

## PERANCANGAN KIT PERCOBAAN UNTUK PENGUKURAN SUDUT DEVIASI DAN INDEKS BIAS PRISMA

Ryantono Eka Saputra, Imam Sucahyo

Jurusan Fisika, FMIPA, UNESA, email : [ryantonoeka@gmail.com](mailto:ryantonoeka@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian laboratorium ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari nilai indeks bias prisma melalui pengukuran sudut deviasi dari tiap-tiap sudut datang cahaya. Kit percobaan yang dirancang menggunakan rotary encoder berbasis mikrokontroler yang menghasilkan data digital untuk mengukur nilai sudut pada lengan sumber cahaya dan lengan penerima cahaya. Hasil pembiasan prisma dan dibandingkan dengan nilai sudut pada busur yang ada pada kit. Data yang didapatkan berupa sudut datang dan sudut deviasi diolah menggunakan microsoft excel. Nilai indeks bias hasil pengukuran didapatkan saat sudut deviasi minimum, dan nilai indeks bias tersebut dibandingkan dengan Spectrometer. Perbandingan nilai kalibrasi sudut dapat diketahui dengan hasil pengukuran yang dilakukan pada busur dan rotary encoder didapat rata-rata kesalahan sebesar 0,65%. Pada pengukuran sudut deviasi didapatkan kesalahan terbesar 0,15% pada prisma sudut pembias  $45^\circ$  dan untuk prisma sudut pembias  $60^\circ$  didapatkan kesalahan terbesar 0,16%, sedangkan nilai indeks bias yang didapatkan untuk prisma sudut pembias  $45^\circ$  didapatkan nilai indeks bias sebesar 1,43 dengan kesalahan 0,07% dan untuk prisma sudut pembias  $60^\circ$  didapatkan nilai indeks bias sebesar 1,49 dengan kesalahan 0,15%. Hasil yang didapatkan lebih akurat dari penelitian sebelumnya dikarenakan alat yang dirancang telah dikalibrasi dengan tingkat keakuratan 99,35%.

**Kata kunci** : sudut deviasi, rotary encoder, indeks bias

### Abstract

*This research aims to measure flow of water in form of speed and flow rate by designed and produced venturimeter and water flow sensor. The apparatus is being compared to evaluate the result of measurement, venturimeter with manual data and water flow sensor with digital data. The research is based on laboratory to study about dynamic fluid system in measuring flow rate of water. Calculation conducts after water passed by venturimeter with record the height that shows unit of pressure in each of area manually, then water flow sensor measures with microcontroller. Parralax Data Acquisition (plx-DAQ) is an acquisition microcontroller data for Microsoft Excel. Checking for calibration is done to water flow sensor. It uses to compare result of measurement with venturimeter. Venturimeter gives result of knop angle to get the flow rate of water pump. Flow rate is constantly proportional to the height difference that shows unit of pressure, flow rate is constantly reverse to the surface area. Measurement of flow rate by venturimeter and water flow sensor has error significance 1.75%. The difference gets from result of flow rate reference in venturimeter that has accuracy or appropriate with theory and Water Flow Sensor that has been calibrated in Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) that can measure precisely.*

**Keywords:** Flow rate, water flow sensor, pipe venturimeter.

### PENDAHULUAN

Percobaan pengukuran indeks bias prisma dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya mencari nilai sudut bias cahaya menggunakan jarum pentul dan mencari nilai sudut deviasi dengan menggunakan spectrometer. Kelebihan yang didapatkan dari menggunakan jarum pentul saat mencari sudut bias cahaya adalah harga percobaan yang sangat murah dan terjangkau. Akan tetapi cara ini memiliki kesulitan yaitu adanya faktor penglihatan dari tiap-tiap orang yang berbeda sehingga rentan terjadi perbedaan nilai dalam pengukuran. Dengan mempertimbangkan kekurangan tersebut maka penelitian ini merancang kit percobaan yang menyerupai spectrometer untuk mencari indeks bias prisma melalui pengukuran sudut deviasi.

Penggunaan spectrometer memiliki kelebihan dalam hal keakurasaan nilai sudut deviasi yang didapatkan. Keakurasaan nilai yang didapatkan tersebut didapatkan karena spectrometer memiliki tingkat presisi alat yang tinggi serta sudah diuji dan dikalibrasi. Akan tetapi penggunaan spectrometer sendiri memiliki kekurangan yaitu alat pengukuran ini sangat mahal sehingga tidak semua laboratorium fisika mempunyainya, dan jika ada spectrometer yang ada merupakan spectrometer manual sehingga pembacaan sudutnya masih menggunakan kemampuan mata dari masing-masing individu yang mengoperasikannya. Hal ini dapat mengakibatkan kesalahan pembacaan dalam alat ukur.

