

## PEMBUATAN ALAT LABORATORIUM UNTUK PRAKTIKUM OPTIK GEOMETRI TINGKAT SMA BERBASIS LASER DIODA

Alexander Nasution, Minarni Shiddiq\*, Rakhmawati Farma, Sinta Afria Ningsih

Program Studi Magister Fisika, Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Riau

Jl. HR. Soebrantas km 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293

\*E-mail korespondensi: [minarni.shiddiq@lecturer.unri.ac.id](mailto:minarni.shiddiq@lecturer.unri.ac.id)

### ABSTRACT

*Improvement of science literacy of Indonesian students needs a standardized learning methods such as using demo kit or laboratorim kits. However, the schools oftently not utilized the demo kits due to financial restriction. Physics courses in grade X and XI of senior high school students in Indonesia contain lessons of geometrical optics. Kits for geometrical optics are essential to improve student learning outcomes. This study was aimed to make a low cost and simple geometrical optics kit using a diode laser. The kit was home made which consisted of a diode laser with wavelength of 650 nm and power of 5 mW, acrylic refraction tank, and a circular angle scale. The experiments conducted using this apparatus were experiment for Snell's law, measurement of refraction indexes fore liquids, and critical angles. In this study, the experiment modules were used by high school students of MAN 1 Padang Lawas, District of Barumun, Sumatera Utara. Some tests were carried out including validity test, practicality test by students and teacherss, and effectiveness test. The average result of all aspects of the validity test is 96.25 %, The practicality test result is 85,0 %. The kit effectiveness was tested using scores pre-test and posttest of the students. Differences in the average results of the pre-test and post-test in the experimental class and the control class, respectively are 32.83 at the time of the pre-test to 73 after the post-test for the experimental, 31.83 to 68 after doing the post test for the control class.*

**Keywords:** Geometrical optic experiments, Refraction tank, Senior high school student, Validity test, Diode laser

### ABSTRAK

*Peningkatan literasi sains siswa Indonesia membutuhkan metode pembelajaran yang standar, salah satunya menggunakan metode pembelajaran dengan alat demo atau alat laboratorium. Namun penyediaan alat tersebut oleh sekolah belum optimal karena pendanaan yang kurang. pelajaran Fisika tingkat SMA khususnya kelas X atau XI membahas tentang optik geometri. Kit alat optik geometri yang ekonomis diperlukan untuk menunjang hasil belajar siswa pada materi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk membuat kit optik geometri yang ekonomis dan sederhana berbasis laser untuk percobaan optik geometri. Kit tersebut yang terdiri dari laser dioda dengan panjang gelombang 650 nm dan daya 5 mW, tangki pembiasan akrilik, skala sudut berbentuk melingkar. Percobaan yang dilakukan adalah penggunaan Hukum Snelius pada medium udara-air, menentukan indek bias cairan, dan sudut kritis. Pada penelitian ini, modul percobaan digunakan pada siswa MAN 1 Padang Lawas, Kecamatan Barumun, Sumatera Utara. Beberapa uji yang dilakukan yaitu uji kelayakan alat, uji praktikalita kit optik geometri, dan uji efektifitas penggunaan Kit Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X. Hasil rata-rata semua aspek uji kelayakan menghasilkan skor 96,25%. Hasil uji praktikalitas adalah 85,00 %. Untuk uji efektifitas penggunaan kit adanya perbedaan hasil pre-test dan post-test pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dimana pada kelas eksperimen rata-rata nilai siswa dari 32,83 pada saat pre-test menjadi 73 setelah post-test, sementara hasil pre-test kelas kontrol dari rata-rata 31,83 menjadi 68 setelah dilakukan post-test.*

**Kata kunci:** Percobaan optik geometri, Tangki pembiasan, Siswa SMA, Uji validitas, Laser dioda

Diterima 22-04-2020 | Disetujui 26-05-2021 | Dipublikasi 31-07-2021

## PENDAHULUAN

Literasi sains adalah kemampuan seseorang untuk mengerti tentang hal-hal yang berhubungan dengan sains. Kemampuan tersebut mencakup kemampuan untuk menjelaskan suatu fenomena secara saintifik, mendesain dan mengevaluasi secara sains, dan mengartikan dan menganalisa data dan hasil eksperimen secara saintifik [1]. Menurut Kurnia dan Fathurrohman [2], kemampuan literasi sains dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain kurikulum dan sistem pendidikan, serta pemilihan metode pembelajaran. PISA (*Programme for International Student Assessment*) merupakan suatu program dari *organization for economic Co-operation and development* (OECD) yang bertugas untuk mengevaluasi bagaimana sistem pendidikan pada suatu negara berdasarkan pengetahuan dan kemampuan untuk siswa berumur 15 tahun di suatu negara. Tahun 2015 PISA menempatkan Indonesia pada peringkat ke-69, pada tahun yang sama Singapura berada pada tingkat pertama, dimana salah satu penilaian poin tinggi yaitu di bidang pengajaran, pembelajaran, dan evaluasi.

