

STUDI PENENTUAN INDEKS BIAS CAIRAN PADA SUHU SECARA KONTINU BERBASIS DIFRAKSI CAHAYA BERBANTUAN SOFTWARE LOGGER PRO

Supriyana¹⁾ dan Muh. Toifur²⁾

¹⁾Program Magister Pendidikan Fisika, Program Pascasarjana
Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta Kampus II, Jl. Pramuka 42 Lt.3 Yogyakarta 55161
Email : nanasupriyana@gmail.com

Abstrak

Indeks bias zat cair ditentukan oleh kerapatan molekul-molekulnya, kerapatan zat cair dipengaruhi oleh suhu, maka suhu berpengaruh terhadap indeks bias zat cair. Dalam penelitian ini Teknik yang digunakan dalam percobaan indeks bias ini menggunakan kisi difraksi dengan sumber cahaya laser yang dilewatkan medium udara dan air dan sinar bias ditangkap menggunakan layar. Indeks bias zat cair ditentukan menggunakan hukum Snellius. Tujuan dalam penelitian ini adalah: (1) membuat rancang bangun eksperimen penentuan indeks bias air pada berbagai suhu, (2) mengetahui pengaruh suhu zat cair terhadap indeks bias zat cair, (3) menghasilkan modul praktikum yang layak sebagai panduan praktikum. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan zat cair sebagai sampel percobaan yaitu minuman kemasan merk Aqua. Cahaya dipancarkan oleh sumber cahaya laser warna hijau yang mempunyai panjang gelombang 532 nm, cahaya ditembakkan pada medium yang diteliti indeks biasnya, medium ini ditempatkan dalam kotak bejana kaca, kemudian cahaya akan mengalami deviasi, jarak deviasi dapat dilihat melalui layar yang dipasang pada jarak tertentu dari kisi. Pengambilan data dilakukan dengan merekam pergeseran pola difraksi pada layar karena perubahan suhu air aqua menggunakan perekam video, kemudian mengukur jarak deviasi terang orde ke satu pada layar baik disebelah kiri maupun sebelah kanan titik terang pusat. Pengukuran dimulai pada suhu air 74°C. Tiap perubahan suhu air 5°C diukur posisi titik terang orde ke satu dengan menggunakan *tracker software Logger Pro*. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan teknik simpangan baku rata-rata, kesalahan relatif serta ketelitian atau akurasi. Hasil fitting data diperoleh persamaan $y = -0,001x + 1,070$, dan R^2 sebesar 0,985 dari fitting data indeks bias, kurva hubungan indeks bias dengan suhu memperlihatkan bahwa nilai indeks bias berkurang secara linier terhadap kenaikan suhu. Nilai gradien (m) adalah $-0,001$ yang berarti indeks bias berkurang sebesar 0,001 tiap kenaikan 1°C, sedangkan indeks determinasi (R^2) nilainya 0,985, hal ini menunjukkan bahwa perubahan indeks bias dipengaruhi oleh perubahan suhu dimana hubungan antara kedua variabel sangat erat ditandai dengan nilai R^2 mendekati satu. Dari analisa data dengan perhitungan dan secara grafis menunjukkan bahwa dengan adanya kenaikan suhu air menunjukkan indeks biasnya semakin kecil.

Kata kunci : Pembiasan, suhu dan indeks bias.

Abstract

Refraction index of liquid is determined by its molecule density, the density of liquid is influenced by temperature, so temperature influences refraction index of liquid. In this research the technique applied in the refraction index experiment uses refraction grating with the laser beam as its source which is passed through the medium of air and water and the refraction light is captured using a screen. Refraction index of liquid is determined using the Snellius's law. The purpose of this research is : (1) to make the design of experiment to determine the refraction of liquid on various temperatures, (2) to see the influence of liquid temperature on the refraction index of liquid, (3) to produce an appropriate module of practical work as a guidance in laboratory work. In this research researcher uses liquid as the sample of experiment, that is the packaged drinking water labelled Aqua. Light is reflected with the light source of green laser beam having a wave length of 532 nm, the light is aimed at a medium of which its refraction index is being examined, the medium is placed in a box of glass vessel, then the light will experience deviation, the distance (length) of the deviation can be seen through a screen installed in a certain distance from the grating. The data interpretation is carried out by recording the shift of diffraction pattern on the screen due to the change of the aqua water temperature using video recorder, then measuring the deviation distance of the first maximum orde on the screen either on the left or right of bright point source. The measurement is started at water temperature on 74°C. Every change of water temperature on 5°C is measured the position of the first maximum orde by using Logger Pro tracker software. The data obtained is then analyzed using average standard deviation technique, relative error and carefulness or accuracy. The result of data fitting obtains the equation $y = -0,001x + 1,070$, and R^2 is 0,985 from data fitting refraction index, the curve of refraction index relation with temperature shows that the refraction index value decreases linearly to the increase of temperature. Gradien value (m) is $-0,001$ which means that refraction index decreases 0,001 in every increase of 1°C, while determination index (R^2) is 0,985, it points out that refraction index changes are influenced by the change of temperature in which the relation between the two variables are very close indicated with R^2 is almost one. From the data analyses with the calculation and through the graphic show that the increase of water temperature indicates its refraction index is smaller.

