

DOI: doi.org/10.21009/03.SNF2019.01.PE.15

# DESAIN DIDAKTIS PADA MATERI OPTIKA GEOMETRI BERDASARKAN HAMBATAN BELAJAR SISWA SMA KELAS XI

Karsih<sup>1,a)</sup>, Agus Fany Chandra Wijaya<sup>1, b)</sup>, Parsaoran Siahaan<sup>1,c)</sup>,  
Heni Rusnayati<sup>1,d)</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154, Indonesia

Email: <sup>a)</sup> karsih.ss@student.upi.edu, <sup>b)</sup> agus.fany@gmail.com, <sup>c)</sup> parsoransiahaan@upi.edu, <sup>d)</sup> heni@upi.edu

## Abstrak

Studi pendahuluan yang dilakukan dengan menggunakan tes pada materi optika geometri teridentifikasi sebanyak 76% siswa mengalami hambatan tentang materi pemantulan cahaya pada cermin yaitu menentukan panjang fokus, jarak benda, jarak bayangan, perbesaran dan menggambar pembentukan bayangan dan sebanyak 99% siswa mengalami hambatan tentang materi pembiasan cahaya pada lensa yaitu menentukan jenis lensa, panjang fokus, kekuatan lensa dan pemecahan masalah dalam pembentukan bayangan. Hambatan belajar siswa dapat mempengaruhi hasil belajar siswa dan proses pembelajaran. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian untuk meminimalisir hambatan belajar siswa yaitu *Didactical Design Research* (DDR). Dalam merancang DDR dilakukan analisis hambatan epistemologi melalui tes dan ontogenik melalui angket. Tahapan penelitian DDR melalui tiga tahap analisis yaitu analisis situasi didaktis, analisis situasi metapedadidaktis dan analisis retrospektif. Desain yang telah dirancang diimplementasikan di kelas XI dalam pembelajaran Fisika. menghasilkan penurunan hambatan pada materi pemantulan cahaya menjadi 7.50% dan pada materi pembiasan cahaya menjadi 28.25%. Berdasarkan hal tersebut desain didaktis dari hasil penelitian ini mampu meminimalisir hambatan epistemologi siswa.

**Kata-kata kunci:** Desain didaktis, Hambatan belajar, Optika Geometri.

## Abstract

Based on the pre-study using test in optics geometric's topic identified as many as 76% of students have obstacle on reflection of light on mirror which are determining the focal length, the distance of objects, shadows, zoom and draw the formation of shadows with exceptional, and 99% of students have obstacle about content refraction of light on the lens which are determining the type of lens, the focal length of the lens, the strength and problem solving using the concepts of refraction of light. Learning obstacle can affect student's achievement and learning process. Due to this condition the researcher need to do didactical Design Research (DDR), which aims to reduce the learning obstacle. To get didactic design using DDR with epistemology obstacle's analysis by TKR and ontogenic obstacle's analysis by questionnaire. DDR's step consist of situation didactic analysis, metapedidactic analysis, and restrospective analysis. Designs that have been designed to implement in class XI in physics learning. The Didactic design can reduce the kearning obstacle on the reflectance of light becomes 7:50% and the refractionof light becomes 28.25%. Based on these didactic design of this study is able to reduce the epistemology obstacle

**Keywords:** *Didactical Design, Learning Obstacle, Geometric Optics*

## PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan suatu proses yang penting dalam kehidupan manusia untuk mempersiapkan dan melahirkan sumber daya manusia yang berkualitas. Oleh karena itu, pendidikan juga merupakan aspek penting dari suatu negara, jika pendidikan dalam suatu negara kualitasnya baik maka negara tersebut dapat berkembang dan bersaing secara global. Pentingnya pendidikan tercantum dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang pengertian dan tujuan pendidikan yaitu : Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara.