Pelajaran fisika merupakan salah satu pelajaran IPA yang memerlukan demonstrasi (demo) di depan kelas atau melakukan percobaan di laboratorium agar konsep fisika dapat dipahami oleh siswa. Perbaikan dalam metode pembelajaran fisika perlu dilakukan agar tingkat literasi sains siswa Indonesia meningkat. Kegiatan eksperimen di laboratorium dapat berjalan lancar jika sarana peralatan laboratorium tersedia. Namun, karena keterbatasan pendanaan, sekolah belum mempunyai alat-alat praktikum yang memadai. Faktor inilah merupakan salah satu yang menyebabkan banyak siswa yang mengalami kesulitan belajar fisika [3].

Optik adalah bidang ilmu fisika tentang cahaya. Optik juga mempelajari tentang interaksi cahaya dengan benda. Pelajaran optik terdiri dari dua bagian yaitu optik geometri dan optik fisis. Optik geometri memperlakukan cahaya sebagai sebuah sinar dan menggunakan

aturan-aturan geometri untuk membahas perjalanan sinar. Optik fisis memperlakukan cahaya sebagai suatu gelombang. Pada tingkat SMA, pembahasan optik diberikan pada pelajaran fisika kelas X pada bagian terakhir yang berupa alat optik terdiri dari pemantulan cahaya, pembiasan, dan alat optik [4]. Namun pada kurikulum 2013 revisi, pembahasan tentang optik diberikan pada kelas XI yaitu tentang alat-alat optik yang berisi Optik Geometri.

Pada umumnya alat praktikum optik geometri yang sering digunakan yaitu kaca plan paralel. Alat ini digunakan untuk memperlihatkan pembiasan dan menghitung indeks bias udara dan kaca plan paralel, akan tetapi kaca plan paralel memiliki kekurangan yaitu sudut kritis dan pemantulan sempurna pada kaca sulit diperlihatkan, sehingga alat praktikum fisika khususnya pada konsep pembiasan cahaya, indeks bias, sudut kritis, dan pemantulan tidak ikut dilibatkan dalam proses pembelajaran fisika [5].

Alat praktikum optik khususnya optik geometri biasa disebut kit telah banyak diproduksi dan dijual secara komersial baik produk dalam negeri seperti dari Puduk Scientific maupun dari luar negeri [6]. Namun kit optik tersebut relatif mahal dan memerlukan proses yang panjang untuk pengadaan di sekolah. Pengembangan kit optik geometri yang ekonomis sangat perlu dilakukan untuk mencapai pencapaian dari kurikulum 2013 revisi tentang eksperimen fisika khususnya di bidang optik.

Beberapa usaha telah dilakukan untuk membuat alat kit optik geometri untuk menunjang hasil belajar optik oleh siswa baik menggunakan media pembelajaran [7], maupun menggunakan laser pointer dan beberapa bahan sederhana untuk praktikum pembiasan [8], dan menggunakan beberapa komponen optik seperti prisma dan cermin datar [9]. Pengembangan kit untuk percobaan pembiasan baik zat cair maupun zat padat menggunakan bejana air dan laser juga telah dilakukan [5].

Pengembangan kit-kit optik yang ekonomis dan sederhana untuk optik geometri bertujuan

untuk mendemonstrasikan peristiwa pemantulan dan pembiasan, aplikasi hukum Snellius, sudut kritis dan pemantulan sempurna. Beberapa kit yang dikembangkan biasanya menggunakan bejana air dari kaca yang disebut dengan tangki pembiasaan. Sumber cahaya yang digunakan dapat berupa lampu senter atau led karena ekonomis dan tidak membahayakan [10]. Namun keduanya mempunyai berkas cahaya yang bersifat menyebar. Laser He-Ne sering digunakan dalam percobaan-percobaan optik karena kestabilan sinarnya, namun laser ini relatif mahal dan berukuran besar, rentan rusak karena merupakan laser gas dengan tabung kaca di dalamnya [11]. Ketersediaan laser dioda berukuran kecil dengan daya rendah secara komersial dengan harga sangat terjangkau (<Rp. 50.000), memungkinkan untuk membuat sebuah sistem yang lebih praktis dan ekonomis. Bejana air yang besar dapat diganti dengan bejana yang terbuat dari bahan akrilik yang berukuran kecil.