Keyword: Refraction, temperature and refraction index

1. PENDAHULUAN

Gelombang cahaya merupakan ilmu fisika yang mempelajari tentang refleksi, refraksi, difraksi, interferensi dan polarisasi cahaya. Refraksi adalah pembelokan arah rambat cahaya karena melewati medium yang berbeda kerapatannya. Bila gelombang cahaya menumbuk antar muka (*interface*) halus yang memisahkan dua material transparan (material tembus cahaya) seperti udara dan air atau air dan kaca. Maka pada umumnya sebagian gelombang itu direfleksikan dan sebagian lagi direfleksikan ke dalam material kedua (Young and Freedman, 2003;497)

Materi gelombang cahaya khususnya tentang indeks bias zat cair pada berbagai suhu belum banyak dimengerti oleh siswa. Siswa merasa materi tentang indeks bias masih abstrak, karena selama ini guru dalam menyampaikan materi tentang indeks bias khususnya untuk berbagai suhu belum dapat menyampaikan faktanya dengan baik. Banyak siswa kurang puas dengan apa yang disampaikan oleh guru tentang materi indeks bias sehingga mereka bertanya bagaimana pengaruh keadaan zat terhadap indeks bias, bagaimana caranya melakukan percobaan mengukur indeks bias zat cair dalam berbagai suhu dengan mudah dan sederhana.

Untuk memenuhi keingintahuan siswa tentang materi indeks bias, maka perlu dibuat alat praktikum sederhana yang dapat dibuat sendiri oleh guru. Alat praktikum mengenai indeks bias perlu dilengkapi dengan modul praktikum agar siswa dapat melakukan percobaan dengan mudah tanpa dibutuhkan pengetahuan yang rumit serta praktikum dapat dilakukan tanpa banyak menyita waktu. Dengan bantuan alat praktikum tersebut siswa dimudahkan dalam memahami materi indeks bias.

Teknik yang digunakan dalam percobaan indeks bias ini menggunakan kisi difraksi dengan sumber cahaya laser yang dilewatkan medium udara dan air dan sinar bias ditangkap menggunakan layar. Indeks bias zat cair ditentukan menggunakan hukum Snellius. Pada saat suhu air diurai maka terjadi pergeseran laser. Pergeseran yang kecil sekali dapat diamati dengan bantuan tracking data menggunakan software Logger pro. Salah satu cara untuk memperoleh pembacaan skala pada layar difraksi kisi yang cukup teliti dapat dibantu dengan *Logger Pro*. *Software* ini mampu menampilkan hasil pembacaan skala hingga 4 angka dibelakang koma dengan satuan milimeter.

Sebenarnya telah ada percobaan tentang indeks bias cahaya sederhana yang dibuat oleh peneliti sebelumnya, namun masih ada kekurangan dalam eksperimen tersebut. Perubahan suhu hanya terbatas sekitar suhu kamar demikian pula pengukurannya hanya menggunakan termometer raksa. Pada penelitian ini pengembangan alat dititik beratkan pada pengukuran deviasi cahaya dari sumber cahaya monokromatik warna hijau oleh kisi dengan bantuan *Logger Pro* dan pengukuran suhu secara real time dengan *Logger Pro*

juga. Dengan cara seperti ini diharapkan akan dapat menghasilkan pengukuran yang lebih baik.

2. METODE

Penelitian studi penentuan indeks bias cairan pada suhu secara kontinu berbasis difraksi cahaya berbantuan *software LoggerPro* dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta Jalan Prof. Dr. Soepomo. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air minum kemasan aqua. Uji validasi alat menggunakan angket, validasi alat peraga oleh ahli alat, hasil validasi penyusunan panduan eksperimen oleh teman sejawat dan hasil evaluasi uji pengguna oleh siswa.

2.1. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 perangkat yaitu perangkat keras dan perangkat lunak serta sampel. Perangkat keras dalam penelitian ini adalah sumbu cahaya laser hijau dengan panjang gelombang 532 nm yang bekerja pada tegangan 3,7 V, kisi difraksi, bejana kaca, layar, penggaris, termometer, kamera video, laptop dan kabel penghubung. Perangkat lunak yang digunakan penelitian ini adalah *software LoggerPro* dihubungkan dengan laptop dipakai untuk membantu mengukur jarak pola difraksi pada layar yang dihasilkan oleh kisi difraksi

2.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini variabel-variabel yang digunakan meliputi laser hijau dengan panjang gelombang 532 nm sebagai variabel tetap, sedangkan air minum merk aqua dan perubahan suhu sebagai variabel tidak tetap

2.3 Desain Penelitian

Cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya laser ditembakkan pada medium yang diteliti indeks biasnya, medium ini ditempatkan dalam kotak bejana kaca, kemudian cahaya akan mengalami deviasi, jarak deviasi dapat dilihat melalui layar yang dipasang pada dinding bejana kaca tempat medium yang diteliti.

