



Analisis Penguasaan Konsep Siswa SMP pada Materi Cahaya dan Alat Optik

A Rahmawati*, S Kusairi dan M Diantoro

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5, Malang, 65145, Indonesia

*E-mail: anirahmawati.smpis@gmail.com

Received
21 January 2021

Revised
24 February 2021

Accepted for Publication
25 February 2021

Published
30 June 2021



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Abstract

The conceptual mastery is an important factor in learning. Light and optic are one of the science concepts that are often encountered in the application of everyday life and have been known since the beginning of student development, but students' mastery of concepts is still low [1], [2]. This study aims to describe the conceptual mastery of junior high school students on light and optic. The method used is descriptive analysis. The number of samples was 136 grade IX students consisting of 30 students from the excellence class and 106 students from the regular class. The research instrument used consisted of 20 multiple choice questions. The questions have been validated and reliability has been tested in the medium category (Cronbach's Alpha: 0.60). The data obtained were analyzed using descriptive analysis. The conceptual mastery student's on light and optic obtained an average value of 63.26 indicating a good category. The results of the analysis of the average value of the conceptual mastery student's in the excellence class were 76.83 which was in the good category and 59.43 in the regular class was in the enough category. The results of the analysis show that there are still students who have difficulty conceptual mastery on light and optic. Teachers can use the results of this study to develop further research by providing treatment or remediation, so that they can anticipate and correct misconceptions or difficulties experienced by students.

Keywords: mastery of concepts, junior high school student, light and optic

Abstrak

Penguasaan konsep merupakan faktor penting dalam pembelajaran. Cahaya dan alat optik merupakan salah satu konsep IPA yang sering dijumpai dalam penerapan kehidupan sehari-hari dan dikenal sejak awal perkembangan siswa tetapi penguasaan konsep siswa masih rendah [1], [2]. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan penguasaan konsep siswa SMP pada materi cahaya dan alat optik. Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif. Jumlah sampel yaitu 136 siswa SMP kelas IX yang terdiri dari 30 siswa kelas unggulan dan 106 siswa kelas reguler. Instrumen penelitian yang digunakan terdiri dari 20 soal pilihan ganda. Soal telah divalidasi dan telah diuji reliabilitasnya dalam kategori sedang (Cronbach's Alpha: 0,60). Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif. Penguasaan konsep siswa materi cahaya dan alat optik diperoleh nilai rerata sebesar 63,26 menunjukkan kategori baik. Hasil analisis nilai rerata penguasaan konsep siswa pada kelas unggulan sebesar 76,83 termasuk kategori baik dan kelas reguler 59,43 termasuk kategori cukup. Hasil analisis menunjukkan bahwa masih terdapat siswa yang mengalami kesulitan dalam menguasai konsep cahaya dan alat optik. Pendidik dapat menggunakan hasil penelitian ini untuk mengembangkan penelitian berikutnya dengan memberikan perlakuan atau remediasi, sehingga dapat mengantisipasi dan memperbaiki kesalahan konsep atau kesulitan-kesulitan yang dialami oleh siswa.

Kata Kunci: Penguasaan konsep, Siswa SMP, Cahaya dan alat optik

1. Pendahuluan

Salah satu aspek penting dari tujuan pembelajaran IPA di sekolah adalah agar siswa memahami bahan kajian (konsep, prinsip, hukum, teori) secara bermakna untuk menjelaskan fenomena dalam kehidupan

sehari-hari [2]. Tujuan pembelajaran telah dikembangkan hingga mencakup aspek lain yaitu sikap dan keterampilan berpikir ilmiah, tetapi penguasaan konsep tetap menjadi perhatian utama para pendidik IPA. Penguasaan konsep menjadi perhatian utama karena merupakan indikator bahwa siswa telah memahami dengan baik konsep yang telah diajarkan sehingga dapat digunakan siswa untuk memecahkan masalah [3], [4]. Penguasaan konsep merupakan dasar bagi siswa untuk membangun wawasan dan menunjukkan hasil pembelajaran [5]. Uraian sebelumnya menegaskan betapa pentingnya penguasaan konsep siswa dalam pembelajaran.