Sampai saat ini percobaan pengukuran nilai indeks bias prisma masih perlu dilakukan terutama dalam proses pembelajaran mata kuliah fisika dasar. Peralatan laboratorium yang kurang mendukung dan tidak

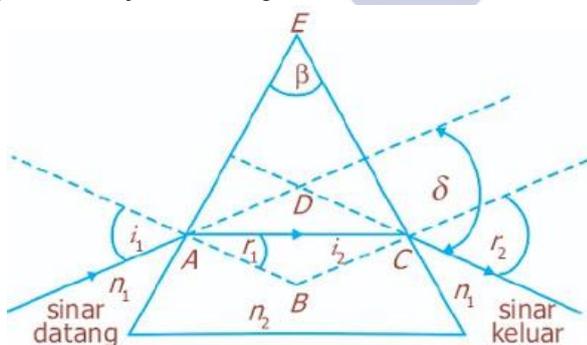
memadai merupakan kendala yang membuat pembelajaran fisika tidak kontekstual dan hanya bersifat matematis (Ain, 2013). Penelitian dan pengembangan alat ukur dalam laboratorium perlu dilakukan sehingga hasil yang didapatkan alat ukur konsisten jika dilakukan berulang-ulang dan operator yang berbeda-beda.

Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah tersebut adalah dengan merancang kit percobaan menyerupai spectrometer dengan nilai akurasi yang tinggi sehingga tidak ada lagi kesalahan pembacaan karena perbedaan pengguna alat ukur tersebut. Adapun kit percobaan yang pernah dibuat untuk pengembangan alat ukur dalam laboratorium adalah pengendalian motor stepper menggunakan AT89C51 untuk penentuan sudut deviasi prisma. (Arif, 2005) Akan tetapi alat peraga ini memiliki kekurangan yakni tidak dapat memberikan sudut dengan derajat kecil dan kurang telitinya pengukuran yang dihasilkan. Hal ini disebabkan nilai putaran motor stepper sebesar 1,8 derajat setiap satu step putarannya.

Oleh karena itu penelitian ini merancang kit praktikum yang memberikan hasil lebih teliti dengan menggunakan encoder dibandingkan dengan alat peraga terdahulu penentuan sudut deviasi dan indeks bias cahaya. Alat ini juga dapat digunakan sebagai kit percobaan untuk pembelajaran siswa khususnya siswa sekolah menengah pertama dan sekolah menengah atas. Diharapkan alat ini dapat membantu proses belajar-mengajar agar siswa lebih mudah dalam mempelajari fisika khususnya materi pembiasan cahaya pada prisma.

### TEORI DASAR

Jalannya sinar pada peristiwa pembiasan cahaya pada prisma ditunjukkan oleh gambar berikut



**Gambar 1.** Skema pembiasan cahaya pada prisma  
(sumber : [www.yandjaya29.blogspot.com](http://www.yandjaya29.blogspot.com))

Gambar 1 menggambarkan seberkas cahaya yang melewati sebuah prisma. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa berkas sinar tersebut dalam prisma mengalami dua kali pembiasan sehingga antara berkas sinar masuk ke prisma dan berkas sinar keluar dari prisma tidak lagi sejajar. Sudut yang dibentuk antara arah sinar datang dengan arah sinar yang meninggalkan prisma disebut sudut deviasi diberi lambang D. Besarnya

sudut deviasi tergantung pada sudut datangnya sinar.

Untuk segiempat ABCE,

$$\beta + \angle ABC = 180^\circ \quad (1)$$

Pada segitiga ACD

$$r_1 + i_2 + \angle ABC = 180^\circ \quad (2)$$

maka :

$$\beta = r_1 + i_2 \quad (3)$$

Pada segitiga ACD, terdapat hubungan

$$\angle ACD + \angle CDA + \angle DAC = 180^\circ \quad (4)$$

Dimana

$$\angle ACD = r_2 - i_2 \text{ dan } \angle DAC = i_1 - r_1 \quad (5)$$

Substitusi persamaan 5 ke persamaan 4 didapatkan

$$\angle CDA = 180^\circ + (r_1 + i_2) - (i_1 - r_2) \quad (6)$$

Besarnya sudut deviasi dapat dicari sebagai berikut

$$\delta = 180^\circ - \angle CDA \quad (7)$$

dengan melakukan substitusi persamaan 6 ke persamaan 7

akan didapatkan persamaan

$$\delta = i_1 + r_2 - \beta \quad (8)$$

sedangkan deviasi minimum memiliki syarat  $i_1 = r_2$  dan  $i_2$

$= r_1$ . Sehingga persamaan 2.17 menjadi

$$\delta_m = 2i_1 - \beta \quad (9)$$

dan

$$\beta = 2r_1 \quad (10)$$

untuk mendapatkan nilai indeks bias prisma dapat

dihitung dengan melakukan substitusi persamaan 9 ke

persamaan 10 dengan asumsi nilai  $\theta_1 = i_1$  dan  $\theta_2 = r_1$ ,

akan didapatkan persamaan :

