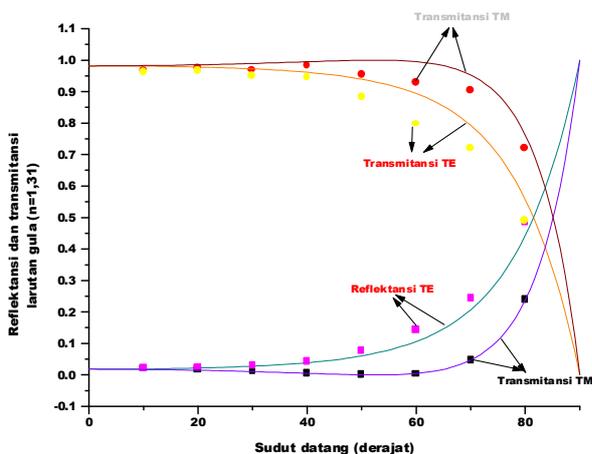
Untuk keadaan TE dapat dilihat dalam grafik reflektansi meningkat pada setiap kenaikan sudut datang. Berkas Sinar pada *transverse electric* ini mempunyai arah vektor-vektor medan listrik tegak lurus pada bidang datang. Mengacu pada gambar 4.1 dan 4.2, terdapat beberapa titik yang turun dalam grafik reflektansi pada setiap pertambahan sudut dapat dipengaruhi oleh akibat naik turunnya intensitas dari sumber cahaya yang mengakibatkan nilai intensitas refleksi ataupun transmisi yang terukur oleh detektor mengalami penurunan. Titik-titik pada gambar 4.1 dan 4.2 menunjukkan nilai dari transmitansi TE menurun pada setiap pertambahan sudut datang, hal ini sesuai dengan pernyataan sebelumnya bahwa semakin besar sudut datang akan menyebabkan reflektansi dari sinar semakin besar. Sebagian dari sinar yang mengenai medium bidang batas mengalami pemantulan dan sebagian lagi akan dibiaskan, sehingga besar dari transmitansi dan reflektansi TE ini dipengaruhi oleh nilai sudut datangnya. Semakin

besar sudut datang maka reflektansi semakin bertambah, sedangkan transmitansinya semakin berkurang. Dari perhitungan didapatkan bahwa nilai indeks bias meningkat sesuai dengan meningkatnya konsentrasi larutan. Jadi, semakin pekat konsentrasi dari larutan semakin tinggi nilai indeks biasnya.

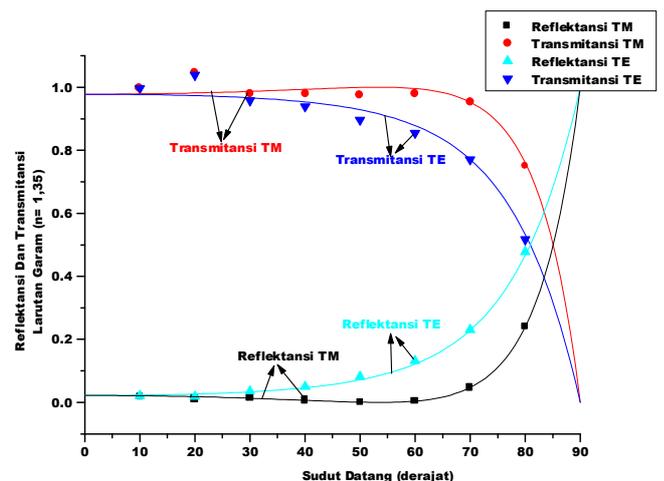
Reflektansi dengan kasus TM mengalami penurunan sampai pada besar sudut tertentu, kemudian naik kembali dengan drastis. Penurunan ini disebabkan adanya sudut Brewster. Sudut Brewster adalah sudut dengan sinar pantul sepenuhnya terpolarisasi tegak lurus terhadap bidang datang, dengan kata lain tidak terdapat komponen medan listrik sejajar bidang datang yang dipantulkan. Pada larutan gula, transmitansi TM mengalami penurunan pada setiap penambahan sudut datang, sedangkan pengaruh dari indeks bias dan konsentrasi dari larutan gula terhadap transmitansi tidak jelas terlihat karena praktis sama dan tidak beraturan. Pengaruh konsentrasi dari larutan dapat terlihat dengan jelas pada larutan garam dengan perubahan transmitansi yang semakin kecil pada setiap kenaikan konsentrasi larutan. Medan-medan listrik dari gelombang mengalami banyak absorpsi ketika melalui larutan garam, sehingga transmitansi dari larutan garam (gambar 4.6) mempunyai nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan larutan gula (gambar 4.5).

