

# VARIASI INDEKS BIAS AIR PADA SUHU 5 °C – 50 °C DENGAN PANJANG GELOMBANG SINAR UNGU, HIJAU, DAN MERAH

<sup>1)</sup>Agung W. Nurcahyo, <sup>2)</sup>Rifati D. Handayani, <sup>2)</sup>Albertus D. Lesmono

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika

<sup>2)</sup>Dosen Program Studi Pendidikan Fisika

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember

E-mail: aguenk\_wnc@ymail.com

## Abstract

*Refractive index is one of the most important optical properties of a medium. Water is the most important liquid of human organism, knowledge the optical properties of water is very useful for solution of problems of biomedical optics. This experiment was measured the absolute refractive index of natural water at temperature of 5 °C – 50 °C with wavelength of violet (405 ± 10) nm, green (532 ± 10) nm, and red ray (652,5 ± 17,5) nm, by the minimum deviation prism method. The minimum deviation angle of prism was obtained by lagrange interpolation method base on experimental data of the deviation angle ( $\delta$ ), the incident angle ( $i$ ) and the transmittion angle ( $i'$ ). The results of the experiment showed that the variation of refractive index of water depends on temperature and wavelength. The increase of water's temperature will be followed by the decrease of refractive index of water, and its greatest value consecutive is the wavelength of the laser irradiation purple, red and green.*

**Key words:** Water, refractif index, temperature, wavelength

## PENDAHULUAN

Indeks bias merupakan salah satu sifat optik bahan yang sangat penting dan memiliki peranan yang vital dalam cakupan material sains (Subedi dkk, 2006). Pada zat cair bening, pengukuran indeks bias sangat penting untuk penilaian sifat dan kemurnian cairan, konsentrasi larutan, dan perbandingan komponen dalam campuran dua zat cair atau kadar prosentase yang diekstraksikan dalam pelarutnya ( Brink dkk dalam Siagian, 2004).

Zat cair bening yang paling berpengaruh bagi kehidupan di bumi adalah air, oleh karenanya pengetahuan tentang indeks bias air sangatlah penting. Indeks bias air dalam beberapa literatur fisika telah ditentukan dengan seksama. Namun dalam kenyataannya, informasi

mengenai faktor-faktor yang berkaitan dengan penentuan indeks bias air jarang sekali ditemukan. Keterbatasan informasi mengenai suhu yang digunakan untuk menentukan nilai indeks bias air, menjadikan penelitian tentang indeks bias air di berbagai varian suhu pada cahaya monokromatik penyusun warna putih perlu dilakukan. Pengukuran nilai indeks bias air pada suhu antara 5 °C sampai 50 °C dengan panjang gelombang sinar ungu, hijau, dan merah merupakan salah satu alternatif solusi untuk mengatasi keterbatasan data dalam literatur.

Suhu pengujian dimulai dari 5 °C sampai 50 °C dengan rentang pengukuran suhu 5 °C. Pemilihan rentang suhu tersebut didasarkan bahwa 5 °C merupakan suhu dimana air mendekati massa jenis terkecil, sedangkan 50 °C merupakan setengah dari suhu titik didih air pada tekanan 1 atm. Rentang 5 °C dipilih untuk memperjelas

variasi indeks bias air di berbagai variasi suhu. Panjang gelombang ungu sebesar  $(405 \pm 10)$  nm, hijau sebesar  $(532 \pm 10)$  nm dan merah sebesar  $(652,5 \pm 17,5)$  nm, digunakan sebagai variabel penentu nilai indeks bias air karena sinar ungu memiliki rentang panjang gelombang terkecil dalam cahaya tampak dan mendekati radiasi UV, sinar hijau memiliki rentang panjang gelombang ditengah-tengah rentang panjang gelombang cahaya tampak, dan sinar merah memiliki panjang gelombang terbesar pada radiasi cahaya tampak sehingga mendekati radiasi inframerah.