Cahaya dan alat optik merupakan salah satu konsep IPA yang sering dijumpai dalam penerapan kehidupan sehari-hari dan dikenal sejak awal perkembangan siswa tetapi penguasaan konsep siswa masih rendah [1], [2]. Pada jenjang SD siswa menganggap bahwa cahaya adalah sebuah sumber cahaya yang memberikan efek misalnya terang [6]. Pada jenjang SMP siswa berpikir bahwasannya cahaya tertinggal di cermin saat terjadi pemantulan dan lensa harus utuh agar dapat membentuk bayangan [7]. Pada jenjang SMA siswa mengalami kendala menggunakan diagram sinar untuk menentukan letak bayangan benda yang berada di dalam air [1]. Pada perguruan tinggi mahasiswa mengalami kesulitan memahami konsep dasar optika geometri [2]. Oleh karena itu, penguasaan konsep dasar pada topik cahaya dan alat optik perlu dikembangkan sejak awal guna menunjang penguasaan konsep pada jenjang selanjutnya.

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep materi alat optik [6], [8]–[10]. Sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam memahami sifat cahaya yang merambat lurus dalam suatu medium tertentu kemudian memantul jika mengenai media pantul cermin [11]–[14] atau menjumpai medium bias seperti lensa [15], [16]. Kesulitan materi optik geometri didasarkan oleh beberapa kesalahan seperti formasi gambar pada lensa dan cermin [2], [17]. Siswa yang mengalami kesulitan memahami materi optik menunjukkan bahwa penguasaan konsep siswa masih rendah [18].

Berbagai upaya untuk meningkatkan penguasaan konsep siswa telah dilakukan, dari aspek model pembelajaran, pengembangan media atau bahan ajar pembelajaran, dan penilaian dalam pembelajaran. Beberapa inovasi penelitian dilakukan untuk meningkatkan penguasaan konsep siswa dengan melakukan berbagai model pembelajaran [19]–[21]. Upaya peningkatan penguasaan konsep siswa juga dilakukan melalui pengembangan bahan ajar [22]–[26] dan pengembangan penilaian dalam pembelajaran [27], [28].

Berdasarkan temuan penelitian-penelitian yang telah diuraikan, masih diperlukan penelitian yang berfokus pada penguasaan konsep siswa. Hadirnya penelitian ini untuk membantu mengetahui bagaimana penguasaan konsep siswa tingkat sekolah menengah dan kesulitan yang dialami siswa. Dengan demikian dapat diukur penguasaan konsep siswa pada materi cahaya dan alat optik sebagai informasi awal untuk mendukung penelitian IPA materi cahaya dan alat optik.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode survei yang dianalisis menggunakan analisis deskriptif. Penelitian ini dilakukan pada level Sekolah Menengah Pertama (SMP). Metode pemilihan sampel menggunakan *cluster random sampling* yaitu siswa kelas IX SMP satu sekolah yang terdiri dari 1 kelas unggulan sebanyak 30 siswa dan 4 kelas reguler sejumlah 106 siswa. Terdapat dua jenis kelas pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penguasaan konsep materi cahaya dan alat optik pada masing-masing jenis kelas. Semua responden telah mempelajari materi cahaya dan alat optik pada saat kelas VIII.

Pengumpulan data dilakukan melalui tes dengan mengerjakan soal cahaya dan alat optik. Soal tes berjumlah 20 nomor pilihan ganda pada materi cahaya dan alat optik yang sebelumnya telah divalidasi ahli dan telah diuji reliabilitasnya dalam kategori sedang (*Cronbach's Alpha*: 0,60). Distribusi soal penguasaan konsep cahaya dan alat optik tersebar pada bahasan sebagai berikut.