$$n_1 \sin\left(\frac{\delta_m + \beta}{2}\right) = n_2 \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) \quad (11)$$

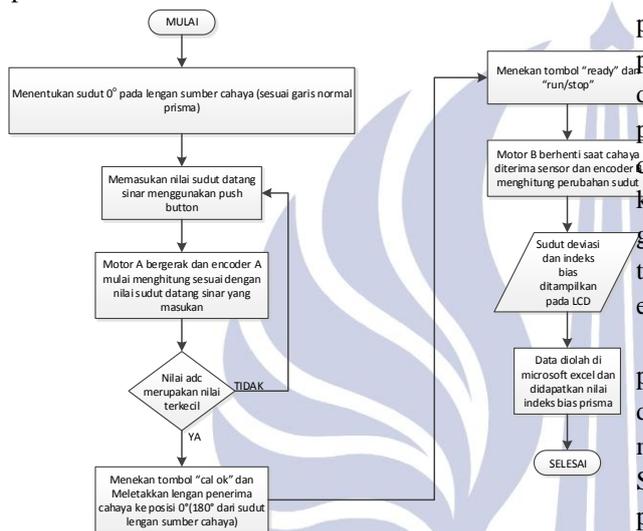
### METODE

#### A. Rancangan Penelitian

Penelitian skripsi ini merupakan penelitian berbasis laboratorium untuk mempelajari tentang pembiasan cahaya pada prisma yang nantinya akan didapat sudut deviasi serta nilai indeks bias prisma. Sistematisa instrumen penelitian yang dirancang adalah menggunakan rotary encoder pada masing-masing lengan sumber cahaya dan penerima cahaya. Rotary encoder yang terpasang bertujuan untuk menghitung nilai sudut datang cahaya ke prisma dan menghitung nilai sudut deviasi yang dihasilkan. Sensor phototransistor diletakkan pada lengan penerima cahaya untuk mencari berkas cahaya yang dibiarkan tersebut dan dimonitoring. Mekanisme sistem antara lain mengamati perubahan sudut datang, perekaman atau pengukuran sudut deviasi, dan perhitungan. Penentuan sudut datang menggunakan push-button sebagai penggerak motor pada lengan sumber datang merupakan langkah awal pengambilan data, gerakan sudut motor direkam menggunakan rotary

encoder 1, kemudian sudut deviasi cahaya direkam oleh rotary encoder 2. Teknik perhitungan dilakukan setelah didapatkan nilai sudut deviasi minimum untuk mencari nilai indeks bias prisma.

Sistem instrumentasi pada penelitian ini meliputi mikrokontroler yaitu Arduino yang berfungsi untuk mengolah akuisisi data dengan memonitor jalannya motor untuk penentuan posisi sudut dari gerak motor yang dihubungkan pada lengan sumber cahaya datang dan lengan penerima cahaya yang dibiaskan prisma. Nilai sudut datang maupun sudut deviasi hasil pembiasan cahaya pada prisma nantinya akan diolah sehingga didapatkan sudut deviasi minimum.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian skripsi ini seperti ditunjukkan pada gambar 2, dimana sumber cahaya terdapat pada lengan sumber cahaya digerakan dengan menekan push button sehingga sesuai dengan garis normal dan sensor phototransistor sebagai penangkap berkas cahaya yang telah dibiaskan oleh prisma yang terdapat pada lengan B diatur sehingga posisi nol derajat (180 derajat dari sudut lengan cahaya) dengan menggunakan push button lainnya dan direkam oleh sensor encoder timing disk dari printer canon ip2770 untuk menentukan sudutnya, kemudian sinyal digital dari keluaran sensor encoder timing disk diolah oleh mikroprocessor pada ARDUINO MEGA 2560. Setelah diolah pada minimum system, data didapatkan nilai sudut datang cahaya dan sudut deviasi di tampilkan oleh LCD. Hasil yang ditampilkan oleh LCD diolah menggunakan Microsoft excel sehingga didapat nilai indeks bias dengan mengamati perubahan sudut deviasi hingga mendapatkan nilai sudut deviasi minimum. Sudut deviasi minimum yang didapat nantinya dimasukan ke persamaan 11 untuk mendapatkan indeks bias prisma