Air sebagai sampel pengujian di ambil dari air alami (*natural water*) yang berasal dari PT. Tirta Investama yang bermerk Aqua dengan massa jenis sebesar  $(0,984 \pm 0,000)$  g/cm<sup>3</sup> pada suhu ruang 27 °C. Air alami digunakan sebagai sampel air penelitian karena merupakan air yang sering dijumpai dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi nilai indeks bias air pada suhu 5 °C sampai 50 °C dengan panjang gelombang sinar ungu, hijau, dan merah. Hasil dari penelitian diharapkan dapat bermanfaat untuk pelengkap literatur indeks bias dalam dunia pendidikan, dan sebagai rujukan untuk menyelesaikan permasalahan fisika optik.

Air murni merupakan suatu persenyawaan kimia yang sangat sederhana. Molekul air tersusun oleh dua atom hidrogen (H) terikat secara kovalen pada satu atom oksigen (O). Secara simbolik air murni dinyatakan sebagai H<sub>2</sub>O (Kordi K dan Tancung, 2005: 2). Umumnya benda menjadi kecil jika suhu menjadi rendah, tetapi air mempunyai volume yang minimum pada suhu 4 °C. Lebih rendah dari 4 °C, volume air menjadi agak besar, sehingga massa jenis air terbesar berada pada saat air bersuhu 4 °C. Air mempunyai kapasitas menahan panas (*heat holding capacity*) yang sangat besar dibandingkan dengan zat cair lain, dan sifat inilah yang mengurangi variasi suhu pada air (Mori *et al*, 1993:4-5).

Cahaya adalah bagian radiasi elektromagnetik yang sensitif terhadap mata dengan rentang panjang gelombang antara 380 nm – 780 nm (Berger & Schunn, 1994: 3). Kecepatan cahaya dalam ruang hampa merupakan salah satu konstanta dasar alam, dengan nilai  $c = 3 \times 10^8$  ms<sup>-1</sup> (Zemansky, 1994: 901). Hubungan kecepatan cahaya dalam vacuum ( $c$ ) dan dalam medium ( $v$ ) dengan panjang gelombang ( $\lambda$ ) dan frekuensi ( $f$ ) diberikan oleh persamaan:

$$c = \lambda \cdot f \text{ atau } v = \lambda \cdot f \quad (1)$$

Cahaya dalam ruang hampa memiliki kelajuan  $c$ , ketika cahaya merambat memasuki medium yang lebih rapat dari ruang hampa, kelajuannya berubah menjadi  $v$ , dengan  $c > v$ . Cahaya yang merambat pada suatu medium, kelajuannya akan berkurang sebesar suatu faktor yang ditentukan oleh karakteristik bahan yang dinamakan indeks bias. Indeks bias suatu medium ( $n$ ) merupakan rasio (perbandingan) antara kelajuan cahaya pada ruang hampa ( $c$ ) dengan kelajuan cahaya di dalam medium ( $v$ ) yang dinyatakan (Nugroho, 2012: 6) dengan:

$$n = \frac{c}{v} \quad (2)$$

Hukum snellius menyatakan bahwa perbandingan antara indeks bias medium 2 ( $n_2$ ) dengan indeks bias medium 1 ( $n_1$ ) sama dengan perbandingan antara sinus sudut cahaya datang ( $i$ ) dengan sinus sudut cahaya biasnya ( $r$ ), yang dinyatakan (Chartier, 2005: 96) dengan persamaan:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin i}{\sin r} \quad (3)$$

Mengacu pada persamaan (2) dan persamaan (1), maka hubungan indeks bias dengan panjang gelombang didapatkan sebagai berikut:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1 f}{\lambda_2 f} \quad (4)$$

Frekuensi ketika cahaya melewati medium yang berbeda, nilainya tidak berubah, sehingga hubungan indeks bias dengan panjang gelombang sebagai berikut:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad (5)$$

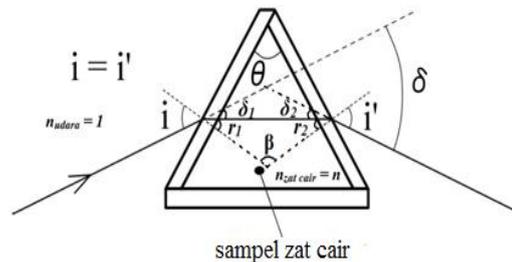
Indeks bias bahan tembus cahaya tergantung pada panjang gelombang, sedang dipihak lain indeks bias  $n$  diberikan oleh  $n = c/v$ . Cahaya dengan panjang gelombang lebih pendek akan menjalar lebih lambat dari pada panjang gelombang lebih panjang. Namun demikian, frekuensi gelombang harus tidak berubah sewaktu gelombang elektromagnetik cahaya itu melintas dari satu medium ke medium yang lain (Soedjo, 1992: 40).