Fisika sebagai mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam, Fisika berasal dari kata physics artinya ilmu alam, yaitu ilmu yang mempelajari tentang alam. Fisika merupakan ilmu yang ruang lingkup kajiannya terbatas hanya pada empiris, yakni hal-hal yang terjangkau oleh pengamatan manusia. Fisika merupakan salah satu cabang IPA yang mendasari perkembangan teknologi maju dan konsep hidup harmonis dengan alam, meskipun demikian, masih banyak siswa yang menganggap bahwa fisika merupakan mata pelajaran yang sulit baik dalam penggunaan rumus dan memahami konsep fisika itu, sehingga pada pelaksanaannya siswa masih mengalami hambatan [1]. Brousseau berpendapat bahwa terdapat 3 faktor penyebab munculnya kesulitan belajar, yaitu hambatan ontogeni (terkait kesiapan mental belajar), hambatan didaktis (terkait pengajaran guru) dan hambatan epistemologi (terkait pengetahuan siswa yang memiliki konteks aplikasi yang terbatas) [2].

Studi pendahuluan dilakukan di salah satu sekolah menengah atas di Kota Bandung dengan menggunakan soal Tes Kemampuan Responden yang terdiri dari 3 butir soal uraian dan 1 lembar angket kesiapan belajar siswa pada materi optika geometri dengan jumlah 20 responden. Hasil dari angket menyatakan 15% dari 20 responden siap dalam pembelajaran dan 85% dari 20 siswa tidak siap dalam pembelajaran. Hasil dari wawancara dengan siswa pada kelas observasi menyatakan fisika sulit dikarenakan pada saat pembelajaran kurang menarik, terlalu banyak rumus, dan pembelajaran hanya berpusat pada sebagian orang saja dan tidak membaca materi terlebih dahulu sebelum pembelajaran. Hasil dari studi pendahuluan melalui angket tanggapan siswa terhadap materi optika geometri dihasilkan 61,5% menyatakan mengalami hambatan saat mengerjakan dan 46,2 % menyatakan penyebab hambatan dalam mengerjakan soal yaitu kebingungan menggunakan rumus sisanya 15,3% menyatakan karena tidak mengerti materi optika geometri. Berdasarkan hasil analisis TKR awal diperoleh data yang menyatakan 76% siswa mengalami hambatan epistemologi pada materi pemantulan cahaya pada cermin lengkung dan sebesar 99% siswa yang mengalami hambatan epistemologi pada materi pembiasan cahaya pada lensa tipis.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan diatas adalah dengan mengembangkan desain didaktis pada materi optik geometri berdasarkan hambatan belajar siswa SMA kelas XI. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui hambatan ontologis siswa, mengetahui hambatan epistemologi siswa dan merancang desain didaktis berdasarkan hambatan siswa yang diharapkan mampu mengurangi hambatan yang muncul sebelumnya.

## METODOLOGI

Penelitian ini bertujuan untuk merancang desain didaktis yang bertujuan untuk mengurangi hambatan belajar (*learning obstacle*) yang dialami siswa.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif kualitatif. Metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat postpositivisme, digunakan untuk meneliti kondisi objek yang alamiah [3]. Penelitian desain didaktis ini menekankan pada deskripsi mengenai hambatan-hambatan yang dialami oleh siswa selama pembelajaran dan menyusun desain didaktis untuk meminimalisir hambatan belajar tersebut.

Terdapat 5 hal yang menonjol dalam penelitian kualitatif [4], yaitu:

1. *The natural setting is the direct source of data, and the researcher is the key instrument in qualitative research*
2. *Qualitative data are collected in the form of words or pictures rather than numbers*
3. *Qualitative researchers are concerned with process as well as product.*
4. *Qualitative researchers tend to analyze their data inductively.*
5. *How people make sense out of their lives is a major concern to qualitative researchers.*

Instrumen yang digunakan sebagai alat untuk memperoleh data yaitu menggunakan Tes Kemampuan Responden (TKR) merupakan tes diagnostik, yang terdiri dari 3 butir soal uraian mencakup materi optika geometri. TKR ini bertujuan untuk mengetahui hambatan-hambatan belajar yang dianalisis dari hasil jawab siswa yang merupakan pola pikir dalam menjawab soal tersebut. Sebelum TKR yang digunakan dilakukan validasi terlebih dahulu melalui *judgment* guru, dosen pembimbing dan dosen ahli. Subjek penelitian ini yaitu siswa kelas XI di salah satu SMA Negeri di Kota Bandung. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan skala guttmman. Dalam proses pengembangannya, penelitian ini juga membandingkan dengan penelitian sebelumnya yang terkait [5-7]. Dengan tahapan penelitian yang digunakan merujuk pada Suryadi [8] sebagai berikut:

**TABEL 1.** Tahapan Penelitian

Tahap analisis situasi didaktis	metapedadidaktik	Retrospektif
Repersonalisasi	Hubungan guru-materi	Analisis TKR
Rekontekstualisasi	Hubungan guru-siswa	Revisi <i>Learning Trajectory</i>
Penyusunan TKR <i>Learning Trajectory</i>	Hubungan siswa-materi	Revisi desain didaktis

### HASIL DAN PEMBAHASAN

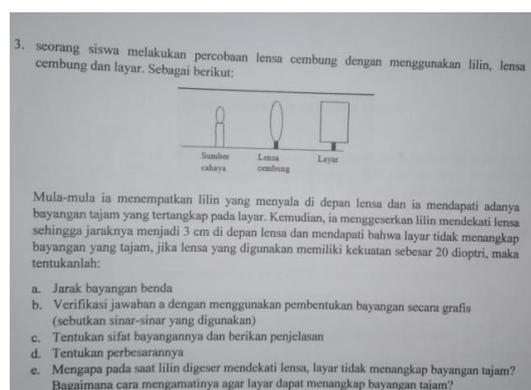
Penelitian ini dilakukan dengan 3 kali implementasi di 3 kelas yang berbeda. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat hambatan epistemologi (terkait pengetahuan) pada materi optika geometri terkait konsep essensial dari pemantulan cahaya dan pembiasan cahaya. Hasil tersebut diuraikan sebagai berikut:

**TABEL 2.** Hambatan epistemologi siswa untuk tiga pertemuan

Coding	Keterangan	TKR 0	TKR 1	TKR 2	TKR 3
1	Tidak dapat menjelaskan konsep pemantulan	20.00%	10.00%	5.56%	0.00%
	Tidak dapat membedakan cermin cekung dan cermin cembung	45.00%	3.33%	2.78%	0.00%
	Tidak mengetahui persamaan matematis menentukan jarak bayangan	65.00%	16.67%	2.78%	0.00%
	Tidak mengetahui hubungan jenis cermin dan nilai panjang fokus	100.00%	63.33%	8.33%	0.00%
	Tidak dapat menentukan tinggi bayangan dari hubungan M dan h	90.00%	63.33%	22.22%	0.00%
	Tidak dapat menganalisis sifat bayangan dari nilai s',M, h'	90.00%	70.00%	63.89%	5.71%
	Tidak dapat menggambar pembentukan bayangan secara grafis	100.00%	76.67%	86.11%	48.57%
	Tidak dapat menyebutkan penerapan dari cermin cembung	95.00%	10.00%	8.33%	5.71%