Tabel 1. Distribusi Soal Penguasaan Konsep Materi Cahaya dan Alat Optik

No	Bahasan	Nomor Soal
1	Sifat-sifat cahaya	1,2,
2	Pembentukan bayangan pada cermin datar	3,4,5,6
3	Pembentukan bayangan pada cermin cekung	7,8
4	Pembentukan bayangan pada cermin cembung	9,10
5	Pembentukan bayangan pada lensa cekung	11

6	Pembentukan bayangan pada lensa cembung	12,13
7	Proses penglihatan pada mata	14,15,16
8	Prinsip kerja alat optik	17,18
9	Gangguan penglihatan pada mata	19,20

Rentang nilai siswa adalah 0 – 100, sehingga setiap nomor soal memiliki bobot nilai benar 5 dan nilai salah 0. Analisis data yang dilakukan yaitu nilai rata-rata penguasaan konsep siswa keseluruhan, siswa pada kelas unggulan dan kelas reguler. Selanjutnya empat nomor yang memiliki persentase penguasaan konsep terendah dianalisis sesuai kesulitan siswa. Penguasaan konsep siswa dianalisis pada setiap bahasan kemudian dikategorikan berdasarkan kriteria Arikunto [34] seperti Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Penguasaan Konsep Siswa

Skor Penguasaan Konsep	Kategori
0 – 20	Sangat Kurang
21 – 40	Kurang
41 – 60	Cukup
61 – 80	Baik
81 – 100	Sangat Baik

3. Hasil dan Pembahasan

Penguasaan konsep siswa yang diperoleh pada penelitian ini berupa nilai rerata serta kesulitan-kesulitan yang dialami siswa. Secara keseluruhan nilai penguasaan konsep siswa pada materi cahaya dan alat optik ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Penguasaan Konsep secara Keseluruhan, Kelas Unggulan, dan Kelas Reguler

Kelas	N	Nilai Rata-rata	Nilai Maksimum	Nilai Minimum	Standar Deviasi
Keseluruhan	136	63,27	95	30	15,22
Kelas Unggulan	30	76,83	95	55	10,95
Kelas Reguler	106	59,43	90	30	14,05

Hasil survei dari sampel 136 siswa dalam mengerjakan 20 soal penguasaan konsep, Pertama diperoleh nilai rata-rata 63,27. Berdasarkan kategori pada Tabel 2, penguasaan konsep siswa pada materi cahaya dan alat optik tergolong baik. Kedua, hasil analisis penguasaan konsep pada kelas unggulan nilai rata-rata sebesar 76,83 termasuk kategori baik dan kelas reguler 59,43 termasuk kategori cukup. Ketiga, persentase jawaban benar pada setiap butir soal pada kelas unggulan dan reguler diperoleh hasil sesuai Tabel 4 berikut.

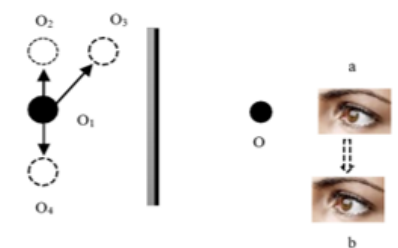
Tabel 4. Persentase Jawaban Benar Kelas Unggulan dan Reguler

Bahasan	Nomor Soal	Persentase jawaban benar (%)	
		Unggulan (U)	Reguler (R)
Sifat-sifat cahaya	1	90,00 %	85,85 %
	2	50,00 %	58,49 %
Pembentukan bayangan pada cermin datar	3	86,67 %	79,25 %
	4	86,67 %	66,98 %
	5	46,67 %	36,79 %
	6	86,67 %	61,32 %
Pembentukan bayangan pada cermin cekung	7	96,67 %	80,19 %
	8	50,00 %	13,12 %
Pembentukan bayangan pada cermin cembung	9	80,00 %	89,62 %
	10	76,67 %	29,25 %
Pembentukan bayangan pada lensa cekung	11	73,33 %	80,19 %
Pembentukan bayangan pada lensa cembung	12	56,67 %	32,08 %
	13	93,33 %	53,77 %
	14	86,67 %	77,36 %
Proses penglihatan pada mata	15	73,33 %	48,11 %
	16	73,33 %	51,89 %

Prinsip kerja alat optik	17	73,33 %	44,34 %
	18	90,00 %	74,53 %
Gangguan penglihatan pada mata	19	100,00 %	77,36 %
	20	66,67 %	48,11 %

Dari hasil yang telah dipaparkan, selanjutnya peneliti membahas secara rinci setiap butir soal dengan menampilkan respon siswa pada setiap butir jawaban. Peneliti menemukan empat soal yang memiliki persentase rendah, keempat soal tersebut pada tingkat kognitif C4. Siswa memiliki persentase rendah secara berurutan yaitu pada soal nomor 5, 8, 10, dan 12. Paparan respon siswa pada soal nomor 1 ditunjukkan pada Gambar 1.