Indeks bias zat cair transparan sangat bergantung terhadap suhu. Kebergantungan tersebut dikarenakan indeks bias merupakan fungsi dari panjang gelombang, sedangkan panjang gelombang erat kaitannya dengan keadaan medium. Pada panjang gelombang yang sama, penjaluran gelombang pada medium yang lebih rapat akan menjadikan panjang gelombang tersebut semakin pendek dibandingkan dengan penjaluran gelombang pada medium yang kurang rapat. Kerapatan suatu medium merupakan fungsi dari suhu, pada suhu tinggi, kerapatan medium menjadi lebih kecil dibandingkan dengan kerapatan medium yang bersuhu rendah. Karena indeks bias medium merupakan perbandingan antara panjang gelombang dalam vakum dengan panjang gelombang dalam medium, maka kenaikan suhu pada suatu medium, akan menjadikan nilai indeks bias medium tersebut mengecil (Siagian, 2004).

Indeks bias air dapat diukur dengan menggunakan beberapa metode, antara lain dengan metode interferometer michelson, refraktometer abbe, dan deviasi minimum prisma (Hidayanto dkk, 2010). Pengukuran indeks bias air dengan menggunakan metode interferometer michelson, membutuhkan seperangkat peralatan yang rumit dan waktu penelitian yang relatif lama. Penggunaan refraktometer abbe dalam penentuan indeks bias air, membutuhkan air sampel yang sedikit ( $\pm 5$  ml), sehingga cepat sekali terjadinya perubahan suhu pada air sampel. Metode deviasi minimum prisma dapat memberikan hasil yang sangat seksama

dalam menentukan indeks bias air. Dengan metode ini, indeks bias air dapat diukur sampai enam angka di belakang tanda desimal (Zemansky, 1994: 918). Selain dari pada itu, peralatan yang dibutuhkan sederhana dan dapat dibuat secara mandiri.

Prisma merupakan salah satu alat optik yang sangat berguna untuk mengetahui karakteristik cahaya. Cahaya polikromatik yang melalui prisma akan di dispersikan menjadi uraian warna cahaya monokromatik. Suatu sinar yang datang kedalam prisma antara sinar datang dan sinar yang meninggalkan prisma akan mengalami penyimpangan (deviasi).



Gambar 1. Skema pembiasan pada prisma  
Sumber: (Daimon & Masumura, 2007)

Indeks bias prisma  $n$  dan indeks bias di luar prisma  $n_{udara}$ . Sudut datang  $i$ , sudut penyimpangan  $\delta$  yakni sudut yang dibentuk sinar datang yang datang dari prisma dan sudut yang meninggalkan prisma. Sudut pembias prisma ( $\theta$ ). Sudut penyimpangan pertama  $\delta_1$  dan sudut penyimpangan kedua  $\delta_2$ , maka dengan memperhatikan gambar 1 diperoleh persamaan:

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 \tag{6}$$

dan,

$$\delta_1 = i - r_1 ; \delta_2 = i' - r_2 \tag{7}$$

mensubstitusikan persamaan (7) ke persamaan (6) didapatkan;

$$\delta = (i - r_1) + (i' - r_2)$$

$$\delta = (i + i') - (r_1 + r_2) \tag{8}$$

dari gambar 1 didapatkan pula bahwa:

$$\theta + \beta = 180^\circ$$

$$r_1 + r_2 + \beta = 180^\circ \tag{9}$$

dari persamaan (9) diperoleh:

$$\theta = r_1 + r_2 \tag{10}$$

kemudian persamaan (8) dan persamaan (9) memberikan:

$$\delta = (i + i') - (\theta) \quad (11)$$

Variabel bebas dalam gambar 1 adalah  $i$ , jika  $i$  bertambah besar maka  $\delta$  mula-mula mengecil lalu mencapai minimum, dan setelah itu bertambah besar. Maka untuk menentukan nilai  $\delta$  minimum dicari dengan persamaan matematik :

