

## DESAIN DAN EVALUASI INSTRUMEN PENILAIAN KONSEPTUAL TOPIK OPTIKA SEBAGAI SUMBER INFORMASI PADA PEMBELAJARAN FISIKA

**Eko Sujarwanto, Suci Prihatiningtyas**

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah  
email:ekosujarwanto@unwaha.ac.id

**Abstrak.** Fenomena optis banyak ditemukan di lingkungan sekitar, baik pada komponen biotik maupun komponen abiotik. Pemahaman konseptual terhadap topik optika diperlukan agar mampu menjelaskan terjadinya fenomena optis dan mampu menerapkan pada teknologi. Penelitian ini telah dilakukan untuk mengembangkan instrumen penilaian konseptual topik optika. Instrumen dikembangkan berdasarkan alur desain *Standards for Psychological and Educational Testing*. Materi yang tercakup pada instrumen yang dikembangkan adalah pemantulan, pembiasan, interferensi, dan difraksi. Evaluasi instrumen dilakukan melalui validasi ahli, uji validitas, dan uji reliabilitas. Hasil evaluasi menunjukkan instrumen layak digunakan untuk mengukur pemahaman konseptual topik optika. Instrumen yang dikembangkan diharapkan dapat menunjang pembelajaran fisika.

**Kata Kunci:** optika, penilaian, pembelajaran fisika.

## DESIGN AND EVALUATION OF OPTICS CONCEPTUAL ASSESSMENT INSTRUMENTS AS A SOURCE OF INFORMATION ON PHYSICS LEARNING

**Eko Sujarwanto, Suci Prihatiningtyas**

Departement of Physics Education, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah  
email:ekosujarwanto@unwaha.ac.id

**Abstract.** Optical phenomena are found in the surrounding environment, both in biotic and abiotic components. Conceptual understanding of optics is needed to explain the occurrence of optical phenomena and be able to apply in technology. This research has been carried out to develop an optics conceptual assessment instrument. The instrument was developed based on the design of Standards for Psychological and Educational Testing. The material included in the instrument developed are reflection, refraction, interference and diffraction. Evaluation of instrument is done through expert validation, validity testing, and reliability testing. The evaluation results show that the instrument is suitable to be used to measure the conceptual understanding of optical topics. The instruments developed are expected to support physics learning.

**Keywords:** optics, assessment, physics learning.

### PENDAHULUAN

Fenomena optis banyak ditemukan di lingkungan sekitar, baik pada komponen biotik maupun komponen abiotik. Komponen biotik misal warna kupu-kupu dalam

*genus morpfo* (misal, *Morpho didius*) dan kupu-kupu *Papilio palinurus* apa berasal dari pigmen warna. Bulu ekor merak hijau (*Pavo muticus*) dan burung *Merops apiaster* apa berasal dari pigmen warna pada struktur bulunya. Beberapa contoh itu menunjukkan bahwa

ternyata warna yang ditimbulkan oleh hewan-hewan tersebut tidak berasal pigmen warna, tapi berasal dari fenomena optis karena struktur bulu dan sayap (Giraldo dkk, 2016; Crne dkk 201; Vigneron dkk, 2012). Peristiwa ini dikenal dengan pewarnaan struktural (*structural coloration*). Fenomena optis pada komponen abiotik misal kilauan cahaya dari berlian. Berlian perlu digosok agar membentuk sudut yang tepat agar terjadi kilauan cahaya yang berkualitas baik. Penjelasan mengenai bagaimana hal itu terjadi salah satunya perlu pemahaman konseptual terhadap topik optika. Namun, tak dipungkiri bahwa peserta didik mengalami kesulitan.

Kesulitan-kesulitan yang dialami peserta didik merupakan hal yang menjadi perhatian peneliti pendidikan fisika (diSessa dkk., 2004; Gupta, dkk., 2010). Penelitian-penelitian pada topik pemahaman konseptual diantaranya berusaha mencari jawaban timbulnya kesulitan konseptual dalam diri peserta didik. Untuk menjawab pertanyaan itu, terdapat teori “*resource*” (Hammer, 2000; diSessa & Sherin, 1998) dan teori miskonsepsi (McDermott, 1984; Clement, 1982). Kedua teori tersebut berusaha menjelaskan bagaimana terjadinya kesulitan konseptual, pembangunan konsep, dan perubahan konseptual.