Sebuah objek O ditempatkan di depan cermin datar seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Jika diamati dari posisi a, bayangan tampak di O_1 seperti yang ditunjukkan pada gambar. Jika pengamat bergerak dari posisi a ke posisi b sambil tetap mengamati bayangan tersebut, di manakah letak posisi bayangan yang teramati setelah pengamat sampai di posisi b?

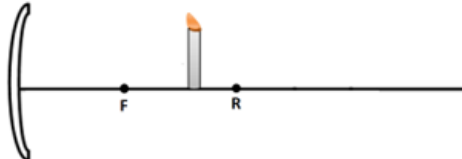
A. O_1 * (U= 46,67%; R= 36,79%)
 B. O_2 (U= 23,33%; R= 33,02%)
 C. O_3 (U= 6,67%; R= 8,49%)
 D. O_4 (U= 20,00%; R= 21,70%)

Gambar 1. Persentase respon siswa pada masing-masing pilihan jawaban nomor 5

Pada soal nomor 5, siswa kelas unggulan sudah mampu memprediksi proses pembentukan bayangan pada cermin datar, sedangkan siswa kelas reguler respon siswa lebih rendah. Respon siswa secara umum banyak pada pilihan A, B, dan D. Sebagian besar siswa kelas unggulan dan siswa kelas reguler memilih jawaban A (kunci), namun banyak juga siswa yang masih memilih pilihan jawaban B atau D. Siswa sebesar 33,02% memilih jawaban B, berdasarkan wawancara terhadap guru yang mengajar, diperoleh informasi bahwa siswa berpendapat bahwasannya mata biasa melihat benda secara lurus. Sementara itu, siswa yang memilih jawaban D berpendapat bahwa posisi bayangan pada cermin datar bergantung pada posisi pengamat. Penelitian lain juga terdapat temuan bahwa posisi bayangan pada cermin datar bergantung pada posisi pengamat [29].

Pembahasan kedua berkaitan dengan pembentukan bayangan pada cermin cekung, respon siswa soal nomor 8 ditunjukkan Gambar 2.

Sistem optik terdiri dari lilin, cermin cekung, dan layar. Lilin diletakkan di depan cermin cekung di antara F dan R, sehingga terbentuk bayangan nyata pada layar di antara R dan ruang tak terhingga di depan cermin. Apabila layar diambil, maka yang terjadi adalah....



A. Tidak terbentuk bayangan (U= 40,00%; R= 51,89%)
 B. Bayangan tampak di antara O dan F (U= 3,33%; R= 16,04%)
 C. Bayangan tampak di belakang cermin (U= 6,67%; R= 18,87%)
 D. Bayangan tetap terbentuk di tempat semula * (U= 50,00%; R= 13,21%)

Gambar 2. Persentase respon siswa pada masing-masing pilihan jawaban nomor 8

Pada soal nomor 8, terdapat 50% siswa kelas unggulan sudah mampu menganalisis pembentukan bayangan pada cermin cekung dan menguasai konsep terkait sifat-sifat bayangan nyata, sedangkan siswa kelas reguler respon siswa sangat rendah. Siswa sejumlah 51,89% masih memilih pilihan jawaban A. Berdasarkan wawancara terhadap siswa yang menjawab A, diperoleh informasi bahwa siswa sudah bisa menganalisis pembentukan bayangan pada cermin cekung, tetapi sebagian besar siswa masih memiliki pemahaman yang salah tentang sifat bayangan nyata, yaitu hanya dapat diamati dengan bantuan layar. Temuan ini juga terdapat pada penelitian [2], [7] yaitu sebagian besar siswa memiliki pemahaman yang salah tentang sifat bayangan nyata, yaitu bayangan nyata hanya dapat diamati dengan menggunakan layar. Penelitian [15] juga mengemukakan fungsi layar dalam proses pembentukan dan pengamatan bayangan.