$$\frac{d\delta}{di} = 0 \quad (12)$$

Tetapi karena  $i$  adalah fungsi dari  $\delta_1$ , untuk  $n_{\text{udara}} = 1$  dan  $n_{\text{zat cair}} = n$ , maka pembiasan pertama dengan hukum snellius memberikan:

$$\begin{aligned} \sin i &= n \sin r_1 \\ i &= \text{arc sin}(n \sin r_1) \end{aligned} \quad (13)$$

Pembiasan kedua:

$$\begin{aligned} \sin i' &= n \sin r_2 \\ i' &= \text{arc sin}(n \sin r_2) \end{aligned} \quad (14)$$

Karena berdasarkan persamaan (10),

$$r_2 = \theta - r_1$$

Maka persamaan (15) menjadi:

$$i' = \text{arc sin}(n \sin(\theta - r_1))$$

Oleh karena itu, persamaan (11) menjadi:

$$\delta = (\text{arc sin}(n \sin r_1) + \text{arc sin}(n \sin(\theta - r_1)) - \theta) \quad (15)$$

Karena syarat matematis minimum adalah

$$\frac{d\delta}{dr_1} = 0 \quad (16)$$

Maka dengan mensubstitusikan persamaan (15) ke dalam persamaan (1), dengan proses diferensiasi menjadi:

$$0 = \frac{n \cos r_1}{\sqrt{1-n^2 \sin^2 r_1}} - \frac{n \cos(\theta-r_1)}{\sqrt{1-n^2 \sin^2(\theta-r_1)}} \quad (17)$$

yang berarti  $\theta - r_1 = r_1$

$$r_1 = \frac{\theta}{2} \quad (\text{deviasi minimum})$$

Karena  $\theta = r_1 + r_2$ ,

$$\text{Maka } \theta = \frac{\theta}{2} + r_2$$

$$r_2 = \frac{\theta}{2}$$

Sehingga didapatkan,

$$r_1 = r_2 = \frac{\theta}{2} \quad (\text{deviasi minimum})$$

Juga untuk  $\delta_1 = \delta_2$  dan  $i = i'$  dalam keadaan ini  $\delta$  disebut  $\delta$  minimum ( $\delta_{\text{min}}$ ) dari,

$$i = \frac{\theta + \delta_{\text{min}}}{2} \quad \text{dan} \quad r_1 = \frac{\theta}{2} \quad (18)$$

Dari penjabaran matematis tersebut, sudut deviasi minimum diartikan sebagai sudut deviasi terkecil yang dapat terjadi pada prisma dengan persyaratan  $i = i'$  dan atau  $\delta_1 = \delta_2$ . Dengan penjabaran hukum snellius,

$$n = \frac{\sin i}{\sin r_1} \quad (19)$$

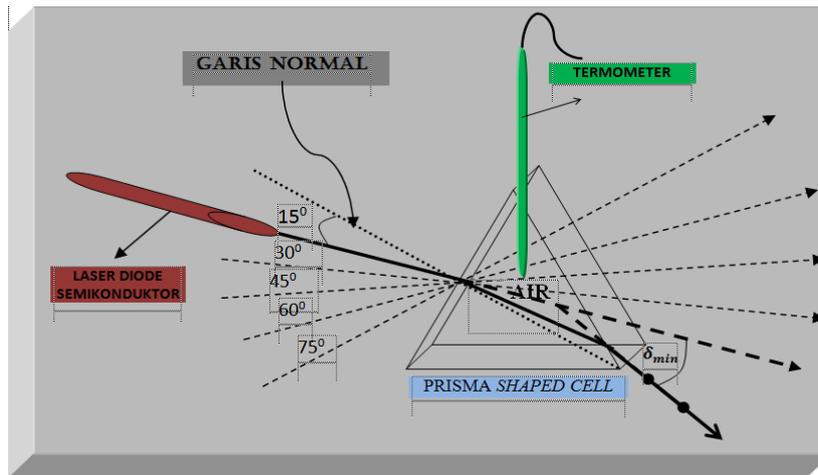
Maka indeks bias dengan metode sudut deviasi prisma dapat diketahui dengan mensubstitusikan persamaan (18) ke dalam hukum snellius (19) :

$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta + \delta_{\text{min}})}{\sin \frac{1}{2}\theta} \quad (20)$$

Indeks bias bahan tembus cahaya dapat di ukur dengan menggunakan persamaan (20). Karena sudut-sudut tersebut dapat ditentukan dengan ketelitian yang tinggi, maka metode ini dapat memberikan hasil yang sangat seksama.