Pengambilan data dilakukan dengan merekam pergeseran pola difraksi pada layar yang disebabkan perubahan suhu air aqua menggunakan perekam video. Kemudian mengukur jarak deviasi terang orde ke satu pada layar baik disebelah kiri maupun sebelah kanan titik terang pusat. Pengukuran dimulai pada suhu air 74°C Tiap perubahan suhu air 5°C diukur posisi titik terang orde ke satu dengan menggunakan *tracker software Logger Pro* kemudian diambil nilai rata-rata dari kedua sisi. Adapun hasil pengukuran rekaman tiap perubahan suhu 5°C. Untuk mengukur jarak deviasi ini digunakan *software loggerpro*

2.4 Persiapan Sampel

1. Menentukan jarak kisi dengan layar sebagai (L), jarak ini merupakan lebarnya bejana kaca yang dipakai sebagai tempat medium zat cair yang akan diukur indeks biasnya.

2. Melewatkan sumber cahaya pada kisi difraksi tanpa dilewatkan medium atau melewati udara
3. Mengukur jarak pola terang pertama terhadap terang pusat posisi difraksi pada layar (X) dan sudut deviasi (i)
4. Mengukur / membaca suhu medium zat cair dengan menggunakan sensor suhu yang terhubung dengan interface logger pro
5. Melewatkan sumber cahaya pada kisi difraksi dengan dilewatkan pada medium zat cair (minuman mineral aqua) pada suhu tertentu.
6. Mengukur jarak pola terang terhadap terang pusat pada orde pertama posisi difraksi pada layar (X) dan sudut deviasi (i)
7. Mengulangi langkah 5 dan 6 dengan suhu yang berbeda tiap perubahan 5° C. Untuk memperoleh perubahan suhu pada medium zat cair diawali dengan zat cair dipanaskan sampai pada suhu tertentu kemudian ditempatkan dalam bejana kaca yang ditaruh diatas es agar didapat penurunan suhu yang cepat.

2.5. Teknik Analisa Data

Analisis grafis didiskripsikan dengan koordinat kartesius, yaitu hubungan antara perubahan suhu zat cair dengan indeks bias. Sumbu absis sebagai perubahan suhu zat cair sedangkan sumbu ordinat sebagai indeks bias. Setelah memasukkan harga- harga (T_i, n_i) yang diperoleh , maka akan terlihat polanya untuk kemudian dianalisis. Sedangkan analisis matematis untuk menentukan hasil pengukuran simpangan baku rata-rata, kesalahan relatif serta ketelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Disain Alat Penelitian

Disain alat penelitian ini terdiri dari beberapa instrumen antara lain kisi difraksi, tempat sampel zat cair, sumber cahaya laser warna hijau, layar, penggaris, software loggerpro, termometer digital, kamera video untuk merekam. Zat cair yang dipakai sampel penelitian adalah air aqua kemasan. Berikut merupakan gambar hasil desain alat penentuan indeks bias zat cair pada berbagai suhu berbasis difraksi cahaya berbantuan logger pro.



Gambar 1 : Alat Penelitian

Dari alat yang telah dibuat seperti pada gambar diatas sudah dapat bekerja dengan baik, dapat digunakan untuk pengambilan data.

3.2. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Ketika cahaya laser hijau setelah melalui kisi difraksi dilewatkan medium sampel yaitu air kemasan aqua yang dimulai pada suhu 74°C dengan perhitungan seperti diatas secara kontinu setiap perubahan suhu ± 5° dipantau dan diukur jarak deviasi sinar laser pada layar maka sin sudut penyimpangannya dinyatakan

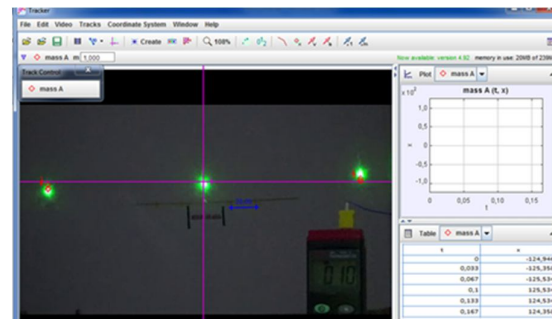
$$\sin r = \frac{xrata - rata}{r}$$

Ketika sinar laser hijau setelah melalui kisi dilewatkan udara variabel yang diukur adalah jarak celah kisi ke layar (L) dan deviasi kiri dan deviasi kanan serta deviasi rata rata (X rata-rata) , maka sisi r dapat dihitung

$$melalui r = \sqrt{(xrata - rata)^2 + L^2} \text{ sedangkan,}$$

$$\sin i = \frac{xrata - rata}{r}$$

Ketika cahaya laser hijau setelah melalui kisi difraksi dilewatkan medium sampel yaitu air kemasan aqua yang dimulai pada suhu 74°C dengan perhitungan seperti diatas secara kontinu setiap perubahan suhu ± 5° dipantau dan diukur jarak deviasi sinar laser pada simpangan pola difraksi pada layar.