Berikut paparan respon siswa pada bahasan pembentukan bayangan pada cermin cembung (nomor soal 10) ditunjukkan Gambar 3.

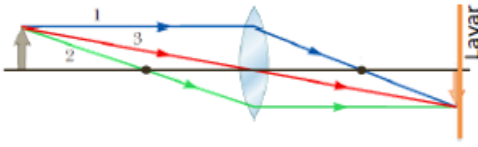
Doni sedang melakukan percobaan menggunakan cermin cembung yang memiliki jarak fokus 12 cm. Benda diletakkan di depan cermin pada jarak 4 cm. Jika perbesaran yang diinginkan $\frac{1}{4}$ kali semula, langkah yang harus dilakukan adalah menggeser benda

A. 3 cm mendekati cermin (U= 6,67%; R= 14,15%)
 B. 3 cm menjauhi cermin (U= 3,33%; R= 17,92%)
 C. 32 cm menjauhi cermin * (U=76,67%; R= 29,25%)
 D. 56 cm mendekati cermin (U=13,33%; R= 37,74%)

Gambar 3. Persentase respon siswa pada masing-masing pilihan jawaban nomor 10

Pada soal nomor 10, siswa kelas unggulan mampu menganalisis pembentukan bayangan pada cermin cembung dengan menerapkannya secara matematis. Sedangkan siswa reguler respon siswa sangat rendah, Respon siswa reguler paling besar memilih jawaban D. Berdasarkan diskusi kelas yang dilakukan oleh guru dan siswa, diperoleh informasi bahwa siswa menjawab salah karena pada soal ini siswa harus menentukan jarak bayangan, perbesaran mula-mula, jarak benda yang harus dilakukan sesuai perbesaran yang dikehendaki, sehingga permasalahan yang dialami siswa sangat kompleks. Aspek yang dapat mempengaruhi kurangnya penguasaan konsep siswa adalah kurangnya kemampuan siswa dalam matematika. Aspek yang dapat mempengaruhi kurangnya penguasaan konsep siswa adalah kurangnya kemampuan siswa dalam matematika. Kesulitan ini juga ditemukan oleh peneliti lain bahwa ada pengaruh antara kemampuan dasar matematika dengan fisika [30]. Hasil penelitian serupa menyimpulkan bahwa konsep dasar matematika memiliki hubungan yang signifikan dengan kemampuan memecahkan masalah fisika melalui formulasi hukum-hukum fisika [31], [32]. Selain itu, kesulitan siswa pada soal nomor 10 sama dengan hasil temuan penelitian pada pembentukan bayangan pada cermin cembung siswa tidak mengikutkan aturan tanda negatif (-) untuk fokus cermin cembung, sehingga penentuan jarak bayangan tidak tepat [21].

Amma menempatkan lilin yang menyala di depan lensa positif sehingga pada layar yang ditempatkan di belakang lensa terbentuk bayangan nyata lilin yang tajam dan terbalik.



Jika lebih dari separuh bagian bawah lensa kemudian ditutup dengan karton sehingga sinar 2 dan 3 tidak dapat masuk ke lensa, maka yang teramati di layar adalah....

- Masih terdapat bayangan, tetapi ujung bawahnya terpotong (U= 6,67%; R= 8,49%)
- Masih terdapat bayangan, tetapi hanya bagian ujung saja yang tampak (U=10,00%; R= 17,92%)
- Bayangan tetap utuh tetapi lebih redup daripada sebelum lensa ditutup * (U= 56,67%; R= 32,08%)
- Tidak lagi terdapat bayangan, hanya terdapat berkas yang bentuknya tidak teratur (U=23,33%; R= 41,51%)