## METODE

Penelitian indeks bias air ini menggunakan metode deviasi minimum prisma. Peralatan dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah : (1) Prisma kosong sama sisi dengan sudut  $60^\circ$  yang terbuat dari kaca preparat dengan ketebalan 1 mm, (2) Sumber sinar laser diode semikonduktor (laser pointer) ungu ( $\lambda = (405 \pm 10)$  nm), hijau ( $\lambda = (532 \pm 10)$  nm), dan merah ( $\lambda = (652,5 \pm 17,5)$  nm), daya keluaran  $<5$  mW dan diameter berkas 1 mm, (3) Termometer, (4) Air mineral Aqua bermassa jenis  $(0,984 \pm 0,000)$  g/cm<sup>3</sup> pada suhu  $27^\circ\text{C}$ , (5) Gabus dan kertas A4 dengan lubang berbentuk segi tiga sesuai ukuran prisma dibagian tengah, (6) Jarum pentul, (7) Busur.



Gambar 2. Desain alat penelitian

Peralatan disusun diatas gabus dan kertas A4 yang telah dibuat garis sudut  $15^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ , dan  $75^{\circ}$  terhadap garis normal. Sampel air diletakkan di dalam prisma kosong, kemudian prisma berisikan air diletakkan kedalam lubang segitiga pada gabus (seperti pada gambar 2).

Langkah-langkah penelitian yaitu (1) Memastikan bahwa suhu air yang terbaca pada termometer menunjukkan skala  $5^{\circ}\text{C}$ , (2) Menyinar prisma air dengan laser pointer warna merah tepat pada garis yang membentuk sudut  $15^{\circ}$ , (3) menandai sinar yang dideviasikan dan keluar dari prisma dengan menggunakan jarum pentul, (4) mengulangi langkah 1-3 dengan menggunakan sudut penyinaran  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ , dan  $75^{\circ}$ , (5) Menarik garis sinar deviasi prisma pada masing-masing sudut penyinaran hingga bertemu dengan garis sudut penyinaran semula (lihat gambar 2), (6) Mengukur sudut deviasi prisma dengan menggunakan busur, (7) mengulangi langkah 1-6 dengan mengganti suhu air sebesar  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $30^{\circ}\text{C}$ ,  $35^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $45^{\circ}\text{C}$ , dan  $50^{\circ}\text{C}$ , (8) Mengulangi langkah 1-7 dengan mengganti sumber sinar dengan laser pointer sinar hijau dan ungu, (9) Mengulangi semua langkah (1-8) dengan 3 kali pengulangan.

Data yang didapatkan dari penelitian ini berupa sudut bias keluar prisma ( $i'$ ) dan

sudut deviasi ( $\delta$ ) prisma air pada masing-masing sudut penyinaran, suhu air, dan panjang gelombang. Apabila pada sudut deviasi dengan nilai rata-rata paling kecil belum memenuhi persyaratan sudut deviasi minimum ( $i=i'$ ), maka sudut deviasi minimum ditentukan dengan menggunakan metode perhitungan interpolasi polinomial lagrange berbantuan matlab. Polinomial lagrange di pilih sebagai metode interpolasi karena hasil iterasi perhitungan data paling mendekati data sesungguhnya.