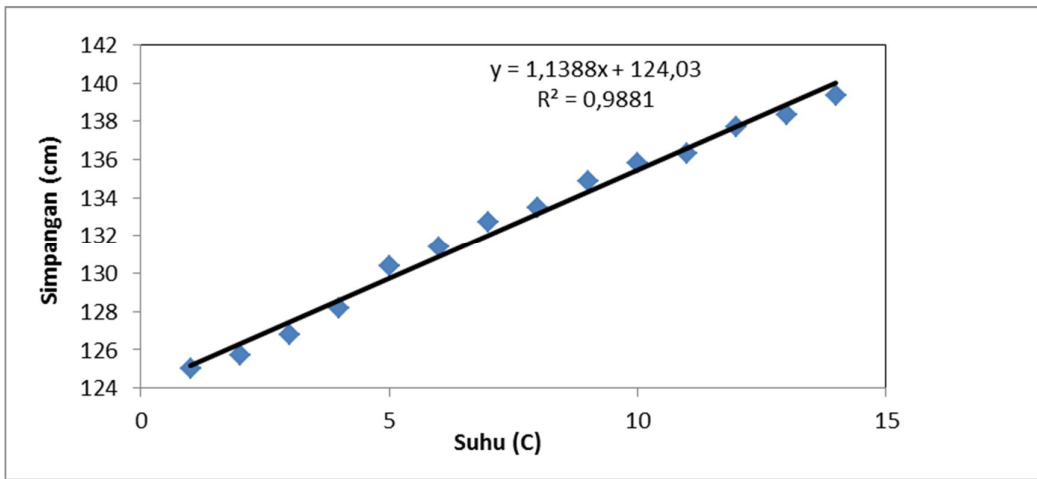


Gambar 2. Contoh hasil tracking pada suhu air 10° C

maka sin sudut penyimpangannya dinyatakan dengan

$$\sin r = \frac{xrata - rata}{r}$$

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tiap kenaikan suhu air deviasi terang orde ke satu pada layar semakin jauh dari terang pusat (x rata-rata makin besar) sehingga menghasilkan sin r semakin besar, secara grafis dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 : Grafik hubungan antara perubahan suhu terhadap Pola difraksi pada layar

Hasil fitting data dapat dilihat pada persamaan $y = 1,138x + 124,0$, dan R^2 sebesar 0,988, kurva hubungan deviasi terang orde ke satu yang ditunjukkan oleh kisi difraksi dengan suhu memperlihatkan bahwa deviasi cahaya bertambah secara linier terhadap kenaikan suhu mengikuti bentuk persamaan linier $y = mx + b$, dengan y adalah deviasi cahaya pada layar terhadap terang pusat, x adalah suhu, m adalah gradien, dan b adalah konstanta determinasi. Nilai gradien (m) adalah 1,138 yang berarti deviasi cahaya terhadap terang pusat bertambah sebesar 1,138 mm tiap kenaikan 1°C , sedangkan indeks determinasi (R^2) nilainya 0,988 yang berarti lebih besar dari 0,97 hal ini menunjukkan bahwa perubahan deviasi cahaya orde ke satu terhadap terang pusat dipengaruhi oleh perubahan suhu dimana hubungan antara kedua variabel sangat erat ditandai dengan nilai R^2 mendekati satu. Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan berikut ini

Persamaan standar deviasi $\sin i$ adalah :

$$S_{\sin i} = \sqrt{\left(\frac{1}{L} \delta X\right)^2 + \left(\frac{\bar{X}}{L^2} \delta L\right)^2}$$

Persamaan standar deviasi $\sin r$ adalah :

$$S_{\sin r} = \sqrt{\left(\frac{\partial \sin r}{\partial x} S_x\right)^2 + \left(\frac{\partial \sin r}{\partial l} S_l\right)^2}$$

$$S_{\sin r} = \sqrt{\left(\frac{1}{l} S_x\right)^2 + \left(\frac{x}{l^2} S_l\right)^2}$$

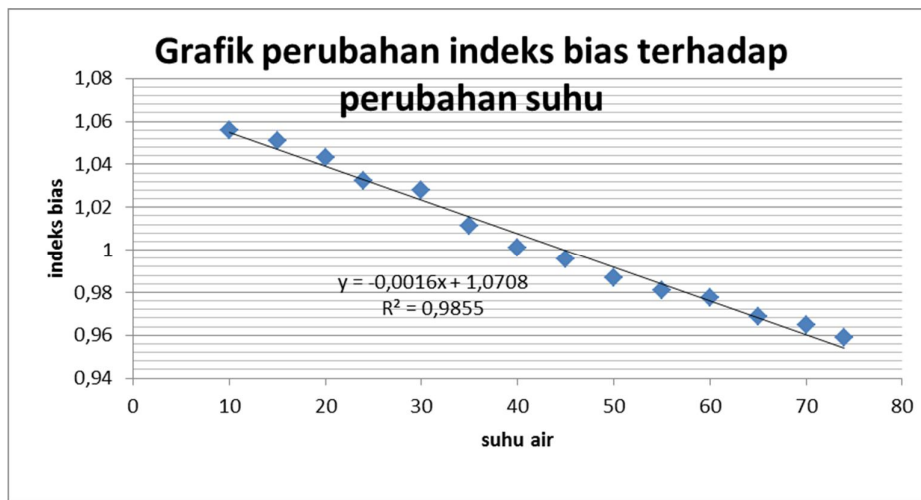
sedangkan standar deviasi untuk indeks bias n adalah :

$$sn = \sqrt{\left(\frac{1}{\sin r} S_{\sin r}\right)^2 + \left(\frac{\sin i}{\sin^2 r} S_{\sin r}\right)^2}$$