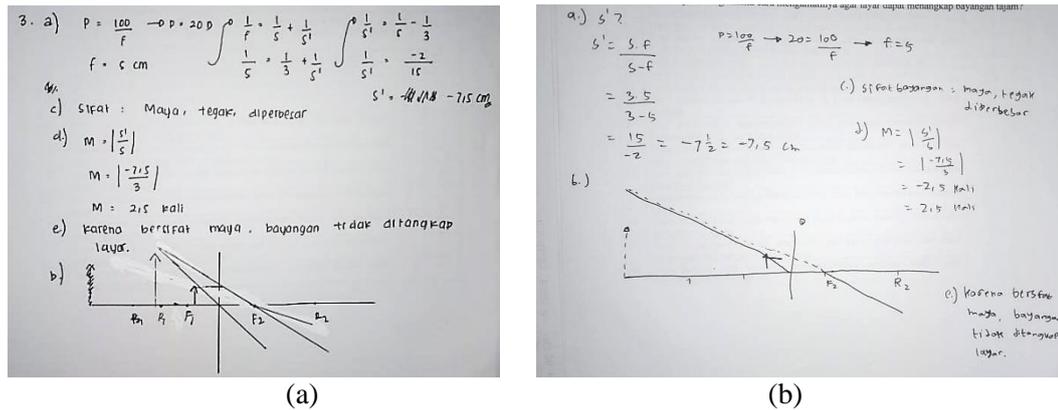
Coding	Keterangan	TKR 0	TKR 1	TKR 2	TKR 3
2	Tidak dapat menggambarkan lensa yang dimaksud dalam soal	95.00%	96.67%	88.89%	40.00%
	Tidak dapat menentukan persamaan matematis untuk menentukan panjang fokus lensa	100.00%	33.33%	5.56%	5.71%
	Tidak dapat menentukan jenis lensa berdasarkan nilai panjang fokusnya	90.00%	86.67%	61.11%	20.00%
	Tidak dapat menentukan panjang fokus lensa dari perbandingan indeks bias	100.00%	50.00%	19.44%	25.71%
	Tidak dapat menentukan jarak bayangan benda dari hubungan p dan s	100.00%	86.67%	13.89%	0.00%
	Tidak dapat menggambarkan pembentukan bayangan dengan menggunakan sinar-sinar istimewa	100.00%	96.67%	77.78%	51.43%
	Tidak dapat menyebutkan sifat bayangan dari hasil gambar pembentukan bayangan	100.00%	96.67%	77.78%	45.71%
	Tidak dapat menentukan perbesaran bayangan	100.00%	96.67%	11.11%	5.71%
	Tidak dapat memecahkan masalah pembentukan bayangan pada lensa	100.00%	86.67%	83.33%	60.00%

Tabel 2. menunjukkan hambatan belajar siswa, dengan 3 kali pengulangan. Hambatan yang masih besar (>50%) yaitu pada coding 3. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan 51.43% siswa tidak dapat menggambarkan pembentukan bayangan secara grafis pada soal pembiasan cahaya pada lensa cembung. sebesar 60.00% siswa mengalami hambatan belajar pada pembiasan cahaya pada lensa cembung dengan keterangan hambatan yaitu tidak dapat memecahkan masalah terkait pembentukan bayangan pada lensa, dalam hal ini siswa diminta menentukan 1 prosedur percobaan yang dirasa dapat memecahkan masalah agar bayangan pada percobaan pembiasan cahaya pada lensa cembung dapat diselesaikan atau siswa diminta untuk menjelaskan mengapa peristiwa bayangan yang tidak dapat terangkap pada layar dapat terjadi. Berikut disajikan soal dengan coding 3.



GAMBAR 1. Soal TKR

Gambar 1. diambil dari soal TKR nomer 3, sebagai gambaran menentukan hambatan epistemologi siswa.