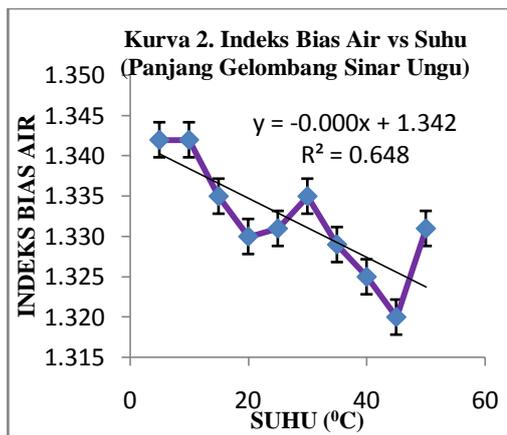
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan nilai indeks bias air pada suhu  $5^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$  dengan panjang gelombang sinar ungu, hijau, dan merah (Tabel 1). Nilai indeks bias air tersebut berasal dari sudut deviasi minimum hasil perhitungan dengan metode interpolasi polinomial lagrange berdasarkan data hasil pengukuran sudut deviasi ( $\delta$ ) dan sudut bias keluar prisma ( $i'$ ). Untuk menghasilkan nilai indeks bias air (pada Tabel 1), sudut deviasi minimum disubstitusikan kedalam persamaan (20) dengan  $\theta = 60^{\circ}$ .

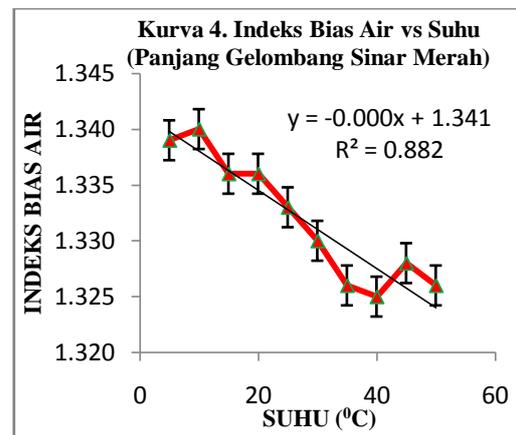
Untuk mengetahui hubungan antara indeks bias air dengan suhu pada masing-masing penyinaran panjang gelombang, disajikan pada gambar 3, gambar 4, dan gambar 5.

**Tabel 1.** Nilai Rata-rata Indeks Bias ( $\bar{n}$ ) Air (Tekanan Udara = 757 mmHg).

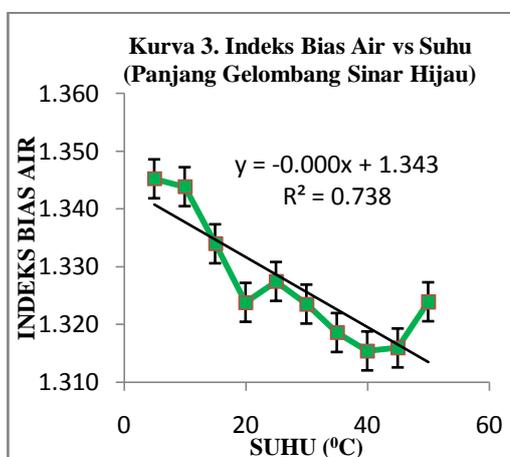
Suhu ( $^{\circ}$ C)	Panjang Gelombang Sinar ( $\lambda$ )		
	Ungu ( $405 \pm 10$ ) nm	Hijau ( $532 \pm 10$ ) nm	Merah ( $652,5 \pm 17,5$ ) nm
5	1,342	1,345	1,339
10	1,342	1,344	1,340
15	1,335	1,334	1,336
20	1,330	1,324	1,336
25	1,331	1,327	1,333
30	1,335	1,324	1,330
35	1,329	1,319	1,326
40	1,325	1,315	1,325
45	1,320	1,316	1,328
50	1,331	1,324	1,326



**Gambar 3.** Grafik Indeks Bias Air vs Suhu pada Panjang Gelombang Ungu.



**Gambar 5.** Grafik Indeks Bias Air vs Suhu pada Panjang Gelombang Merah.



**Gambar 4.** Grafik Indeks Bias Air vs Suhu pada Panjang Gelombang Hijau.

Berdasarkan hasil penelitian, pada penyinaran panjang gelombang yang sama, nilai indeks bias air cenderung menurun terhadap meningkatnya suhu air. Hal tersebut mengindikasikan bahwa, temperatur sangat berpengaruh terhadap variasi nilai indeks bias air pada setiap penyinaran panjang gelombang warna ungu, hijau dan merah.