Teori miskonsepsi memandang bahwa saat peserta didik memperoleh pengetahuan tentang alam lingkungannya, mereka membangun “*naïve theories*” tentang bagaimana mekanisme alam lingkungannya bekerja (McDermott, 1984). “*Naïve theories*” yang dibangun peserta didik terkadang mengandung miskonsepsi yang berlawanan dengan konsep ilmiah. Teori miskonsepsi juga berpendapat bahwa peserta didik saat mengikuti pelajaran membawa pengetahuan mereka sendiri yang mana guru bisa membelajarkan konsep ilmiah yang sesuai. Misalnya, peserta didik mengamati bahwa daun jatuh lebih lambat daripada buah yang jatuh dari pohon, dan dari kejadian ini serta bisa saja dengan pengamatan yang sejenis, peserta didik akan mengambil kesimpulan bahwa benda yang lebih berat akan jatuh lebih cepat daripada benda yang lebih ringan. Miskonsepsi dipandang sebagai entitas/sesuatu yang stabil dan digunakan untuk berlogika atau bernalar untuk peristiwa yang sama tapi berbeda konteks.

Teori *resource* memandang berbeda tentang pembangunan konsep. Istilah “*resource*” adalah satuan kecil dari kepercayaan atau pemikiran yang benar berdasarkan konteks di mana pemikiran itu diterapkan (Hammer, 2000). Misalnya, Teori *resource* ini sama dengan teori kepingan pengetahuan atau “*knowledge in pieces*” (diSessa & Sherin, 1998; Hammer, 1996). Teori kepingan pengetahuan memandang pengetahuan peserta didik terdiri atas bagian-bagian yang lebih kecil yang belum tentu disatukan dalam konsep yang lebih besar. Menurut teori *resource*, peserta didik mengaktivasi satu pengetahuan/konsep untuk beberapa pengetahuan sebagai bentuk respon dari konteks dan bernalar dengan satu konsep itu.

Pendeteksian pemahaman konsep yang bisa dilakukan sebelum, saat, dan setelah pembelajaran sangat

bermanfaat bagi proses pembelajaran. Kunci proses pembelajaran yang baik terletak pada pengambilan keputusan yang baik (Anderson, 2003). Pengambilan keputusan yang baik didasarkan pada informasi yang diterima oleh pendidik. Anderson (2003) berpendapat bahwa salah satu cara memperoleh informasi dari peserta didik adalah dengan cara memberikan tugas tertentu pada peserta didik dan mencermati seberapa baik peserta didik mengerjakan tugas itu.

Pendeteksian pemahaman konsep dapat dilakukan dengan memberikan tugas berupa tes *concept inventory* kepada peserta didik. *Concept inventory* adalah tes pilihan ganda yang dibuat untuk mengetahui pemahaman konseptual peserta didik pada topik tertentu secara efisien (Redish, 2000). *Concept inventory* dibuat memiliki tujuan menilai dan membangun literasi ilmiah (Bowling dkk., 2008) dan mengidentifikasi kelemahan peserta didik pada topik tertentu (Garvin-Doxas, 2007). *Concept inventory* tidak hanya memberikan informasi, tapi juga dapat meningkatkan proses pembelajaran jika dikembangkan dan digunakan dengan baik.

Berdasarkan studi literatur yang dilakukan peneliti dalam *concept inventory*, instrumen penilaian konseptual terkait topik optika masih sedikit jika dibandingkan dengan topik mekanika. Padahal topik optika tidak kalah pentingnya untuk diteliti dibandingkan dengan topik mekanika. Tes konseptual pada topik optika yang telah ada misalnya *Test of Conceptual Understanding on High School Optics (TOCUSCO)* oleh Akarsu (2012), instrumen yang dikembangkan oleh Fariyani dkk. (2017) tentang optika geometri, instrumen yang dikembangkan oleh Agnes dkk. (2015), dan *Four Tier Geometrical Optics Test (FTGOT)* oleh Kaltakci-Gurel dkk. (2017). Tes konseptual yang telah disebutkan lebih menekankan pada topik optika geometri dan belum menyertakan optika fisis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi instrumen penilaian konseptual topik optika pada pembelajaran fisika. Instrumen yang dikembangkan mencakup topik optika fisis dan optika geometri. Evaluasi terhadap instrumen yang telah dikembangkan dilakukan menggunakan analisis statistik berdasarkan *classical test theory* dan memaknainya. Instrumen yang dikembangkan diharapkan dapat memberikan informasi tentang pemahaman konsep topik optika pada pendidik dan meningkatkan proses pembelajaran topik optika.

## METODE PENELITIAN

Instrumen yang dikembangkan dalam penelitian ini didasarkan pada desain *Standards for Psychological and Educational Testing* (Adams & Wieman, 2010). Desain pengembangan yang dipakai terdiri atas 4 fase utama. Instrumen penilaian yang dikembangkan menggunakan desain tersebut diantaranya *Kinetic Molecular Theory of Gases Concept Inventory* (Erceg dkk., 2016) dan *Action Concept Inventory* (McGinnes & Savage, 2016).