### B. Variabel Operasional Penelitian

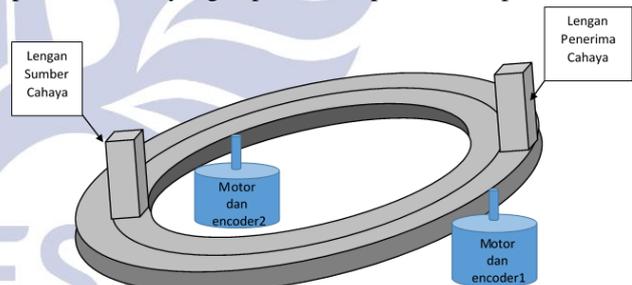
Definisi operasional merupakan definisi yang digunakan dalam penelitian, terdapat tiga variabel operasional penelitian, yaitu variabel kontrol, variabel

manipulasi, dan variabel respon. Variabel kontrol adalah sesuatu yang tidak berubah dalam penelitian ini sesuatu yang tidak dapat diubah adalah encoder dan prisma. Pada penelitian ini yang dipakai adalah encoder timing disk dari printer canon ip2770 dan prisma yang dipakai memiliki sudut pembias  $45^\circ$  dan  $60^\circ$ . Variabel manipulasi (faktor yang mempengaruhi) pada penelitian skripsi ini adalah sudut berkas sinar datang. Variabel respons dalam penelitian ini berupa sudut berkas sinar hasil pembiasan oleh prisma dan akan diperoleh nilai sudut deviasi yang dibuat untuk perhitungan nilai indeks bias prisma.

### C. Aparatus dan Instrumen Penelitian

Pada penelitian penentuan indeks bias ini, kit percobaan yang digunakan membahas tentang pengukuran sudut berkas sinar hasil pembiasan sinar dalam skala laboratorium yang diukur melalui encoder pada masing-masing lengan baik itu lengan berkas sinar datang dan lengan berkas sinar bias. Encoder merupakan komponen yang banyak digunakan untuk pengukuran gerakan yang berputar berdasarkan pada pola gelap terang atau pengkodean khusus yang terdapat pada badan encoder tersebut

Instrumen penelitian ini terdiri dari dua tahap, yang pertama yaitu sistem mekanik yang merupakan hardware dan akuisisi data yang diperoleh dari software yang menampilkan variabel manipulasi dalam bentuk data. Sistem mekanik encoder dan pengolahan data dilakukan pada software yang dapat menampilkan hasil pada LCD.



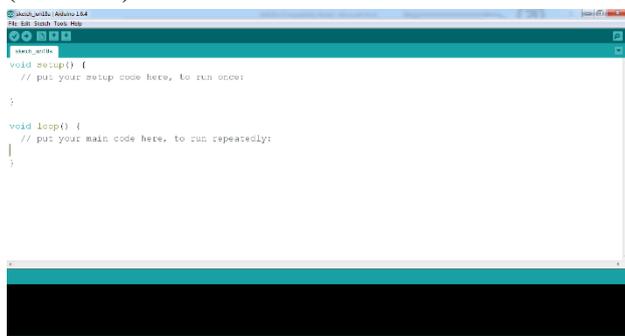
Gambar 3 Rancangan percobaan penentuan indeks bias prisma

### D. Metode Pengumpulan Data

Terdapat beberapa tahap dalam proses pengumpulan data pada penelitian skripsi ini. Tahap pertama peneliti merancang alat untuk menyesuaikan berkas cahaya pada lengan sinar datang dengan lengan penerima berkas cahaya yang telah dibiaskan prisma, kemudian encoder dikalibrasi menggunakan alat ukur sudut konvensional (busur) sehingga didapatkan hasil yang linear antara perubahan sudut dengan nilai yang dihasilkan oleh encoder.

Tahap berikutnya yaitu instrumen yang digunakan dalam penelitian ini, instrumen yang menunjang untuk melakukan proses dalam pengukuran. Komponen-komponen elektronika yang praktis dan efisien digunakan

sebagai perangkat pengambilan data yang dibutuhkan. Perintah dimasukkan untuk pembacaan nilai sudut yang merupakan hasil dari perekaman rotary encoder kedalam hardware yang berupa Arduino Mega 2560. Hardware tersebut merupakan microprocessor yang dapat dimasukan file code dengan menggunakan sebuah perangkat lunak (software) yang bernama Arduino 1.6.4 (Gambar 4).