Gambar 4. Persentase respon siswa pada masing-masing pilihan jawaban nomor 12

Pada soal nomor 12, kelas unggulan 56,67% siswa menjawab dengan benar dan kelas reguler 32,08% siswa menjawab dengan benar. Respon siswa reguler banyak memilih jawaban D. Jawaban siswa yang salah memiliki alasan bahwa bayangan hanya dihasilkan oleh sinar-sinar istimewa, sedangkan sinar-sinar yang lain tidak berkontribusi dalam pembentukan bayangan. Kesulitan tentang sifat-sifat cahaya yang berperan dalam pembentukan bayangan hanya sinar istimewa saja juga ditemukan pada penelitian yang lain [6]. Demikian pula temuan penelitian tentang remediasi materi optik geometri mengemukakan bahwa sebagian responden berpikir apabila jika ada dua sinar istimewa tidak dapat menembus lensa maka tidak mungkin terbentuk bayangan. Berdasarkan pemikiran tersebut sehingga responden menyimpulkan bahwa selain sinar-sinar istimewa maka tidak ada sinar lain yang berkontribusi dalam pembentukan bayangan, bahkan tidak bisa menghasilkan bayangan [2].

Penemuan pada penelitian ini menunjukkan bahwa penguasaan konsep siswa pada materi cahaya dan alat optik siswa keseluruhan nilai rata-rata 63,27 dalam kategori baik. Hasil penelitian menunjukkan penguasaan konsep siswa relatif lebih tinggi dibandingkan penelitian yang menunjukkan bahwa penguasaan konsep siswa pada materi optik masih rendah [18], [33]. Nilai rata-rata pada kelas unggulan 76,86 termasuk kategori baik dan kelas reguler 59,43 termasuk kategori cukup. Penguasaan konsep materi cahaya dan alat optik pada kelas reguler masih dalam kategori cukup karena kesulitan siswa yang dialami yaitu, siswa berpendapat bahwa posisi bayangan yang dibentuk cermin datar bergantung pada posisi pengamat dan sebagian besar siswa masih memiliki pemahaman yang salah tentang sifat bayangan nyata. Pada temuan penelitian yang lain menunjukkan bahwa siswa mengalami miskonsepsi sifat bayangan pada cermin datar, posisi bayangan yang dibentuk cermin datar bergantung pada posisi pengamat [2]. Selain itu, temuan adanya kesulitan siswa yaitu mengidentifikasi sifat bayangan nyata hanya dapat diamati dengan bantuan layar dan lensa harus utuh agar dapat membentuk bayangan [7].

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini memperoleh kesimpulan bahwa penguasaan konsep siswa pada materi cahaya dan alat optik secara keseluruhan dalam kategori baik dengan nilai rata-rata sebesar 63,27 pada skala 0 – 100. Hasil analisis menunjukkan bahwa masih terdapat siswa memiliki kesalahan konsep, sehingga siswa mengalami kesulitan dalam menguasai konsep cahaya dan alat optik. Melalui pemahaman guru terhadap kemungkinan kesalahan siswa, diharapkan guru mampu memperbaiki pembelajaran IPA. Guru dapat menggunakan hasil penelitian ini untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan memberikan perlakuan atau remediasi, sehingga dapat segera mengantisipasi dan membenahi kesalahan konsep atau kesulitan-kesulitan yang dialami oleh siswa. Pendidik dapat menggunakan hasil penelitian ini untuk mengembangkan penelitian berikutnya dengan memberikan perlakuan atau remediasi, sehingga dapat mengantisipasi dan memperbaiki kesalahan konsep atau kesulitan-kesulitan yang dialami oleh siswa.