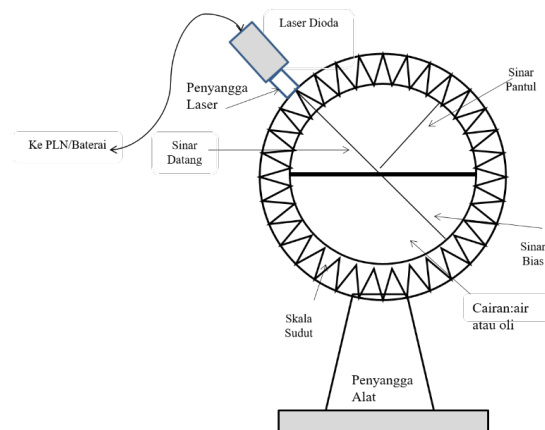
Pada penelitian ini, sebuah sistem optik (kit optik) dibuat dan dapat digunakan pada beberapa percobaan optik geometri untuk tingkat SMA. Kit terdiri dari tangki atau bejana pembiasan terbuat dari bahan akrilik dengan bentuk bundar dan tipis dimana sisi-sisinya diberi skala sudut untuk memudahkan dalam penentuan sudut datang, sudut pantul, dan sudut bias. Kit tersebut juga dilengkapi dengan sumber cahaya berupa laser dioda merah, yang diletakkan pada penyangga sedemikian rupa sehingga bisa bergerak 180°. Kit dapat digunakan untuk percobaan indeks bias, hukum Snellius, sudut kritis, pemantulan sempurna. Sistem juga dapat dikembangkan untuk pengukuran indeks bias cairan seperti gula, madu, dan minyak.

Pada penelitian ini, modul percobaan digunakan pada guru fisika dan siswa MAN 1 Padang Lawas, Kecamatan Barumon Kabupaten Padang Lawas, Provinsi Sumatera Utara. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan dengan desain ADDIE [12]. Uji yang dilakukan adalah uji validitas, uji

praktikalitas dan uji efektifitas penggunaan kit percobaan optik geometri ini. Analisa yang digunakan adalah regresi linier sederhana.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan membuat kit alat laboratorium untuk materi optik geometri yang sederhana dan ekonomis. Kit tersebut digunakan untuk percobaan optik geometri pada siswa SMA/MA Kelas X. Alat dan bahan yang digunakan terdiri dari sumber cahaya laser dengan panjang gelombang 650 nm (berwarna merah) dengan daya 5 mW beserta sumber tegangan (baterai atau catu daya), tangki akrilik, dan skala sudut berbentuk melingkar. Bahan yang digunakan adalah kerangka dari bahan akrilik, lem akrilik, serta sampel larutan sebagai medium optik seperti pada Gambar 1.

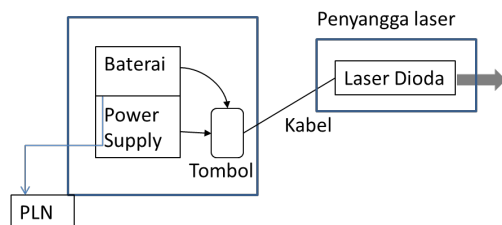


**Gambar 1.** Skema dari kit laboratorium optik geometri yang dirancang dan dibangun.

Gambar 1 menjelaskan tentang kit optik geometri yang dirancang dan dibuat. Kit ini dibuat berdasarkan pada beberapa produk *laser refraction tank* yang telah dibuat seperti oleh STEMfinity.com dan Arbor Scientific, dan yang dibuat sendiri dari bahan yang tersedia [13]. Namun sistem yang dibuat lebih sederhana dan ekonomis untuk percobaan pembiasan menggunakan hukum Snellius, dan penentuan indeks bias cairan.

Berdasarkan Gambar 1, kit ini terdiri dari sebuah bejana tipis bundar terbuat dari bahan akrilik dengan tebal 3 mm, dimana bagian

atasnya diberi lobang agar cairan atau medium optik dapat memasuki bejana. Air atau larutan lainnya yang digunakan dapat diisi setinggi tengah bejana. Bejana kemudian dilapisi latar dengan karton tebal berwarna putih agar penjalaran berkas laser terlihat jelas, Karton yang berwarna putih diberi skala sudut melingkar agar memudahkan dalam menghitung sudut datang, sudut pantul, dan sudut bias dari sinar laser yang dapat diatur dari berbagai arah. Bersamaan dengan penyangga laser, piringan skala sudut di pasang pada sebuah kerangka akrilik dimana pemegang laser menggunakan rotor sehingga dapat berputar dengan mulus.