Gambar 4 Arduino 1.6.4

Software tersebut mempermudah peneliti karena bahasa C yang digunakan sangat mudah dipahami, sehingga software tersebut menghasilkan file hex dari kode yang dituliskan dan diberi nama sketch. Setelah selesai membuat sketch yang berisikan kode-kode yang merupakan file hex dengan menggunakan software tersebut, maka tahap selanjutnya adalah memasukkan sketch kedalam hardware yaitu arduino mega 1560 dengan perintah upload, lalu program hasil kompilasi itu dijalankan oleh bootloader. Data yang dihasilkan oleh encoder dibaca dan nantinya akan ditampilkan berupa nilai sudut datang cahaya dan sudut deviasi pada LCD.

#### E. Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan pada alat yang sudah dirancang dan dikalibrasi. Pada tahap ini akan dilakukan proses pengambilan data dari parameter yang akan diamati yaitu berkas cahaya yang dibiaskan prisma. Sudut deviasi didapatkan dari hasil selisih nilai hasil perhitungan encoder pada lengan berkas sinar bias dari prisma dengan nilai posisi awal lengan berkas sinar bias pada prisma. Hasil pengukuran yang didapatkan nantinya akan dimasukan kedalam Microsoft excel untuk mencari nilai sudut deviasi minimum. Sudut deviasi minimum yang didapatkan nantinya akan dimasukan ke persamaan 2.20 sehingga didapatkan nilai indeks bias prisma.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

Pada percobaan ini pengambilan variabel yang diubah adalah sudut datang cahaya yang masuk kedalam prisma dengan pengukuran dimulai saat pembiasan cahaya dapat dideteksi oleh prisma hingga terjadi sudut deviasi minimum dan beberapa nilai sudut datang tambahan untuk menunjukkan sudut deviasi minimum telah terjadi. Pada prisma dengan sudut pembias 45° dilakukan

pengukuran secara berturut-turut 5° sampai 30°. Sedangkan untuk prisma dengan sudut pembias 60° dilakukan pengukuran secara berturut-turut mulai 30° sampai dengan 50°. Pada masing-masing perubahan sudut akan diambil data sebanyak 10 kali perulangan seperti yang ditampilkan pada tabel di lampiran C untuk prisma sudut pembias 45° dan lampiran D untuk prisma sudut pembias 60°.

Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan menggunakan alat ukur penentuan sudut yaitu busur. Pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui alat terlebih dahulu agar dapat disamakan dengan teori dan dikalibrasi, sehingga didapatkan hasil counter rotary encoder yang mewakili setiap 1°.

Tabel 1. Pengukuran Sudut Datang Cahaya dan Sudut Deviasi Pada Pembias 45°

SUDUT DATANG		SUDUT DEVIASI	
Busur	Alat	Busur	Alat
5.00	5.02	28.00	27.70
6.00	6.07	26.00	26.06
7.00	7.08	25.00	25.23
8.00	8.02	25.00	24.79
9.00	9.07	24.00	24.17
10.00	10.04	24.00	23.87
11.00	10.98	23.00	23.70
12.00	11.99	23.00	23.39
13.00	13.04	23.00	23.16
14.00	14.02	23.00	23.10
15.00	15.06	23.00	23.04
16.00	15.96	22.00	22.62
17.00	17.01	22.00	22.32
18.00	18.03	22.00	22.08
19.00	19.00	22.00	21.96
20.00	20.01	22.00	21.92
21.00	21.02	22.00	21.76
22.00	22.00	22.00	22.11
23.00	23.01	22.00	22.14
24.00	24.06	22.00	22.18
25.00	25.03	22.00	22.22
26.00	26.01	22.00	22.24
27.00	27.02	22.00	22.28
28.00	28.03	22.00	22.30
29.00	29.04	22.00	22.40
30.00	30.02	22.00	22.53

Tabel 4.3 menjelaskan bahwa Nilai sudut datang dimana cahaya hasil pembiasannya dapat ditangkap oleh sensor phototransistor dimulai dari sudut datang  $5^\circ$  dan didapat sudut deviasi sebesar  $28^\circ$  pada busur dan  $27.70^\circ$  pada alat dengan kesalahan 0.07% dan pada sudut cahaya datang  $21^\circ$  dimana terjadi deviasi minimum dengan sudut  $21.76^\circ$  dan kesalahan relatif 0.07%. Nilai kesalahan didapatkan saat pengambilan data berulang menggunakan standar deviasi yang sudah disediakan pada microsoft excel dan dapat dilihat pada lampiran C. Nilai deviasi minimum disubstitusikan ke persamaan 2.19 sehingga mendapatkan nilai indeks bias sebesar 1.44 untuk prisma dengan sudut pembias  $45^\circ$ . Secara umum kesalahan pembacaan maksimal dari kit percobaan ini adalah 0.15% yang terjadi di sudut datang cahaya  $16^\circ$  dan sudut deviasi sebesar  $22.62^\circ$ .