Indeks bias air berhubungan erat dengan kecepatan cahaya dalam air. Cahaya yang melewati air akan mengalami interaksi dengan molekul-molekul air ( $H_2O$ ). Molekul-molekul air ( $H_2O$ ) akan menyerap dan meradiasikan ulang cahaya tersebut pada frekuensi yang sama tetapi dengan laju gelombang yang berbeda. Cahaya yang diradiasikan kembali oleh molekul-molekul air akan mengalami

ketertinggalan fase dibandingkan dengan gelombang datang. Sehingga, pada waktu yang sama, gelombang yang dilewatkan dalam air tidak menempuh jarak sejauh jarak tempuh gelombang di udara. Hal itu mengakibatkan kecepatan gelombang di air lebih kecil dibandingkan kecepatan gelombang di udara. Semakin besar suhu, maka semakin besar pula kerenggangan antar molekul-molekul air, sehingga semakin sedikit molekul-molekul yang berinteraksi dengan gelombang cahaya. Dengan demikian, ketertinggalan fase yang dialami gelombang cahaya dalam air semakin berkurang, sehingga kecepatan cahaya akan semakin besar.

Semakin besar kecepatan cahaya seiring dengan peningkatan suhu air, akan membawa dampak terhadap indeks bias air yang semakin menurun. Hal tersebut tidak lain karena indeks bias air merupakan perbandingan antara kecepatan cahaya dalam vakum dengan kecepatan cahaya dalam air. Kecepatan cahaya dalam vakum selalu tetap ( $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ), sedangkan kecepatan cahaya dalam air bertambah seiring peningkatan suhu air, sehingga indeks bias air yang dihasilkan dari perbandingan tersebut akan berkurang seiring dengan peningkatan suhu air.

Indeks bias air erat kaitannya dengan panjang gelombang cahaya. Sinar laser ungu dalam penelitian memiliki panjang gelombang sekitar ( $405 \pm 10$  nm). Pada suhu yang sama, indeks bias air melalui penyinaran laser ungu menghasilkan kecenderungan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan indeks bias air yang dihasilkan dari penyinaran laser hijau ( $532 \pm 10$  nm). Namun dalam penelitian didapatkan pula bahwa, pada suhu yang sama, rata-rata nilai indeks bias air dengan penyinaran laser hijau memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil dari penyinaran laser merah ( $652,5 \pm 17,5$  nm).

Secara teoritis, panjang gelombang cahaya mempengaruhi nilai indeks bias air.

Sinar dengan panjang gelombang pendek akan menghasilkan nilai indeks bias air yang lebih besar dibandingkan dengan sinar dengan panjang gelombang panjang. Cahaya yang diradiasikan oleh molekul-molekul air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) akan mengalami penurunan kecepatan dari cahaya di udara, namun tetap dalam frekuensi yang sama. Panjang gelombang yang diradiasikan kembali oleh molekul-molekul air memiliki panjang gelombang yang lebih pendek dibandingkan dengan panjang gelombang di udara. Sehingga pada suhu yang sama dalam air, gelombang panjang memiliki cepat rambat yang lebih besar dibandingkan dengan gelombang pendek. Oleh karenanya, air yang dilewati oleh sinar dengan panjang gelombang pendek, memiliki nilai indeks bias yang lebih besar dibandingkan dengan air yang dilewati oleh sinar dengan panjang gelombang panjang. Hal tersebutlah yang mengakibatkan indeks bias air dengan penyinaran laser ungu lebih besar dibandingkan dengan indeks bias air pada penyinaran laser hijau.

Secara keseluruhan dalam hasil penelitian, nilai indeks bias air dengan kecenderungan terbesar berturut-turut adalah dengan penyinaran panjang gelombang ungu, merah, dan hijau. Hal tersebut tidak sesuai dengan teori, tetapi fakta terjadi dalam penelitian. Seharusnya, jika mengacu pada tinjauan teori, maka indeks bias air terbesar berturut-turut adalah dengan penyinaran panjang gelombang laser ungu, hijau, dan merah. Hal tersebut dikarenakan paralaks yang terjadi pada saat penelitian, paralaks tersebut dapat berasal dari peneliti dalam kaitannya dengan keakurasian penelitian, dan atau paralaks alat penelitian, yaitu pada piranti laser merah. Terlebih terdapat asumsi tentang keraguan dari kevalidan dan keakurasian panjang gelombang merah (termasuk kualitas gelombang), dan keefektifan metode deviasi minimum prisma yang digunakan, diperlukan penelitian lebih lanjut.