**Gambar 2.** Kotak tempat laser dan catu daya

Tahap persiapan alat dan bahan merupakan langkah awal penelitian, yaitu mempersiapkan alat-alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan kit praktikum optik geometri pada Gambar 1 dan 2. Kit terdiri dari dua bagian yaitu bejana air dengan skala sudut, kotak laser, dan sumber tegangan yang terdiri dari baterai dan catu daya, tombol *on off*. Kedua bagian diberi penyangga dan kotak dari bahan akrilik, dibelakang bejana dibuat penyangga untuk laser demikian hingga agar sinar laser dapat diatur berkas berbagai sudut datang yang dibutuhkan.

Tahap berikutnya adalah pembuatan modul praktikum optik geometri, diikuti pembuatan soal *pre-test* dan *post-test* berdasarkan Silabus dan RPS guru Fisika kelas X SMA/MA. Langkah selanjutnya adalah uji coba kit. Uji coba dilakukan dengan melakukan percobaan Hukum Snellius, penentuan indeks bias beberapa cairan, pemantulan sempurna dan sudut kritis, dalam hal ini, larutan gula dengan dua konsentrasi yaitu 30% dan 60 % digunakan. Hasil percobaan di bandingkan dengan perhitungan secara teori. Rumus yang

digunakan pada penelitian ini adalah Hukum Snellius antara dua medium dalam hal ini medium udara dan air aquades yang ditunjukkan oleh persamaan (1) dan (2), sudut kritis ditentukan dari Persamaan (3). Pada persamaan-persamaan ini,  $n_1$  adalah indeks bias udara atau larutan,  $\theta_1$  adalah sudut datang dari medium 1 ke 2,  $n_2$  adalah indeks bias medium kedua yaitu larutan, dan  $\theta_2$  adalah sudut bias pada medium kedua, sedangkan  $\theta_c$  adalah sudut kritis. Persamaan (1) juga berlaku untuk keadaan dimana medium 1 adalah larutan atau medium lebih rapat ke medium 2 udara atau medium lebih renggang sehingga menghasilkan Persamaan (3) untuk sudut kritis, dimana sudut bias yang dihasilkan sebesar  $90^\circ$ . Jika sudut datang dari medium rapat (dalam hal ini sebagai  $n_1$ ) lebih besar dari sudut kritis, sinar tidak lagi dibiaskan tetapi dipantulkan kembali ke medium datang tersebut. Fenomena ini disebut pemantulan sempurna yang digunakan pada kabel serat optik untuk mengantarkan informasi pada sistem komunikasi serat optik [14].

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (1)$$

$$n_2 = n_2 \sin \theta_2 / \sin \theta_1 \quad (2)$$

$$\sin \theta_c = n_2 / n_1 \quad (3)$$

Persamaan (1) digunakan untuk menentukan sudut bias, dengan mengetahui indeks bias udara, indeks bias air, dan sudut datang. Persamaan (2) digunakan untuk mengetahui indeks bias cairan dengan mengukur sudut datang, sudut bias, dan mengetahui indeks bias udara. Dalam eksperimen ini, indeks bias udara diasumsikan sama dengan 1.

Setelah kit digunakan untuk pengukuran awal, beberapa perbaikan pada kit dilakukan untuk kemudahan dalam melaksanakan praktikum. Selanjutnya uji validitas dilakukan oleh dua validator, uji praktikalitas alat dilakukan oleh 4 praktikan dengan indikator antara lain kepraktisan alat, kejelasan konsep dan keakuratan, kelancaran pengajaran, bahan yang digunakan, bentuk dan daya tahan alat [8].

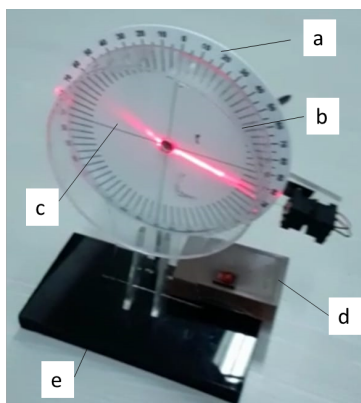
Kemudian, uji coba kit ini dilakukan pada kelas X MAN 1 Padang Lawas, kelas X IPA 1 berfungsi sebagai kelas kontrol, sementara

kelas X IPA 2 sebagai kelas sampel [8]. Kelas kontrol menggunakan metode tradisional yang berlaku di MA tersebut dalam memberikan materi optik geometri, sementara kelas sampel diikuti dengan percobaan optik geometri. Implementasi alat praktikum ini berdasarkan metode *One-Shot-Case-Study* dimana setiap kelompok diberi satu kali perlakuan dan pengukurannya dilakukan satu kali [.