Pada tabel 1 deviasi minimum terjadi pada sudut  $21.76^\circ$ , akan tetapi pada sudut pembias  $45^\circ$  ini syarat sudut deviasi minimum (persamaan 9) tidak terpenuhi sehingga dibutuhkan pembanding lain untuk membuktikan bahwa nilai sudut deviasi minimum adalah benar.

**Tabel 2.** Pengukuran Sudut Datang Cahaya dan Sudut Deviasi Pada Sudut Pembias  $60^\circ$

SUDUT DATANG		SUDUT DEVIASI	
Busur	Alat	Busur	Alat
30.00	30.02	44.00	44.04
31.00	31.04	44.00	43.76
32.00	32.04	42.00	42.07
33.00	33.02	42.00	41.57
34.00	34.03	40.00	39.70
35.00	35.04	39.00	39.25
36.00	36.05	39.00	38.77
37.00	37.03	39.00	38.75
38.00	38.00	39.00	38.63
39.00	39.01	38.00	38.32
40.00	40.06	38.00	38.20
41.00	41.07	38.00	38.06
42.00	42.05	37.00	37.14
43.00	43.02	37.00	37.09
44.00	44.00	37.00	36.93
45.00	45.01	37.00	36.83
46.00	46.02	37.00	36.81
47.00	47.03	37.00	36.71

48.00	48.01	36.00	36.33
49.00	49.02	37.00	37.67
50.00	49.99	38.00	37.96

Tabel 2 menjelaskan bahwa Nilai sudut datang dimana cahaya hasil pembiasannya dapat ditangkap oleh sensor phototransistor dimulai dari sudut datang  $30^\circ$  dan didapat sudut deviasi sebesar  $44^\circ$  pada busur dan  $44.04^\circ$  dengan kesalahan 0.13% dan pada sudut cahaya datang  $48^\circ$  dimana terjadi deviasi minimum dengan sudut  $36.33^\circ$  dan kesalahan 0.07%. Nilai deviasi minimum disubstitusikan ke persamaan 2.19 sehingga mendapatkan nilai indeks bias sebesar 1.490 untuk prisma dengan sudut pembias  $60^\circ$ . Secara umum kesalahan pembacaan maksimal dari kit percobaan ini adalah 0.16% yang terjadi di sudut datang cahaya  $47^\circ$  dan sudut deviasi sebesar  $36.71^\circ$ .

Pada tabel 2 deviasi minimum terjadi pada sudut  $36,33^\circ$ , pada sudut pembias  $60^\circ$  ini syarat sudut deviasi minimum (persamaan 2.18) terpenuhi sehingga pembanding lain (spectrometer) untuk membuktikan bahwa nilai sudut deviasi minimum menghasilkan nilai sudut deviasi yang sama dengan kit percobaan.

Pengukuran indeks bias prisma dapat dilakukan pada saat sudut deviasi pembiasan cahaya bernilai minimum. Hasil perbandingan pengukuran indeks bias prisma antara kit percobaan dengan spectrometer dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 3** Perbandingan Pengukuran Indeks Bias Pada Sudut Pembias  $45^\circ$  antara kit percobaan dan spectrometer

Sudut Deviasi Minimum		Indeks Bias		Error (%)
Alat	Spectrometer	Spectrometer	Alat	
21.76	21.26	1.43	1.44	0.07

Dari tabel 3 didapatkan perbandingan nilai indeks bias yang dihasilkan oleh kit percobaan dengan spectrometer tidak berbeda dan didapatkan kesalahan relatif bernilai 0,07%

**Tabel 4** Perbandingan Pengukuran Indeks Bias Pada Sudut Pembias  $45^\circ$  antara kit percobaan dan spectrometer

Sudut Deviasi Minimum		Indeks Bias		Error (%)
Alat	Spectrometer	Alat	Spectrometer	
36.33	36.53	1.49	1.49	0.15

Tabel 4 menjelaskan perbandingan pengukuran antara indeks bias prisma  $60^\circ$  terdapat kesalahan sebesar 0.15%. Hasil yang didapatkan antara kit percobaan dengan spectrometer tidak jauh berbeda.