Untuk nilai indeks bias (n) dihitung dengan persamaan

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} \quad \text{didapat indeks bias air pada suhu } 10^\circ$$

sebesar $1,055853 \pm 0,004924$, pada suhu 15° sebesar $1,050954 \pm 0,004984$, pada suhu 20°C sebesar $1,042945 \pm 0,006422$, pada suhu 24°C sebesar $1,032475 \pm 0,004694$, pada suhu 30°C sebesar $1,0279 \pm 0,005118$, pada suhu 35°C sebesar $1,011152 \pm 0,004599$, pada suhu 40° sebesar $1,001052 \pm 0,004985$, pada suhu 45°C sebesar $0,995634 \pm 0,005908$, pada suhu 50°C sebesar $0,986909 \pm 0,005263$, pada suhu 55°C sebesar $0,980804 \pm 0,006409$, pada suhu 60°C sebesar $0,977533 + 0,004424$, pada suhu 65°C sebesar $0,968491 \pm 0,004539$, pada suhu 70°C sebesar $0,964647 \pm 0,005013$, pada suhu 74°C sebesar $0,958687 \pm 0,005261$.



Gambar 4. Grafik perubahan indeks bias terhadap perubahan suhu air

Hasil fitting data dapat dilihat pada persamaan $y = -0,001x + 1,070$, dan R^2 sebesar 0,985 dari fitting data indeks bias, kurva hubungan indeks bias dengan suhu memperlihatkan bahwa nilai indeks bias berkurang secara linier terhadap kenaikan suhu mengikuti bentuk persamaan linier $y = mx + b$, dengan y adalah indeks bias, x adalah suhu, m adalah gradien, dan b adalah konstanta determinasi. Nilai gradien (m) adalah $-0,001$ yang berarti indeks bias berkurang sebesar $0,001$ tiap kenaikan 1°C , sedangkan indeks determinasi (R^2) nilainya $0,985$ yang berarti lebih besar dari $0,97$ hal ini menunjukkan bahwa perubahan indeks bias dipengaruhi oleh perubahan suhu dimana hubungan antara kedua variabel sangat erat ditandai dengan nilai R^2 mendekati satu. Peristiwa ini akibat semakin besar suhu air maka jarak antar molekul-molekulnya semakin renggang sehingga kerapatannya juga akan berkurang dengan demikian indeks biasnya mengecil. Dari analisa data dengan perhitungan dan secara grafis menunjukkan bahwa dengan adanya kenaikan suhu air menunjukkan indeks biasnya semakin kecil.

Uji Angket

Validasi konseptual

Data hasil validasi produk ini terdiri atas data hasil validasi alat peraga oleh ahli alat, hasil validasi penyusunan panduan eksperimen oleh teman sejawat dan hasil evaluasi uji pengguna oleh siswa. Ahli alat mengevaluasi aspek bentuk fisik dan aspek penggunaan alat peraga ketika diaplikasikan dalam pembelajaran. Sedangkan teman sejawat mengevaluasi panduan eksperimen yang dikembangkan ditinjau dari aspek pembahasan aspek penyajian, aspek isi dan aspek gambar. Uji pengguna ini dilakukan untuk mengetahui respon siswa terhadap eksperimen Studi Penentuan Indeks Bias Cairan Pada Suhu Secara Kontinu Berbasis Difraksi Cahaya Berbantuan Logger Pro. Validasi dilakukan untuk memperoleh data yang

digunakan untuk merevisi produk yang dikembangkan.

Validasi alat peraga

Validasi ahli alat dilakukan oleh ahli yang sesuai dalam bidangnya dengan mengisi lembar penilaian yang terdiri dari dua aspek yaitu aspek bentuk fisik alat peraga dengan 9 kriteria dan aspek penggunaan alat peraga dalam pembelajaran dengan 4 kriteria. Data validasi oleh ahli alat adalah sebagai berikut

Validasi oleh Ahli Alat

Tabel 1 : Tabel Skor Validasi oleh Ahli Alat

ASPEK YANG DINILAI		Rata rata skor	Ideal (%)
Bentuk fisik alat peraga			
A	1. Kemudahan dalam penggunaan	3	83,33 %
	2. Kemudahan mendapatkan bahan	3,5	
	3. Kegunaan alat peraga	3,5	
	4. Daya tarik alat peraga	3,5	
	5. Kemudahan dalam perawatan	3,5	
	6. Kesesuaian ukuran alat dengan kondisi fisik siswa	3,5	
	7. Kemudahan dalam merangkai alat peraga	3,5	
	8. Kemudahan dalam memindahkan alat peraga	3	
	9. Kemudahan dalam penyimpanan alat peraga	3	
Penggunaan alat peraga dalam pembelajaran			
B	10. Kesesuaian alat peraga dengan tujuan	4	90,63 %