Efektifitas penggunaan kit praktikum optik geometri terhadap pemahaman siswa tentang konsep optik geometri diukur menggunakan desain *pre-test – post-test* [12]. Sampel dalam penelitian ini adalah siswa kelas X IPA MAN 1 Padang Lawas yang berjumlah 30 orang. Kelas X IPA 1 ditetapkan sebagai kelas kontrol sedangkan kelas X IPA 2 sebagai kelas eksperimen dengan jumlah siswa sebanyak 30 orang. Efektifitas alat juga diukur dengan memberikan angket pada semua subjek penelitian yaitu siswa dan guru-guru IPA di MAN 1 Padang Lawas. Data-data yang diperoleh adalah berupa hasil *pre-test* dan *postest* siswa–siswa MAN 1 Padang Lawas untuk dua kelas. Hasil lainnya adalah hasil uji validasi dan praktikalitas oleh ahli.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembuatan Kit



**Gambar 3.** Hasil pembuatan kit optik geometri berbasis laser dioda.

Desain dan pembuatan kit yang dilakukan melalui penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3. Kit yang dihasilkan terdiri skala sudut dalam derajat (a), tangki atau bejana air dari bahan akrilik (b), sinar laser yang berasal dari laser dioda (c) yang dihubungkan ke kotak

catu daya (d), serta penyangga bejana air dan penyangga laser dioda yang terbuat dari akrilik (e). Penyangga laser dioda dibuat dengan rotor dibelakang bejana dan skala sudut agar sudut datang sinar dapat diatur sehingga dapat berasal dari medium yang rengang (udara) atau dari medium rapat (zat cair) untuk percobaan sudut kritis.

Sumber cahaya kit ini adalah modul laser dioda yang panjangnya 5 cm, mengeluarkan cahaya warna merah dengan daya yang rendah 5 mW, yang dapat diperoleh secara daring dengan harga relatif murah. Laser dioda tersebut mempunyai dua kabel yang dapat dihubungkan ke catu daya. Kotak catu daya dibuat dengan tombol on off. Sumber tegangan untuk laser dioda dapat berupa 2 buah baterai AA (3 V) atau charger dengan keluaran 5V dan daya kecil. Catu daya dari baterai lebih baik agar kit bisa dipindahkan dan dapat digunakan tanpa listrik dari PLN. Penggunaan cahaya laser sebagai pengganti cahaya LED atau lampu senter adalah karena berkasnya yang tidak menyebar. Namun percobaan sebaiknya dilakukan pada ruang yang sedikit redup agar pembacaan pada skala derajat lebih jelas [13].

### Hasil Uji Kelayakan

Setelah pembuatan kit praktikum selesai, uji kelayakan pada alat tersebut kemudian dilakukan. Uji kelayakan atau validitas alat dilakukan oleh 2 validator ahli yaitu guru Fisika MAN 1 Padang Lawas. Aspek-aspek yang diuji adalah kepraktisan alat, kejelasan konsep dan keakuratan, kelancaran pengajaran, bahan yang digunakan, bentuk dan daya tahan alat [8]. Hasil uji kelayakan memperoleh skor 96,25 %. Ini menunjukkan bahwa kit praktikum yang dikembangkan masuk dalam kategori sangat layak dan dapat digunakan dalam pembelajaran optik di SMA atau MAN.

### Hasil Uji Praktikalitas

Uji Praktikalitas dilakukan menggunakan aspek-aspek antara lain yaitu kemudahan penyiapan alat, kemudahan pengoperasian alat, kemudahan dalam mengamati gejala, kemudahan dalam melakukan pengukuran, dan

kemudahan dalam memahami materi pelajaran atau percobaan. Uji Praktikalitas dilakukan oleh 3 orang guru Fisika MAN 1 Padang Lawas dan 1 mahasiswa Fisika FMIPA dengan melakukan praktikum sesuai penuntun praktikum yang telah dibuat. Hasil uji praktikalitas memperoleh nilai 85 % yang menunjukkan bahwa alat ini cukup praktis sebagai kit praktikum dalam topik pembiasan cahaya dan penentuan indeks bias.

### Hasil Penentuan Indeks Bias

Kit optik geometri yang telah dibuat selanjutnya digunakan untuk tiga percobaan menggunakan Persamaan (1), (2), dan (3) yaitu a. menentukan sudut bias untuk sinar datang dari udara ke air dengan mengetahui sudut datang dan indeks bias air. 2. menentukan indeks bias cairan (air, gula dengan konsentrasi 30%, 50%) dengan mengetahui sudut datang, sudut bias, indeks bias udara, 3. menentukan sudut kritis dan pemantulan sempurna.