Daftar Rujukan

- [1] K. Kaewkhong, A. Mazzolini, N. Emarat, and K. Arayathanitkul, "Thai high-school students' misconceptions about and models of light refraction through a planar surface," *Phys. Educ.*, vol. 45, no. 1, pp. 97–107, Jan. 2010, doi: 10.1088/0031-9120/45/1/012.
- [2] Sutopo, "Miskonsepsi pada Optika Geometri dan Remediasinya," *J. Teach. Qual. Improv. Programs*, vol. 5, no. 2, pp. 356–368, 2014.
- [3] D. . Krathwohl and Anderson L.W, "Merlin C. Wittrock and the Revision of Bloom's Taxonomy," *Educ. Psychol.*, vol. 45, no. 1, pp. 64–65, Jan. 2010, doi: 10.1080/00461520903433562.
- [4] Alfika Z.A and T. Mayasari, "Profil Kemampuan Memecahkan Masalah Pelajaran Fisika Siswa MTs," 2018.
- [5] D. W. Johnson and R. T. Johnson, "2 Cooperative Learning and Social Interdependence Theory," 1998.
- [6] F. Ouattara and B. Boudaoné, "Teaching and learning in geometrical optics in Burkina Faso third form classes: Presentation and analysis of class observations data and students' performance," *Br. J. Sci.*, vol. 5, no. 1, 2012.
- [7] W. . Sheftyawan, P. T., and A. . Lesmono, "Identifikasi Miskonsepsi Siswa Menggunakan Four-Tier Diagnostic Test pada Materi Optik Geometri," 2018.
- [8] P. C. Lanchester, "Studies of the reflection, refraction and internal reflection of light," *Phys. Educ.*, vol. 49, no. 5, pp. 532–536, Sep. 2014, doi: 10.1088/0031-9120/49/5/532.
- [9] H.-E. Chu and D. F. Treagust, "Secondary Students' Stable and Unstable Optics Conceptions Using Contextualized Questions," *J. Sci. Educ. Technol.*, vol. 23, no. 2, pp. 238–251, 2014, doi: 10.1007/s10956-013-9472-6.
- [10] Z. Hadzibegovic and M. Klokic, "Optical phenomena in the atmosphere: Questionnaire results of high school students' knowledge and understanding," 2016, p. 310003, doi: 10.1063/1.4944313.
- [11] B. Andersson and F. Bach, "On designing and evaluating teaching sequences taking geometrical optics as an example," *Sci. Educ.*, vol. 89, no. 2, pp. 196–218, 2005, doi: 10.1002/sce.20044.
- [12] P. Hubber, "Year 12 students' mental models of the nature of light," *Res Sci Educ*, vol. 36, 2006, doi: 10.1007/s11165-006-9013-x.
- [13] C. Solomonidou and D. Kolokotronis, "The role of constructivist educational software on students' learning regarding mechanical interaction," *Educ Inf Technol*, vol. 13, 2008, doi: 10.1007/s10639-008-9058-8.
- [14] H. S. Ayyvaci, M. Yildiz, and H. Bakirci, "An evaluation of the instruction carried out with printed laboratory materials designed in accordance with 5E model: Reflection of light and image on a plane mirror," *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.*, vol. 11, no. 6, pp. 1677–1695, 2015, doi: 10.12973/eurasia.2015.1496a.
- [15] D. Kaltakci-Gurel, A. Eryilmaz, and L. C. McDermott, "Identifying pre-service physics teachers' misconceptions and conceptual difficulties about geometrical optics," *Eur. J. Phys.*, vol. 37, no. 4, p. 045705, Jul. 2016, doi: 10.1088/0143-0807/37/4/045705.
- [16] S. Grusche, "Developing students' ideas about lens imaging: teaching experiments with an image-based approach," *Phys. Educ.*, vol. 52, no. 4, p. 044002, Jul. 2017, doi: 10.1088/1361-6552/aa6d27.
- [17] I. Diah Kurniawati and dan Sekreningsih Nita, "Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa," 2018. [Online]. Available: <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/doubleclick>.
- [18] Q. Ainiyah, L. Yuliati, dan P. Parno, A. X. Penguasaan Konsep dan Kesulitan Belajar Materi Alat-Alat Optik pada Siswa Kelas MAN Tuban, *J. Riset Pendidikan*, and A. X. Penguasaan Konsep dan Kesulitan Belajar Materi Alat-Alat Optik pada Siswa Kelas MAN Tuban Q Ainiyah, "JRPF (Jurnal Riset Pendidikan Fisika)," *J. Ris. Pendidik. Fis.*, vol. 5, no. 1, pp. 24–29, 2020, [Online]. Available: <http://journal2.um.ac.id/index.php/jrpf/>.
- [19] M. Y. . Suranti, G. Gunawan, and H. Sahidu, "Pengaruh Model Project Based Learning Berbantuan Media Virtual Terhadap Penguasaan Konsep Peserta didik pada Materi Alat-alat Optik," 2016.