Kurva pada grafik hasil penelitian memperlihatkan bahwa tidak semua indeks bias air menurun nilainya dengan peningkatan suhu. Terdapat ketidakteraturan sebaran data pada masing-masing penyinaran, dimana penyinaran panjang gelombang ungu memberikan ketidakteraturan yang relatif cukup tinggi, dilanjutkan dengan hijau, dan merah. Hal tersebut dapat terjadi karena paralaks pada penentuan titik sinar bias dari prisma, paralaks arah dan titik fokus sudut pada penyinaran ( $i$ ) sumber panjang gelombang, dan paralaks pengukuran sudut deviasi ( $\delta$ ). Dalam rangka memperkecil tingkat kesalahan paralaks tersebut, penelitian dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

#### SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah bahwa variasi nilai indeks bias air terhadap suhu menemui pola linear, dimana semakin tinggi kenaikan suhu, maka nilai indeks bias air akan semakin menurun. Penyinaran laser ungu dengan panjang gelombang ( $405 \pm 10$ ) nm, menghasilkan nilai indeks bias air dengan nilai tertinggi, dilanjutkan dengan penyinaran panjang gelombang laser merah ( $652,5 \pm 17,5$ ) nm, dan hijau ( $532 \pm 10$ ) nm.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dikemukakan saran bahwa penelitian indeks bias air dengan metode deviasi minimum prisma sebaiknya disertai dengan spektrometer, agar sudut deviasi minimum dapat diukur langsung dalam penelitian dan paralaks dapat diminimalisir. Selain itu diperlukan termometer dengan ketelitian tinggi atau dapat menggunakan termometer digital dan diperlukan kevalidan nilai panjang gelombang yang digunakan. Dalam rangka memperluas khazanah keilmuan dan memperlengkap referensi, maka diperlukan penelitian indeks bias lanjutan untuk zat cair lain dan untuk air di atas suhu  $50^{\circ}\text{C}$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Berger & Schunn. 1994. *Practical Color Measurement*. New York: John Willey & Sons.
- Chartier, G. 2005. *Introduction to Optics*. New York: Springer Science.
- Daimon, M. and Masumura, A. 2007. Measurement of The Refractive Index of Distilled Water From The Near – Infrared Region To The Ultraviolet Region. *Optical Society of America, Applied Optics*. Vol. 46 (18): 3811-3820.
- Hidayanto, E., Rofiq, A., dan Sugito, H. 2010. Aplikasi Portable Brix Meter Untuk Pengukuran Indeks Bias. *Berkala Fisika*. Vol. 13 (4):113-118.
- Kordi K dan Tancung. 2005. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budi Daya Perairan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Mori, et al. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Terjemahan oleh L. Taulu. Editor oleh Sosrodarsono dan Takeda. 1993. Jakarta: Paradnya Paramita.
- Nugroho, A. 2012. “Pengaruh Indeks Bias Zat Cair Sebagai Pengganti Jacket Pelindung Serat Optik Plastik Yang Dibengkokkan Terhadap Perubahan Intensitas Cahaya Keluaran”. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Siagian, H. 2004. Pemanfaatan Interferometer Michelson dalam Menentukan Karakteristik Parameter Fisis Zat Cair. *Jurnal Penelitian “SAINTIKA”*. Vol. 4 (2): 127-132.
- Soedjo. 1992. *Azas-azas Ilmu Fisika Jilid 3 Optika*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Subedi, et al. 2006. Study of Temperature and Concentration Dependence on Refractive Index of Liquid Using a Novel Technique. *Kathmandu University. J. Sci. Eng. Technol*. Vol. II (1): 1-7.
- Zemansky, S. 1994. *Fisika untuk Universitas 3 Optika dan Fisika Modern*. Bandung: Bina Cipta.