#### a. Penentuan sudut bias

Pada percobaan ini, kita praktikum dipersiapkan, air dimasukkan ke dalam bejana pembiasan hingga setengah dari tangki yang berbentuk bundar tersebut. Cara memasukkan air agar tidak tumpah adalah dengan menggunakan selang air atau botol air yang dilengkapi selang seperti botol aquades atau botol semprot di Laboratorium. Batas permukaan air dan udara akan terlihat. Langkah selanjutnya adalah menghidupkan laser dioda dengan menekan tombol on, penyangga laser dapat diputar sehingga sinarnya datang dari atas (udara) ke permukaan air, atur sinar laser sehingga sudut datang yang diinginkan dapat dibaca pada busur. Selanjutnya, sudut bias dari cahaya yang melewati air dibaca pada busur bagian bawah. Jika sinar datang dari kiri tangki, sinar bias akan disebelah kanan bawah. Ulangi untuk sudut datang yang berbeda. Untuk membandingkan dengan hasil perhitungan, sudut bias dihitung dari persamaan (1) dengan menggunakan indeks bias air 1 dan indeks bias air 1,33. Percobaan juga bisa dilakukan untuk jenis larutan selain air jika ingin mengeksplorasi

ketergantungan pada jenis medium kedua. Tabel 1 memperlihatkan hasil percobaan penentuan sudut bias untuk cahaya laser yang datang dari udara ke air.

**Tabel 1.** Hasil percobaan hukum Snellius.

Sudut Datang $\theta_1$ (°)	Sudut Bias Percobaan $\theta_{2p}$ (°)	Sudut Bias Teori $\theta_{2t}$ (°)	Error (%)
15	10	11,22	10,8
30	20	22,00	9,1
45	30	32,12	6,6
60	40	40,63	1,6
75	50	46,57	7,4

Tabel 1 memperlihatkan hasil percobaan penentuan sudut bias untuk cahaya laser yang berasal dari udara ke air. Persentase kesalahan kecil pada sudut 60°, ini dapat disebabkan karena cahaya laser merah menyebar pada sudut lebih kecil dan lebih besar dari sudut tersebut. Laser dioda mempunyai lensa dibagian ujungnya yang dapat diatur agar cahaya laser terkolimasi atau lurus. Hal lainnya ketika membaca sudut pada busur juga harus membaca sudut bias pada garis tengah berkas laser yang mengenai skala pada busur, ini disebabkan cahaya laser yang masih menyebar mengenai skala. Skala sudut juga sebaiknya mempunyai garis –garis dalam yang lebih kecil sehingga meningkatkan presisi pembacaan sudut satu desimal di belakang koma.

#### b. Penentuan indeks bias larutan

Pada percobaan ini, indeks bias cairan atau larutan ditentukan. Percobaan dilakukan menggunakan langkah-langkah seperti pada percobaan a, yaitu memasukkan cairan yang akan ditentukan indeks biasnya ke dalam tangki hingga setengah penuh. Sudut sinar datang divariasikan dengan memutar penyangga laser, sudut bias yang dihasilkan oleh sinar bias pada skala busur dicatat. Ulangi dengan sudut berbeda, hitung indeks bias menggunakan persamaan (2) untuk setiap variasi sudut, selanjutnya hasil indeks bias setiap variasi sudut dirata-ratakan. Percobaan diulangi untuk medium selanjutnya, dengan membersihkan



dulu tangki agar tidak bercampur dengan larutan yang tertinggal di dalam tangki. Tabel 2 adalah hasil percobaan menggunakan larutan air, air dicampur gula dengan konsentrasi 30 %, dan air dicampur gula dengan konsentrasi 50 %.

Indeks bias yang dihasilkan dibandingkan menggunakan indeks bias larutan air dan madu pada konsentrasi 30% dan 50 % sebagai indeks bias referensi [16].

**Tabel 2.** Hasil percobaan penentuan indeks bias larutan

Medium	$\theta_1$ (°)	$\theta_2$ (°)	Indeks bias percobaan rata-rata	Indeks bias referensi [13, 16]	Galat (%)
Air	15	10	1,4	1,33	5,26
	30	20			
	45	30			
	60	40			
	75	50			
Larutan gula 30%	15	14	1,18	1,373	14,27
	30	25			
	45	35			
	60	45			
	75	55			
Larutan gula 50%	15	20	1,12	1,397	20,17
	30	25			
	45	35			
	60	45			
	75	55			

Indek bias cairan hasil percobaan dihitung menggunakan persamaan (2) dengan menggunakan indeks bias udara 1, dan sudut datang dan sudut bias diperoleh dari hasil percobaan. Tabel 2 memperlihatkan kesalahan yang relatif besar untuk larutan gula dengan konsentrasi yang semakin besar. Ini disebabkan oleh pembacaan sudut bias yang belum akurat karena penyebaran cahaya laser semakin besar pada larutan yang lebih pekat, sehingga kesulitan dalam membaca sudut bias. Untuk pembacaan yang lebih baik, laser dioda dengan daya yang lebih besar serta cahaya berwarna hijau juga lebih baik digunakan [8]. Namun semakin besar daya laser semakin besar potensi bahaya sehingga kehati-hatian diperlukan.