11.	pembelajaran/kompetensi siswa Kesesuaian alat peraga dengan materi ajar siswa/topik pembelajaran	4	
12.	Tingkat keselamatan siswa dalam penggunaan alat peraga	3,5	
13.	Perolehan data pengamatan dari alat peraga ketika digunakan	3	
Jumlah skor tiap penilai		44,5	86,98 %
Jumlah skor total		44,5	
Jumlah skor maksimum ideal		32,5	
Jumlah skor minimum ideal		6,5	

Setelah data hasil validasi alat peraga didapatkan dan diolah, maka perlu dihitung rentang rerata skor hasil validasi ahli alat dengan merujuk pada tabel 6 rentang rerata skor validasi ahli alat dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2: Rentang rerata skor validasi ahli alat

No	Rentang Rerata	Rentang Rerata dalam %	Kriteria
1	$42,25 \leq X \leq 52$	$81,25 \% \leq X \leq 100 \%$	Amat Baik
2	$32,5 \leq X < 42,25$	$62,50 \% \leq X < 81,25 \%$	Baik
3	$22,5 \leq X < 32,5$	$43,27 \% \leq X < 62,50 \%$	Cukup
4	$13 \leq X < 22,75$	$25 \% \leq X < 43,27 \%$	Kurang

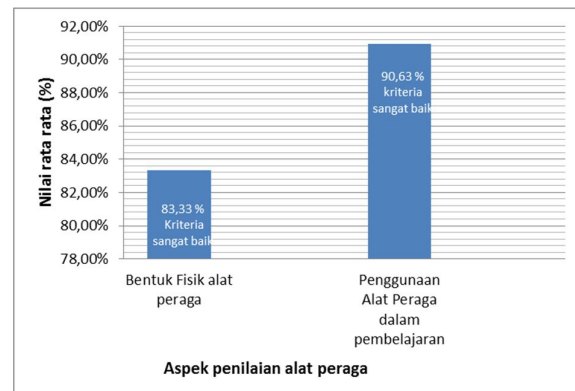
Berdasarkan penilaian validator terhadap aspek penilaian bentuk fisik alat peraga dan aspek

Tabel 3. Penilaian Penyusunan Panduan Eksperimen Oleh Teman Sejawat

ASPEK YANG DINILAI		□ skor	□ skor per aspek	Rata - rata	□ ideal	% keidealan
ASPEK KELAYAKAN ISI						
a.	Buku panduan praktikum mempunyai tujuan yang jelas	19				
b.	Pemilihan materi pembelajaran sesuai dengan sumber belajar	23	102	17	20	85,00%
c.	Pemilihan materi pembelajaran sesuai dengan perkembangan jaman	19				
d.	Materi pembelajaran mudah dipahami	21				
e.	Materi pembelajaran menarik dipelajari	20				
2 ASPEK PENYAJIAN						
a.	Buku panduan praktikum menyajikan desain percobaan dengan jelas	19	37	6,167	8	77%

penggunaan alat peraga dalam pembelajaran memperoleh skor amat baik yaitu 86,98 % dimana interval skornya tertletak pada rentang antara $42,25 \leq X \leq 52$ atau rentang antara $81,2 \% \leq X \leq 100 \%$. dengan demikian alat peraga siap untuk digunakan sebagai media pembelajaran .

Skor keidealan untuk aspek bentuk fisik alat peraga 83,33 % , skor keidealan untuk aspek penggunaan alat peraga dalam pembelajaran 90,63 % , sedangkan untuk keseluruhan uji validasi alat peraga skor keidealannya adalah 86,98 % . grafik nilai rata-rata validasi alat peraga oleh ahli alat dapat dilihat pada grafik 5 berikut ini :



Gambar 5. Grafik nilai rata-rata uji validasi alat peraga

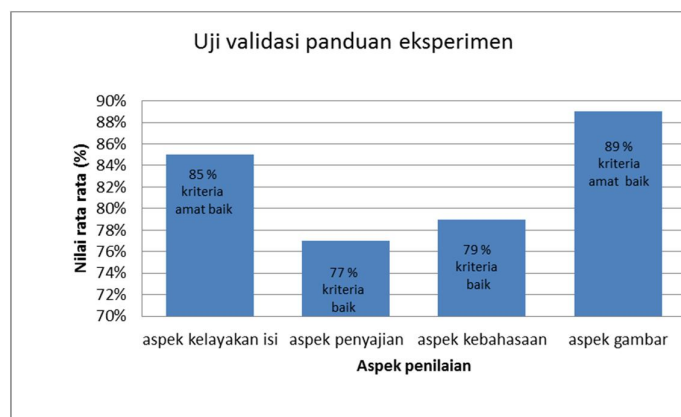
Validasi Panduan Eksperimen

Validasi yang dilakukan oleh teman sejawat untuk menilai panduan eksperimen yaitu dengan mengisi lembar penilaian pada masing masing komponen penilaian. Data validasi oleh teman sejawat disajikan pada tabel 3.