GAMBAR 2. (a) contoh jawaban siswa 1, (b) contoh jawaban siswa 2

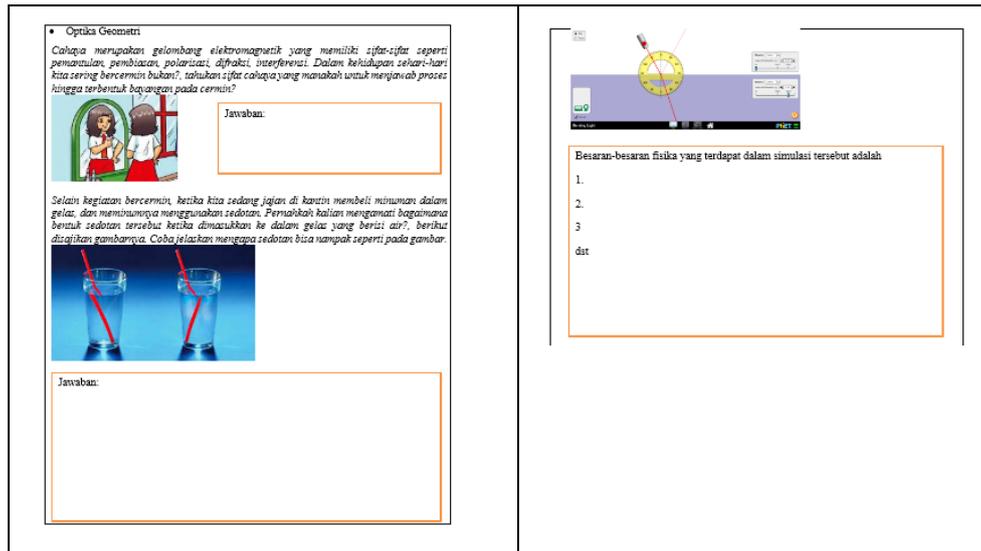
Gambar 2. diambil sebagai contoh hambatan yang muncul dan hambatan yang sudah terminimalisir pada soal nomor 3. Pada gambar 2 (b) dalam soal nomor 3 poin c diminta untuk menyebutkan sifat bayangan benda dan memberikan penjelasan, diharapkan siswa dapat menyebutkan sifat bayangan atas gambar pembentukan bayangan dengan menggunakan sinar-sinar istimewa. Asumsi ini didasarkan karena soal no 3 poin b atau poin sebelumnya siswa diminta untuk menggambarkan pembentukan bayangan dengan menggunakan sinar-sinar istimewa, sedangkan dalam jawaban tersebut siswa menggambarkan pembentukan bayangan tidak sampai pada titik pertemuan dari perpanjangan sinar-sinar istimewa yang digunakan yang merupakan kekeliruan. Sehingga, dengan menganalisis jawaban yang dituliskan oleh siswa menunjukkan masih adanya hambatan belajar yang dialami siswa terkait pembentukan bayangan secara grafis dan menentukan sifat bayangannya. Pada gambar 2 (a) siswa tidak dapat menjawab soal no 3 poin e, sehingga siswa dikatakan memiliki hambatan belajar siswa. Berdasarkan angket tanggapan siswa terkait pembelajaran materi optika geometri. Penyebab hambatan ini masih tergolong tinggi adalah jaranganya latihan soal dan bingung menggunakan rumus, selain karena latihan soal yang diberikan oleh guru adalah terbatas sehingga pengalaman siswa masih sangat sedikit.

**TABEL 3.** Hambatan ontogeni siswa untuk tiga pertemuan

Kategori Hambatan	P1	P2	P3
Rendah	46.67%	38.89%	45.71%
Tinggi	53.33%	61.11%	54.29%

Dari Tabel 3. Hambatan ontogeni yang merupakan hambatan terkait kesiapan mental siswa dalam pembelajaran. Setiap pertemuannya semakin meningkat persentase dalam kategori hambatannya rendah yaitu sebesar 46.67% , 38.89% dan 45.71%, dari implementasi 1 ke implementasi 3 kategori hambatan meningkat walaupun pada implementasi ke 2 terjadi penurunan persentase pada kategori hambatan rendah. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor internal diri siswa dan juga faktor eksternal. Contoh faktor internal siswa yaitu mental siswa atau masalah yang sedang dialami oleh siswa itu sendiri. Faktor eksternal yang dialami dapat disebabkan oleh pembelajaran yang dilakukan guru.

Berikut ini salah satu cuplikan dari desain didaktis pada topik pemantulan dan pembiasan cahaya pada cermin dan lensa, seperti gambar 1. Dalam gambar tersebut awal pembelajaran dilakukan dengan mengaitkan pembelajaran dengan aktivitas atau fenomena dalam kehidupan sehari-hari yang tidak asing dilakukan, selanjutnya siswa akan mengamati dan menganalisis fenomena tersebut untuk mendapatkan pengetahuan yang dibutuhkan dalam pembelajaran. Desain didaktis yang telah dirancang kemudian di implementasikan dalam pembelajaran, kemudian dilakukan tes kemampuan responden untuk mengetahui hambatan yang masih ada atau yang sudah menurun. Berikut penjelasan temuan pada setiap implementasi.