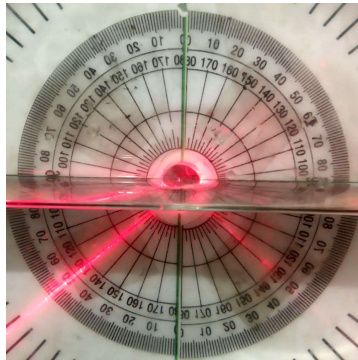
c. Penentuan sudut kritis pada medium rapat

Pada percobaan menentukan sudut kritis, larutan yang digunakan adalah air. Langkah-langkah percobaan dilakukan seperti percobaan

b, namun cahaya datang dari medium yang lebih rapat (cairan) ke medium yang lebih renggang (udara). Penyangga laser diatur agar cahaya laser datang dari kiri bawah tangki pembiasan. Sudut datang diatur dengan mengatur penyangga sehingga sudut bias sama dengan 90° atau cahaya laser yang dibiaskan sejajar dengan bidang batas udara dan cairan di bagian kanan atas tangki pembiasan. Pada keadaan ini sudut datang dicatat sebagai sudut kritis.

Gambar 4 memperlihatkan hasil percobaan sudut kritis ketika cahaya laser datang dari medium air ke udara. Sudut kritis hasil percobaan adalah sudut datang pada kit praktikum ketika sudut bias mencapai 90°. Sudut kritis berdasarkan teori adalah sudut kritis yang dihitung dari persamaan (3) menggunakan indeks bias referensi. Sudut kritis yang diperoleh yaitu 50° dimana cahaya dibiaskan sejajar bidang batas. Sementara itu

sudut kritis referensi mengunakan persamaan (3) dimana indek bias air adalah 1,33 yaitu  $48,75^\circ$  sehingga diperoleh *error* sebesar 2.5%. Hal ini menunjukkan kesalahan pengukuran yang cukup kecil. Kesalahan ini dapat terjadi karena pulsa laser yang melebar.



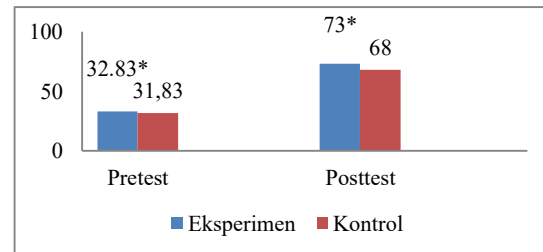
**Gambar 4.** Hasil percobaan sudut kritis

Gambar 4 juga menunjukkan bahwa sudut datang sama besarnya dengan sudut pantul. Hal ini sesuai dengan hukum Snellius tentang pemantulan dimana sudut datang sama dengan sudut pantul. Dari percobaan ini tidak ada cahaya yang dibiaskan ke medium udara sehingga dapat dikatakan telah terjadi pemantulan sempurna. Sehingga percobaan ini juga dapat membuktikan bahwa pemantulan sempurna terjadi ketika cahaya datang dari medium rapat ke renggang.

### Efektifitas Penggunaan Kit Terhadap Hasil Belajar Siswa

Efektifitas penggunaan kit terhadap hasil belajar siswa MAN kelas X yang terdiri dari kelompok siswa dimana diberikan ekperimen dengan kit geometri dan kelompok siswa tanpa diberi ekperimen kit geometri dalam memahami hukum Snellius dan pemantulan sempurna dengan sudut kritis. Masing-masing kelompok terdiri dari 30 orang. Masing-masing kelompok diberi *pre-test* dan post test dengan mematuhi protocol kesehatan sehingga kegiatan ekperimen dibagi dalam beberapa sesi. Gambar 5 memperlihatkan hasil rata rata *pre-test* dan post test untuk masing-masing kelompok. Perbedaan hasil *pre-test* dan *post-test* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

dapat terlihat pada kelas eksperimen rata-rata nilai minat siswa dari 32,83 pada saat *pre-test* menjadi 73 setelah *post-test*. Lalu dibandingkan dengan hasil *pre-test* kelas kontrol dari rata-rata 31,83 menjadi 68 setelah dilakukan *post-test*.