### B. Pembahasan

Pada hasil pengukuran indeks bias menggunakan kit percobaan untuk sudut pembias prisma  $45^\circ$  dan sudut pembias  $60^\circ$  terdapat kesesuaian teori dengan persamaan 2.19. Meskipun nilai sudut antara alat yang dirancang oleh peneliti dengan pengukur sudut yaitu busur memiliki selisih. Hal itu dikarenakan pengukuran pada busur

memiliki skala terkecil  $1^\circ$  sedangkan pada kit percobaan yang dirancang oleh peneliti memiliki skala terkecil 0.03 derajat.

Hasil perhitungan sudut dari lengan sumber cahaya yang dapat terbaca untuk sudut pembias prisma  $45^\circ$  berawal dari sudut  $5^\circ$ , dan hasil pengukuran sudut deviasi minimum dari prisma dengan sudut pembias  $45^\circ$  yang dipakai oleh peneliti adalah  $21.76^\circ$  dengan kesalahan pembacaan sebesar 0.07%, dan didapatkan indeks bias prisma sebesar 1.44. Pada prisma pembias  $45^\circ$  syarat berlakunya deviasi minimum atau persamaan 2.18 tidak terpenuhi sehingga untuk mendapatkan nilai indeks bias sesungguhnya maka indeks bias yang didapatkan dibandingkan dengan indeks bias dari indeks bias hasil percobaan spectrometer. Indeks bias yang dihasilkan dari percobaan spectrometer adalah 1.43 dengan kesalahan relatif sebesar 0,67% dan bahan prisma yang sesuai adalah prisma dari kaca kuarsa. Sedangkan untuk perhitungan sudut datang pada pembias prisma  $60^\circ$  mulai terbaca pada sudut  $30^\circ$  dan mendapatkan sudut deviasi minimum sebesar  $36,33^\circ$  ketika sudut datang  $48^\circ$  pada busur atau  $48.01^\circ$  pada kit percobaan dengan kesalahan pembacaan sebesar 0.07%, dan didapatkan indeks bias prisma sebesar 1.49 dan kesalahan 0.15%. Pada prisma pembias  $60^\circ$  syarat terjadinya deviasi minimum (persamaan 2.18) terpenuhi, akan tetapi indeks bias yang didapatkan dari kit percobaan juga dibandingkan dengan indeks bias hasil percobaan menggunakan spectrometer. Pada pengukuran indeks bias menggunakan spectrometer didapatkan nilai sebesar 1,49 dengan kesalahan sebesar 0,15% dan bahan prisma yang sesuai adalah prisma yang terbuat dari kaca kuarsa.

Hasil pengukuran indeks bias ini memiliki hasil pengukuran dengan tingkat kesalahan 0.67% untuk sudut pembias prisma  $45^\circ$ , hal ini didapat nilai pengukuran lebih bagus dari penelitian sebelumnya yaitu  $\pm 0,34\%$  dan tingkat kesalahan 0,15% pada sudut pembias prisma  $60^\circ$ , hal ini didapat nilai pengukuran lebih bagus dari penelitian sebelumnya yaitu  $\pm 1,129\%$ . Hasil yang didapatkan lebih akurat dari sebelumnya dikarenakan alat yang dirancang peneliti telah dikalibrasi dengan tingkat keakuratan 99,35%..

## **PENUTUP**

### **Simpulan**

Pada penelitian ini membandingkan nilai indeks bias prisma dengan menggunakan percobaan pengukuran sudut deviasi cahaya yang dibiaskan oleh prisma menggunakan busur dan alat rancangan peneliti. Hasil yang didapatkan dari kit percobaan adalah nilai sudut deviasi, kemudian dari sudut deviasi tersebut dicari nilai sudut deviasi minimum dan disubstitusikan ke persamaan 2.20 sehingga didapatkan nilai indeks bias prisma. Dari

perancangan kit percobaan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kit percobaan dirancang dan dibuat menggunakan dua motor yang masing-masing diletakkan pada poros lengan sumber cahaya dan lengan penerima cahaya sebagai penggerak lengan. Pada poros lengan tersebut juga dipasangkan rotary encoder sebagai perekam sudut datang cahaya dan sudut deviasi hasil pembiasan cahaya. Data yang dihasilkan oleh rotary encoder merupakan data digital yang nantinya akan diproses oleh mikrokontroler dan dikonversi menjadi nilai sudut. Nilai sudut yang dihasilkan merupakan nilai sudut datang dan nilai sudut deviasi. Nilai sudut tersebutlah yang akan diolah menjadi nilai indeks bias prisma menggunakan microsoft excel dengan menggunakan persamaan 2.20.