Titik-titik pada grafik menunjukkan hasil eksperimen, sedang garis berwarna menunjukkan hasil perhitungan. Dengan melihat grafik gambar 4.1 dan 4.2 dapat dilihat adanya perbedaan antara hasil eksperimen dan perhitungan. Hasil eksperimen menunjukkan reflektansi yang didapat lebih kecil dibandingkan dengan teori, penyimpangan hasil pengukuran dari teori ini dikarenakan permukaan dari tempat sampel dianggap licin sempurna. Pada keadaan benda tidak licin sempurna terdapat sinar-sinar yang dihamburkan yang tidak terdeteksi oleh detektor. Sedangkan transmitansi pada eksperimen memberikan nilai yang lebih kecil dari pada teori. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya perubahan atau intensitas yang tidak stabil dari sumber cahaya. Penurunan transmitansi ini juga dapat diakibatkan oleh adanya absorpsi dari bahan tempat dan larutan yang diabaikan.

#### 4.2 Reflektansi dan Transmitansi untuk metode II



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Eksperimen Metode II dengan Teori Untuk Larutan Gula.



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Eksperimen Metode II dengan Teori Untuk Larutan Garam.

Dari gambar 4.3 menunjukkan reflektansi TE pada larutan gula meningkat pada setiap pertambahan besar sudut datang. Pengaruh dari perubahan konsentrasi pada larutan ini praktis tidak dapat terlihat karena hampir sama. Perubahan nilai  $R$  dan  $T$  terhadap konsentrasi larutan garam terlihat lebih jelas, hal ini disebabkan adanya pengaruh absorpsi pada larutan garam, walaupun dalam penelitian ini absorpsi diabaikan pengaruh dari absorpsi cahaya terlihat melalui grafik. Berdasarkan gambar 4.4 besar konsentrasi dari larutan garam terlihat mempengaruhi reflektansinya, semakin besar atau semakin pekat larutan maka reflektansinya akan semakin besar. Pada grafik, menunjukkan semakin besar indeks bias medium yang dilewati sinar maka transmitansi TE semakin kecil. Hal ini diakibatkan, karena indeks bias medium semakin besar berarti kerapatan medium semakin besar, sehingga transmitansi dari sinar yang melewatinya akan semakin kecil.

Pada gelombang dengan polarisasi *transverse magnetic*, vektor-vektor medan listrik gelombang sejajar pada bidang datang. Grafik pada gambar 4.3 dan 4.4 dapat dilihat hubungan reflektansi untuk gelombang TM terhadap sudut datang dengan metode II. Dari grafik terlihat bahwa reflektansi (daya pantul) dari bahan menurun setiap pertambahan besar sudut datang sampai pada besar sudut tertentu. Setelah mencapai titik terendah reflektansi mengalami kenaikan yang besar pada sudut-sudut selanjutnya sampai pada sudut  $80^0$ . Titik terendah pada grafik adalah sudut datang dengan reflektansinya sama dengan nol, yang disebabkan tidak adanya gelombang sinar TM yang direfleksikan. Sudut ini disebut sudut Brewster atau disebut juga sudut polarisasi. Nilai sudut Brewster dari hasil eksperimen dapat dilihat pada tabel 4.1.

Sudut Brewster ini terjadi ketika besar jumlah sudut datang dan sudut bias sama dengan  $90^0$ . Hal ini dapat dilihat melalui pers (2.19), bila nilai  $\theta_i + \theta_t = 0$  sehingga sinar pantul dan biasnya tegak lurus, maka penyebutnya menjadi tidak berhingga nilainya dan nilai  $r_{TM} = 0$ . Besar sudut Brewster dalam penelitian ini secara teori atau perhitungan dapat dihitung dengan persamaan Hukum Brewster:

$$\theta_p = \tan^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \quad (4.1),$$

dengan  $\theta_p$  adalah sudut polarisasi atau sudut Brewster,  $n_1$  dan  $n_2$  berturut-turut adalah indeks bias pada sinar datang (dalam percobaan ini adalah udara,  $n=1$ ) dan indeks bias medium kedua. Hasil perhitungan sudut Brewster dari penelitian pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Besar sudut Brewster