**Gambar 5.** Perbedaan hasil belajar siswa dikelas eksperimen dan kelas kontrol.

### KESIMPULAN

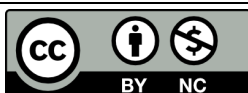
Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, beberapa hal dapat disimpulkan yaitu kit optik geometri menggunakan bahan akrilik dan laser diode telah berhasil dibuat dan digunakan. Sistem kit optik geometri telah digunakan pada Siswa SMA kelas X untuk membuktikan hukum Snellius dari medium renggang ke rapat, dari medium rapat ke renggang, dan menentukan indeks bias beberapa medium. Uji Validitas menghasilkan nilai 96,25 % yang berarti bahwa kit layak digunakan untuk praktikum optik geometri, sedangkan uji praktikalitas menghasilkan nilai 85 %. Ini menyatakan bahwa kit praktis digunakan untuk demo atau praktikum optik geometri. Uji efektifitas juga menunjukkan bahwa nilai *post-test* siswa meningkat setelah menggunakan kit ini.

### REFERENSI

1. OECD. (2017). PISA for Development Brief. OECD(organization for economic Co-operation and development) Publishing, Paris. Diakses pada 15 Februari 2020 DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en 2017/2>.
2. Kurnia, F., Zulherman, & Fathurohman. (2014). Analisis Bahan Ajar Fisika SMA



- Kelas Xi Di Kecamatan Indralaya Utara Berdasarkan Kategori Literasi Sains. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, **1**(1), 42-47.
3. Arief, M. K., Handayani, L., & Dwijananti, P. (2012). Identifikasi Kesulitan Belajar Fisika pada siswa RSBI: Studi kasus di RSMABI Se Kota Semarang. *Unnes Physics Education Jurnal*, **1**(2), 5-10.
  4. Pujianto, Supardianningsih, Chasanah, R., & Abadi, R. (2013). Fisika untuk SMA/MA Kelas X Kurikulum 2013. Intan Pariwara, Klaten.
  5. Rahayu, A. S., Serevina, V., & Raihanati, R. (2016). Pengembangan Set Praktikum Pembiasan Cahaya Untuk Pembelajaran Fisika di SMA. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, **5**, SNF2016-RND. DOI: <https://doi.org/10.21009/0305010201>.
  6. Pudak Scientific. (2017). Kit Optika Geometris. Buku Katalog Produk-POK 200. Diakses pada tanggal 23 Maret 2020, URL: <https://www.pudak-scientific.com/>.
  7. Sukamto, I., Rosidin, U., Suyatna, A., & Maharta, N. (2012). Pengembangan Media Pembelajaran Ala-Alat Optik Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, **1**(1), 92-103.
  8. Fitriyah, F., Sumpono, I., & Subali, B. (2018). Desain Alat Praktikum Pembiasan Cahaya untuk Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, **4**(2), 169-180.
  9. Oktafiani, P. Subali, B. dan Sari, D. A.P. (2017). Pengembangan alat peraga kit optik serbaguna (AP-KOS) untuk meningkatkan keterampilan proses sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, **3**(2), 189-200.
  10. Hahn, W. V. T. (2016). A Low-Cost Apparatus for Laboratory Exercises and Classroom Demonstrations of Geometric Optics. University Honor Thesis, Paper 338. Portland State University.
  11. Ramos-Ortiz, G., Maldonado, J L., Villagr-Muniz, M., & Ramirez-Maldonado, Z. (2000). Forty simple experiments with an He-Ne laser for High School Students. *Proceedings of Sixth International Conference on Education and Training in Optics and Photonics, SPIE*, 3831. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.388739>.
  12. Latip, A. & Permanasari, A. (2015). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Berbasis Literasi Sains Untuk Siswa SMP Pada Tema Teknologi. *Edusains*, **7**(5), 160-171.
  13. Wong, S. S. L., & Mak, S.-E.. (2008). Investigative studies of refractive indices of liquids and a demonstration of refraction by the use of a laser pointer and a lazy. *Physics Education*, **40**(2), 198-202.
  14. Halliday, D., R. Resnick, J. Walker. (2011). *Fundamentals of Physics 9 Ed.* John Wiley & Sons, Inc, USA.
  15. Nurwulandari, N. (2018). Pembelajaran Fisika Berbasis Literasi Sains terhadap Penguasaan Konsep Mahasiswa pada pokok bahasan Energi. *Jurnal Pendidikan: Riset dan Konseptual*, **2**(2), 205-213.
  16. Parmitasari, P, & Hidayanto, E. (2013). Analisis Korelasi Indeks Bias Dengan Konsentrasi Sukrosa Beberapa Jenis Madu Menggunakan Portable Brix Meter. *Youngster Physics Journal*, **1**(5), 191-198.



Artikel ini menggunakan lisensi [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)