	b. Buku panduan praktikum menyajikan langkah-langkah dalam setiap tahapan pembelajaran dengan jelas	18				
3	ASPEK KEBAHASAAN					
	a. Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah EYD	19				
	b. Bahasa yang digunakan komunikatif	20	57	9,5	12	79%
	c. Kalimat yang digunakan dalam panduan praktikum jelas dan mudah dipahami	18				
4	ASPEK GAMBAR					
	a. Penampilan gambar jelas	23				
	b. Pemilihan warna tampilan gambar jelas	21	64	10,67	12	89%
	c. Keterangan tampilan gambar jelas	20				
	TOTAL SKOR	260	260	43,3	52	83,33%
X						43,3
Mi						32,5
Sdi						6,5

Berdasarkan penilaian validator terhadap aspek kelayakan isi, aspek penyaji, aspek kebahasaan dan aspek gambar memperoleh skor 83,33 %, yaitu masuk dalam kriteria rentang rerata $42,25 \leq X \leq 52$ atau rentang rerata dalam % adalah $81,2 \% \leq X \leq 100 \%$ maka masuk dalam kriteria amat baik. Dengan demikian panduan eksperimen siap digunakan sebagai

media pembelajaran. Skor keidealan untuk aspek kelayakan isi 85,00 %, skor keidealan untuk aspek penyajian 77 %, skor keidealan untuk aspek kebahasaan 79 % dan skor keidealan untuk aspek gambar 89 %. Grafik hasil validasi panduan eksperimen oleh teman sejawat dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 : Grafik hasil validasi panduan eksperimen oleh teman sejawat

Hasil validasi uji pengguna

Validasi uji pengguna dilakukan oleh sepuluh orang siswa untuk mengetahui respon siswa setelah siswa tersebut melakukan eksperimen penentuan perubahan indeks bias air pada saat suhu air berubah secara real time kemudian pengukuran deviasi cahaya setelah

dilewatkan pada kisi difraksi yang ditangkap pada layar ditraker dengan menggunakan *software* logger pro. Siswa mengisi lembar evaluasi dengan dua belas pertanyaan. Data hasil evaluasi uji pengguna oleh siswa disajikan pada tabel 4 berikut ini.

Tabel 4 : Data hasil validasi uji pengguna oleh siswa

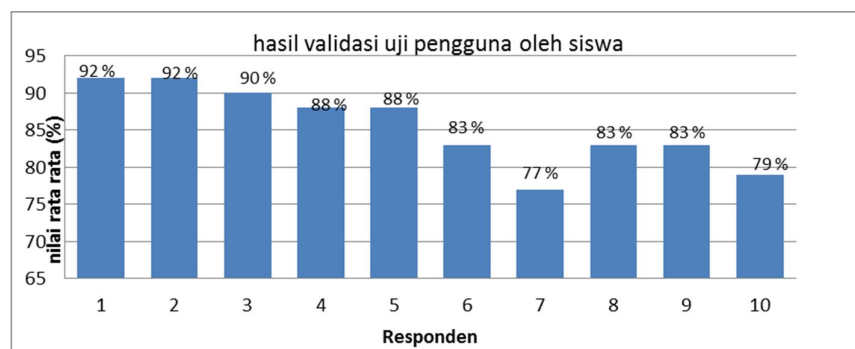
NO	PERNYATAAN	□ skor	Rata - rata	□ ideal	% keidealan
1	Panduan percobaan menyajikan langkah-langkah dalam setiap tahapan percobaan dengan jelas	34			
2	Panduan percobaan mempunyai tujuan yang jelas	36			
3	Kegiatan kerja laboratorium memberi pengetahuan tentang alat-alat fisika	35			
4	Pengguna menjadi tahu kaitan antara praktikum fisika di laboratorium dengan peristiwa sehari-hari	31			
5	Desain percobaan mudah dipahami	34			
6	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah EYD	34			
7	Keterangan dalam gambar jelas	32			
8	Materi yang disajikan dalam panduan percobaan dapat dipahami dengan baik	35	41	48	85,42%
9	Soal yang disajikan sudah sesuai dengan materi	33			
10	Panduan praktikum menarik dipelajari dan dapat meningkatkan motivasi belajar pada materi indeks bias cahaya	35			
11	Saya merasa sangat menikmati eksperimen berbantuan logger pro	35			
12	Saya merasa mendapatkan pemahaman yang mudah tentang indeks bias cahaya	36			
□□ skor		410	41	48	85,42%
X					41
Mi					30
SDi					6

Setelah hasil hitungan rentang rerata skor hasil validasi uji pengguna dengan merujuk pada tabel 4 . Rentang rerata skor validasi oleh pengguna diolah , maka didapat rentang seperti tabel 5

Skor keidealan untuk keseluruhan uji pengguna adalah 85,42 % . grafik hasil evaluasi uji pengguna oleh siswa dapat dilihat pada gambar 7.