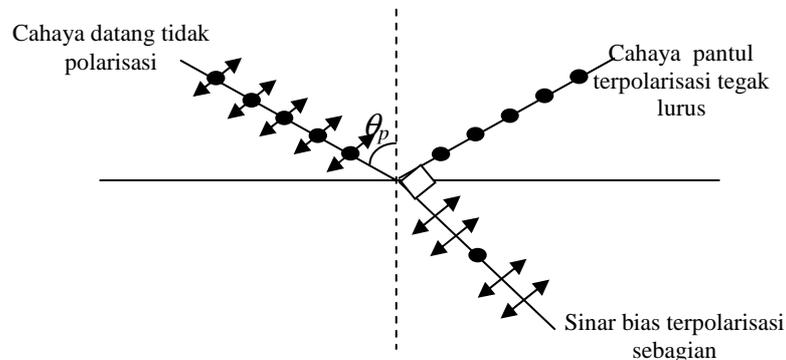
**a. Larutan Garam**

Larutan Garam 10%			Larutan Garam 20%			Larutan Garam 30%		
n	$\theta_p$		n	$\theta_p$		n	$\theta_p$	
	Teori	Eksperimen		Teori	Eksperimen		Teori	Eksperimen
1,22	50,79	55,00	1,28	52,08	53,00	1,35	53,55	56,00

**b. Larutan Gula**

Larutan Gula 10%			Larutan Gula 20%			Larutan Gula 30%			Larutan Gula 40%		
n	$\theta_p$										
	Teori	Eksperimen									
1,22	50,85	52,00	1,29	52,16	56,00	1,30	52,25	56,00	1,31	52,63	55,00

Pada keadaan ini gelombang pantul hanya terdiri dari medan listrik TE, hal ini sesuai dengan pernyataan dalam Alonso dan Finn (1992) yang menyatakan bahwa jika sinar pantul dan sinar bias saling tegak lurus, maka sinar pantul terpolarisasi total dengan medan listrik yang tegak lurus terhadap bidang datang.



Gambar 4.9 Sudut Brewster

Melalui hasil perhitungan pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa besar indeks bias medium kedua mempengaruhi besar sudut Brewster. Munculnya sudut Brewster (sudut polarisasi) membuat polarisasi gelombang dengan TM lebih menonjol, sehingga sifat ini dipakai untuk pembuatan jendela Brewster dalam tabung laser. Dari gambar 4.9 pada sudut datang sedemikian rupa sehingga sinar-sinar yang dipantulkan dan dibiaskan saling tegak lurus, maka sinar yang dipantulkan terpolarisasi secara keseluruhan. Dengan kata lain jika sinar yang masuk terpolarisasi dengan  $E$  sejajar bidang datang, tidak ada sinar yang dipantulkan saat sudut datangnya adalah  $\theta_p$ . Molekul-molekul pada medium kedua beresilasi dengan medan listrik dari berkas sinar yang dibiaskan, maka tidak ada berkas sinar yang dipantulkan karena tidak ada energi yang diradiasikan sepanjang garis osilasinya.

Pada grafik reflektansi TM perbedaan dari hasil perhitungan dengan hasil eksperimen tidak terlalu mencolok dibandingkan dengan pada grafik reflektansi TE. Perbedaan antar hasil eksperimen dengan perhitungan dapat disebabkan karena permukaan medium dianggap licin sempurna, sehingga tidak diperhitungkan nilai koreksi untuk ketidakteraturan pada bahan. Dari perbandingan antara teori dengan hasil eksperimen dengan metode I dan II melalui gambar 4.1 sampai dengan 4.4, dilihat bahwa untuk perhitungan reflektansi dan transmitansi metode II cenderung lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan metode I. Hal ini disebabkan karena pada metode II ketelitiannya lebih tinggi karena tidak terdapat banyak faktor-faktor luar yang mempengaruhi ketelitian dalam pengukuran sudut. Sedangkan untuk metode I terdapat faktor-faktor yang sangat mempengaruhi hasil pengukuran seperti intensitas sumber yang tidak stabil, pengaruh cahaya luar dan ketelitian pengukuran dengan detektor yang tinggi.