(a)

Implementasi 1	Implementasi 2	Implementasi 3
Persamaan matematis yang digunakan dalam konsep pembiasan dan pemantulan tidak dituliskan di papan tulis.	Persamaan matematis yang digunakan dalam konsep pembiasan dan pemantulan dituliskan di papan tulis.	Persamaan matematis yang digunakan dalam konsep pembiasan dan pemantulan dituliskan di papan tulis.
Pembelajaran dengan praktikum	Demonstrasi	Demonstrasi
Siswa diberikan LKS dan <i>form</i> pengamatan pembelajaran ( <i>form</i> rangkuman)	Siswa diberikan LKS dan Form pengamatan pembelajaran ( <i>form</i> rangkuman)	Siswa diberikan <i>form</i> pengamatan pembelajaran ( <i>form</i> rangkuman)
Pembentukan bayangan secara grafis hanya di tampilkan di power point	Pembentukan bayangan secara grafis dituliskan di papan tulis	Pembentukan bayangan secara grafis dituliskan di papan tulis
Pada saat diskusi latihan soal, dilakukan secara berkelompok dan tidak dikumpulkan	Pada saat diskusi latihan soal, dilakukan secara individu dalam kelompok dan tidak dikumpulkan	Pada saat diskusi latihan soal, dilakukan secara individu dalam kelompok kecil dan di kerjakan di papan tulis di jelaskan ke teman sekelas

(b)

Gambar 1. (a) Contoh cuplikan desain didaktis yang dikembangkan (b) contoh cuplikan desain tiap implemtasi

### Implementasi 1

Pada setiap implementasi mengajarkan materi optika geometri terkait sifat pemantulan cahaya pada cermin dan sifat pembiasan cahaya pada lensa. Secara umum pembelajaran yang diterapkan berpatokan terhadap RPP namun tidak sesuai alokasi waktu yang telah dirancang. Guru mengelompokkan siswa dalam kelas menjadi beberapa kelompok yang terdiri dari 6 orang untuk kelompok praktikum, harapannya agar siswa dapat mendiskusikan materi dan memunculkan ide-ide untuk memahami permasalahan yang ditampilkan dalam LKS. Saat siswa sedang berdiskusi, guru berkeliling dan memberikan *scaffolding* bagi yang memerlukan. Siswa tampak memerhatikan tetapi tidak terlalu aktif.

Di sisi lain, siswa lebih banyak bertanya kepada guru secara langsung untuk hal yang kurang dipahami. Proses ini cukup banyak memakan waktu sehingga pembelajaran tidak sesuai dengan alokasi waktu yang telah dirancang. Selain itu, hal ini berdampak pada waktu dalam pengerjaan soal

latihan yang menjadi kurang. Sehingga hambatan epistemologi yang muncul pada TKR 1 masih tergolong tinggi untuk beberapa hal.

### **Implementasi 2**

Pada implementasi yang ke dua ini dilakukan pembelajaran yang sama namun kelompok kecil yang dibuat digunakan sebagai kelompok diskusi soal saja, mengingat pada pertemuan sebelumnya dilakukan dengan praktikum tetapi banyak siswa yang terkendala karena belum bisa mengikuti prosedur percobaan. Sehingga pada pertemuan ini dilakukan dengan metode demonstrasi oleh guru yang dibantu oleh beberapa siswa.

Selain itu, karena waktu yang diperlukan dalam pembelajaran implementasi sebelumnya dirasa kurang, diharapkan dengan menggunakan metode demonstrasi ini dapat mencukupkan waktu yang dibutuhkan. Tetapi, siswa yang bertanya kepada guru secara langsung masih banyak sehingga waktu yang digunakan dalam pembelajaran dirasa masih kurang, walaupun waktu untuk latihan soal masih dirasa masih lebih banyak pada implementasi 2 ini. Sehingga, hambatan yang muncul pada TKR 2 sudah menurun tetapi ada di beberapa hal belum atau meningkat dapat dilihat pada tabel 2. Hal ini dapat disebabkan karena beberapa siswa yang masih pasif dan pembelajaran yang digunakan oleh guru.