2. Proses pengambilan data dilakukan dengan memasukkan nilai sudut datang menggunakan push button yang ada pada kit percobaan. Nilai sudut datang dan sudut deviasi dibandingkan antara busur dan kit percobaan. Pada pengujian sudut datang cahaya didapatkan nilai persamaan regresi untuk hubungan nilai sudut pada busur ( $^\circ$ ) dengan nilai sudut pada kit percobaan adalah  $y=0,9949x$ . Dengan nilai korelasi  $R^2=1$ . Hal ini menunjukkan bahwa hasil dari kit percobaan rancangan peneliti memiliki tingkat kesesuaian yang baik dengan alat ukur yang digunakan dalam proses kalibrasi yaitu busur. Sedangkan pengujian sudut deviasi pada lengan penerima cahaya didapatkan persamaan regresi untuk hubungan nilai sudut pada busur dengan nilai sudut pada lengan penerima cahaya pada pengukuran adalah  $y=0,9988x$ . Dengan nilai korelasi  $R^2=1$ , hal ini menunjukkan bahwa hasil dari kit percobaan rancangan peneliti memiliki tingkat kesesuaian yang baik dengan alat ukur yang digunakan dalam proses perbandingan yaitu busur. Berdasarkan pada hasil perbandingan yang dihasilkan tersebut dapat dijadikan referensi untuk pengukuran sudut deviasi dan indeks bias prisma.

3. Pengukuran sudut deviasi didapatkan dengan merekam nilai perubahan sudut yang dibaca oleh rotary encoder dengan hasil pengukuran memiliki kesalahan 0,15% untuk sudut pembias prisma  $45^\circ$  dan kesalahan 0,16% untuk sudut pembias prisma  $60^\circ$ . Sedangkan untuk pengukuran nilai indeks bias yang didapatkan dengan syarat sudut deviasi minimum dan disubstitusikan ke persamaan 2.20 didapatkan nilai indeks bias sebesar 1,44 dengan kesalahan sebesar 0,07% pada sudut pembias  $45^\circ$ . Jenis bahan prisma sudut pembias  $45^\circ$  berupa kaca kuarsa. Sedangkan nilai indeks bias sebesar 1.49 dengan kesalahan sebesar 0,15% untuk sudut pembias  $60^\circ$ . Jenis bahan prisma sudut pembias  $60^\circ$  berupa kaca kuarsa. Hasil pengukuran menggunakan alat rancangan peneliti

lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan busur karena memiliki tingkat keakurasian data lebih baik dibandingkan busur.

**Saran**

Berdasarkan hasil kit percobaan pengukuran sudut deviasi dan indeks bias prisma, maka penelitian ini masih mengalami banyak kekurangan salah satunya gerak motor yang terlalu lambat sehingga dalam pengukuran membutuhkan waktu yang lama. Penggunaan motor sebagai penggerak otomatis ini sangat vital karena tanpa adanya motor, sistem otomatis dalam pencarian sinar hasil pembiasan oleh prisma tidak dapat dilakukan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ain, T. Nurul. 2013. Pemanfaatan Visualisasi Video Percobaan Gravity Current Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Siswa Kelas Xi Pada Materi Pokok Tekanan Hidrostatik. Surabaya: Program S-1 Fisika Universitas Negeri Surabaya. Arduino Mega 2560 (2015). Retrieved mei 12, 2015, from [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)
- Arif, M. Miftahul. 2005. Mengendalikan Motor Stepper dengan Menggunakan Mikrokontroler AT89C51 Pada Aplikasi Penentuan Sudut Deviasi Prisma. Surabaya: Program S-1 Fisika Universitas Negeri Surabaya.
- Contoh Peristiwa Pembiasan dan Pemantulan Sempurna pada Cahaya. (2012, mei 23). Retrieved november 16, 2014, from: [ridwananaz.com](http://ridwananaz.com)
- Menghadapi soal fisika lupa rumus ini solusinya. (2014, september 12). Retrieved november 14, 2014, from [kompasiana.com/edu](http://kompasiana.com/edu)
- Pengertian Sumber Cahaya, Sifat-sifatnya Dan Hukum Snellius. (2012, may 16). Retrieved november 14, 2014, from: [ridwananaz.com](http://ridwananaz.com)
- SAROJO, Ganijanti Aby. 2011. Gelombang dan Optik. Edisi Revisi Jakarta: Salemba Teknika.
- Tipler, P. A. 2001. Physics for Scientist and Engineers. Third Edition. Jakarta: Erlangga.