- [20] Z. Ansori, W. Wartono, and S. Sutopo, "Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Materi Optika Geometri," *J. Pendidik. Teor. Penelitian, dan Pengemb.*, 2018.
- [21] H. Haeroni, S. Susilawati, and S. Rahayu, "Remediasi Miskonsepsi Peserta Didik Pada Materi Optik Dengan Teknik CRI Modifikasi Melalui Model Learning Cycle 5E," *J. Pendidik. Fis. dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, p. 83, May 2019, doi: 10.29303/jpft.v5i1.835.
- [22] R. D. H. Rifqie Ardiansyah, Sri Wahyuni, "Pengembangan Bahan Ajar berbasis Science, Environment, Technology, Society (SETS) Dalam Pembelajaran Fisika Bab Alat Optik di SMA," *J. Pendidik. Fis.*, 2012.
- [23] R. D. Handayani, "Pengembangan Bahan Ajar Elektronik berbasis Mobile-Learning pada Mata Kuliah Optik di FKIP Universitas Jember," *Ta'dib*, 2016, doi: 10.31958/jt.v17i1.262.
- [24] M. Auliya and K. Kosim, "Pengembangan Modul Fisika Materi Optik dengan Pendekatan Saintifik Berbasis Fenomena Alam untuk Meningkatkan Efektivitas Belajar Siswa SMA," *J. PIJAR MIPA*, 2017, doi: 10.29303/jpm.v12i2.344.
- [25] I. Sriwahyuni, E. Risdianto, and H. Johan, "Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Menggunakan Flip PDF Professional pada Materi Alat-Alat Optik di SMA," *J. Kumparan Fis.*, 2019, doi: 10.33369/jkf.2.3.145-152.
- [26] W. Oktaviani and S. Gunawan, "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kontekstual Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa," 2017.
- [27] P. Yoanita *et al.*, "Unnes Science Education Journal Pengembangan E-Diagnostic Test untuk Identifikasi Tingkat Pemahaman Konsep Siswa Smp Pada Tema Optik Dan Penglihatan Info Artikel _____ Sejarah Artikel," 2015, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/usej>.
- [28] Marsandi, S. Kusairi, and H. Suwono, "Pengembangan Asesmen Formatif pada Materi Indra Penglihatan dan Alat Optik," 2016.
- [29] A. Syarif, D. T, and Hamdani, "Remediasi Miskonsepsi Cermin Datar Menggunakan Learning Cycle 5E Berbantuan LKS Concept Cartoons Di SMA," *J. Pendidik. dan Pembelajaran*, vol. 5, no. 6, p. 6, 2016.
- [30] I. H. Wenno, "The Correlation Study of Interest at Physics and Knowledge of Mathematics Basic Concepts towards the Ability to Solve Physics Problems of 7th Grade Students at Junior High School in Ambon Maluku Province, Indonesia," *Educ. Res. Int.*, vol. 2015, pp. 1–6, 2015, doi: 10.1155/2015/396750.
- [31] C. T. Kereh, P. C. Tjiang, and J. Sabandar, "The Correlation Between Students' Mastery on Basic Mathematics and Their Mastery on Introductory Nuclear Physics," *J. Pendidik. Fis. Indones.*, vol. 10, no. 2, pp. 140–149, 2014, doi: 10.15294/jpfi.v10i2.3350.
- [32] A. Quale, "On the Role of Mathematics in Physics: A Constructivist Epistemic Perspective," *Sci. Educ.*, vol. 20, no. 7, pp. 609–624, 2011, doi: 10.1007/s11191-010-9257-8.
- [33] K. Niami and G. Kosim, "Model Problem Based Learning Berbantuan Simulasi Komputer Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Pada Materi Alat-Alat Optik," 2018.
- [34] S. Arikunto, "Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan". Jakarta: Bumi Aksara, 2009.