Tabel 5. Rentang rerata skor validasi uji pengguna

No	Rentang Rerata	Rentang Rerata dalam %	Kriteria
1	$39 \leq X \leq 48$	$81,25 \% \leq X \leq 100,00 \%$	Amat Baik
2	$30 \leq X < 39$	$62,50 \% \leq X < 81,25 \%$	Baik
3	$21 \leq X < 30$	$43,80 \% \leq X < 62,50 \%$	Cukup
4	$12 \leq X < 21$	$25,00 \% \leq X < 43,80 \%$	Kurang



Gambar 7 : Grafik hasil validasi uji pengguna oleh siswa

Berdasarkan validasi uji pengguna memperoleh skor 85,42 % , yang artinya termasuk dalam rentang rerata $39 \leq X \leq 48$ atau rentang rerata dalam % adalah $81,25 \% \leq X \leq 100,00 \%$ artinya mendapat kriteria amat baik. Dengan demikian alat peraga dan panduan eksperimen siap digunakan sebagai media pembelajaran.

4. SIMPULAN

Telah berhasil dibuat rancang bangun eksperimen studi penentuan indeks bias cairan pada suhu secara kontinu berbasis difraksi cahaya berbantuan *software* logger pro

1. Grafik hubungan antara indeks (y) dengan suhu (x) dinyatakan oleh persamaan berikut :
 $y = -0,001x + 1,070$, nilai gradien $- 0,001$ yang berarti indeks bias berkurang sebesar 0,001 tiap kenaikan $1^{\circ}C$
2. R^2 sebesar 0,985, yang berarti lebih besar dari 0,97 hal ini menunjukkan bahwa perubahan indeks bias dipengaruhi oleh perubahan suhu dimana hubungan antara kedua variabel sangat erat ditandai dengan nilai R^2 mendekati satu.
3. Berdasarkan uji validasi panduan praktikum dinyatakan sesuai untuk pengajaran konsep indeks bias bagi siswa SMA.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bashkatov, Alexey N and Genina, Elina A. 2013, *Water refractive index in dependence on temperature and wavelength a simple approximation*, Optics Departement Saratov State University, Saratov, Rusia.
- Foster, Bob. 2004. *Terpadu Fisika SMA untuk kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Giancoli. 2001. *Fisika edisi kelima jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Halliday and Resnick. 1978. *Physics 3rd Edition*. Alih Bahasa Sucipto, E. dan Silaban, P. 1997. *Fisika Jilid 2 Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Irawati, A. T. A. 2006. Penentuan Indeks Bias Kaca Menggunakan Difraksi Sinar Laser oleh Serbuk Bedak Pixy, *Skripsi*, Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
- Juwanto. 2007. Metode Alternatif Penentuan Indeks Bias Air dan Lensa Menggunakan Lensa Cembung. *Skripsi* Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- Kanginan, M. 2010. *Fisika untuk SMA Kelas XII*. Jakarta: Erlangga.
- Prastowo, Andi. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif Menciptakan Metode Pembelajaran yang Menarik dan Menyenangkan*. Yogyakarta: Diva Press
- Siagian, H. 2004. *Pemanfaatan Interferometer Michelson Dalam Menentukan Karakteristik Parameter Fisis Zat Cair*. Jurnal Penelitian Saintika Vol 4No 2 September 2004 , 127 – 132.
- Subaryati Johri, Nurwulan Fitriyani, Ali Amran, Linda Sekar Utami dan Euis Sustini, 2011. *Eksperimen Penentuan indeks Bias Cairan Menggunakan Cermin Cekung*. Disajikan dalam Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran Dan Sains. 22 – 23 Juni 2011 (SNIP) 2011) di Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Sundari, E.M. 2007. "Penentuan indeks bias cairan Menggunakan Metode Kombinasi Cermin Datar dan Lensa Cembung", *Skripsi* Program Studi, FPMIPA, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta; Universitas Ahmad Dahlan
- Septiana, Windi. 2013. Penentuan Indeks bias Air pada Berbagai Suhu dengan Difraksi Kisi yang memanfaatkan Software Logger Pro. *Skripsi* Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- Tippler, Paul A. 2001. *Physics For Scientists and Engineers*. Alih Bahasa Dr, Bambang Sugiyono. 2001. *Fisika Untuk Sains dan Teknik. Edisi Ketiga jilid 2*. Jakarta. Erlangga.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. 2000. *University Physics Tenth Edition*. Alih Bahasa Juliastuti, E. 2002. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. 2000. *University Physics Tenth Edition*. Alih Bahasa Silaban, P. 2003. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- Zahara, Amelia. 2012. "Pengembangan Alat Eksperimen Fisika Dengan Menggunakan Kombinasi Cermin Datar Dan Lensa Cekung Untuk Menentukan Indeks Bias Zat Cair". *Skripsi* Program Studi Fisika, FPMIPA, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.