### **Implementasi 3**

Pada implementasi ketiga ini, dilakukan dengan memberikan soal latihan terlebih dahulu 1 hari sebelum pembelajaran dimulai. Kemudian pembelajaran dilakukan secara umum berpatokan kepada RPP dan alokasi yang telah dirancang. Pembelajaran ini dilakukan dengan tidak membuat kelompok kecil tetapi berdiskusi dengan teman sebangku. Pembelajaran dilakukan dengan demonstrasi dan menggunakan *slide power point*. Selain itu, soal yang telah dikerjakan oleh siswa, diminta untuk diperiksa dan guru membuat soal latihan yang kemudian dikerjakan kembali oleh beberapa siswa di papan tulis kemudian diminta untuk menjelaskan kepada teman-teman kelasnya. Hasil dari TKR 3 ini juga dapat dilihat pada tabel 2.

## **SIMPULAN**

Dari uraian hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa hambatan epistemologi atau hambatan yang disebabkan oleh pengetahuan yang dimiliki oleh siswa pada materi optika geometri dapat diidentifikasi dengan menggunakan Tes Kemampuan Responden (TKR). Berdasarkan hasil analisis TKR yang dilakukan dengan tiga kali implementasi masih terdapat hambatan epistemologi yaitu pada soal coding 3 terkait materi pembiasan cahaya pada lensa cembung, menggambarkan pembentukan bayangan secara grafis. Hambatan ontogeni yang dimiliki siswa pada setiap implementasi meningkat namun masih di kategori yang rendah atau jumlahnya sedikit, sehingga dapat disimpulkan sebagian besar siswa tidak siap belajar. Desain didaktis yang dirancang dapat mengurangi hambatan yang muncul sebelumnya, hal ini terlihat dari hasil analisis TKR untuk hambatan epistemologi yang menurun, walaupun di beberapa hambatan tertentu desain ini belum secara maksimal dapat meminimalisir hambatan belajar siswa.

Berdasarkan kegiatan pengembangan dan hasil dari penelitian ini, penulis ingin menuliskan beberapa saran yaitu: (1) lebih mendalam lagi pada repersonalisasi dan rekontekstualisasi, (2) memperhatikan tempat dan kondisi implementasi dan (3) memperhatikan pengambilan materi untuk penelitian.

## **REFERENSI**

- [1] R. G. Hatika, 'Peningkatan Hasil Belajar Fisika Dengan Menerapkan Model Pembelajaran Advance Organizer Berbantu Animasi Computer', *Jurnal Pendidikan Fisika* 12, (2)(2016), pp.113-117.
- [2] G. Brousseau, *Theory of didactical Situations in Mathematics*, New York: Kluwer Academic Publishers, 2002.

- [3] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: Alfabeta, 2016.
- [4] R. C. Bogdan and S. K. Biklen, *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods, 5th ed. Boston: Allyn & Bacon, 2007.*
- [5] Marieta, W. F. D., Rusnayati, H., & Wijaya, A. F. C. Desain Didaktis Konsep Gradien Grafik  $v(t)$  sebagai Percepatan atau Perlambatan berdasarkan Hambatan Belajar Peserta Didik Kelas X SMA. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 2(2), 2016, pp.105 - 112. <https://doi.org/10.21009/1.02214>
- [6] Rusnayati, H., Stefani, R., & Wijaya, A. F. C. Desain Didaktis Pembelajaran Konsep Energi dan Energi Kinetik Berdasarkan Kesulitan Belajar Siswa pada Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 1(1), 2015, pp. 69 - 76. <https://doi.org/10.21009/1.01110>
- [7] Susana, S., & Sriyansyah, S. Analisis Didaktis Berdasarkan Kemampuan Kognitif dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Kalor. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 1(2), 2015, pp.39 - 44. <https://doi.org/10.21009/1.01207>
- [8] D. Suryadi, *Didactical Design Research (DDR) dalam Pengembangan Pembelajaran Matematika*. Prosiding Seminar Nasional Pembelajaran MIPA Universitas Negeri Malang, 2010.