Data penelitian diperoleh dari wawancara, kuesioner, dan tes. Instrumen pengumpulan data yang

Sujarwanto, E., Prihatiningtyas, S: Desain Dan Evaluasi Instrumen Penilaian Konseptual Topik Optika Sebagai Sumber Informasi Pada Pembelajaran Fisika

digunakan dalam penelitian adalah daftar pertanyaan *think-aloud* terkait konsep optika, instrumen angket, dan lembar saran konstruk topik gelombang untuk memperoleh data tentang konstruk topik optika. Data jawaban peserta didiksaat *think-aloud* dicatat di lembar observasi respon terhadap versi *open ended* dan didukung lembar kategorisasi respon terhadap versi *open-ended*.

Partisipan yang digunakan sebagai subjek saat *think-aloud* adalah 9 peserta didik SMA yang telah mendapat pembelajaran topik optika dan sedang mempersiapkan menghadapi Ujian Nasional tahun ajaran 2017/2018. Sementara itu, subjek uji coba untuk memvalidasi instrumen adalah peserta didik SMA kelas 11 tahun ajaran 2017/2018 sebanyak 43 orang. Sebanyak 3 dosen terlibat dalam proses mengevaluasi instrumen yang dikembangkan. Teknik *sampling* yang digunakan adalah *purposive sampling* yaitu dipilih peserta didik kelas XI yang telah atau sedang dalam proses pembelajaran topik optika.

Tingkat kesetujuan (*agreement index*) mengenai kategorisasi jawaban peserta didik hasil *think aloud* menggunakan kappa Cohen. Evaluasi terhadap instrumen yang dikembangkan meliputi uji validitas menggunakan koefisien *Pearson's point biserial*, uji reliabilitas menggunakan *alpha Cronbach*, indeks daya beda, dan tingkat kesukaran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan instrumen diawali dengan studi literatur terhadap kurikulum, artikel hasil penelitian, dan buku-buku terkait topik optika. Kurikulum yang ditelaah terdiri dari kurikulum sekolah yaitu Kurikulum 2013 untuk SMA dan kurikulum perguruan tinggi. Artikel hasil penelitian yang ditelaah adalah karya Goldberg dan McDermott (1986a), Goldberg dan McDermott (1986b), Ambrose dkk. (1999), dan Fariyani dkk. (2017). Buku terkait topik optika yang ditelaah adalah Buku fisika tingkat universitas yaitu karangan Serway & Jewet (2004) serta Young & Freedman (2012). Studi literatur bertujuan untuk mengembangkan konstruk topik optika, Konstruk topik optika juga dikembangkan berdasarkan hasil angket yang diperoleh dari survei terhadap pengajar fisika yaitu 3 dosen fisika. Konstruk topik optika pada penelitian ini disajikan Tabel 1.

Tabel 1. Konstruk Topik Optika

Topik	Subtopik	Materi
Optika Geometri	Pemantulan Cahaya	Pemantulan pada permukaan cermin datar
	Pembiasan Cahaya	Pembiasan pada permukaan sferis
Optika Fisis	Interferensi Cahaya	Interferensi celah ganda Interferensi lapisan tipis
	Difraksi Cahaya	Difraksi celah tunggal Difraksi kisi

Konstruk yang telah ada selanjutnya dikembangkan pada konsep apa saja yang perlu dinilai oleh instrumen. Konsep-konsep yang nilai dianalisis secara *inter-rater agreement* menggunakan kappa Cohen. Koefisien kappa Cohen yang didapatkan adalah 0,69 yang berarti tingkat kesetujuan pada taraf "kuat". Konsep yang dinilai disajikan pada Tabel 2.

Langkah selanjutnya setelah konsep yang dinilai ditentukan adalah menentukan format instrumen dan prosedur penilaian. Instrumen yang dikembangkan berbentuk pilihan ganda dengan 5 pilihan jawaban. Jawaban benar mendapat skor 1 sedangkan jawaban salah mendapat skor 0.

Tabel 2. Konsep yang Dinilai pada Instrumen

Materi	Konsep yang Dinilai
Pemantulan pada cermin datar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posisi bayangan pada pemantulan cermin datar hanya bergantung pada posisi benda terhadap cermin</li> <li>• Posisi relatif pengamat terhadap cermin datar dan benda agar dapat melihat bayangan</li> </ul>
Pembiasan pada permukaan sferis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontribusi bagian lensa terhadap pembentukan bayangan</li> <li>• Peran lensa sferis dalam pembentukan bayangan pada pembiasan</li> <li>• Karakter bayangan nyata di pembiasan permukaan sferis</li> </ul>
Interferensi celah ganda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Syarat agar terjadi pola interferensi</li> <li>• Hubungan panjang gelombang cahaya dan lebar celah dengan karakter pola interferensi</li> </ul>
Interferensi lapisan tipis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hubungan indeks bias dengan pola interferensi</li> </ul>
Difraksi celah tunggal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Syarat celah agar terjadi fenomena difraksi celah tunggal</li> <li>• Hubungan panjang gelombang dan lebar celah dengan lokasi pola difraksi</li> </ul>
Difraksi kisi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Syarat kisi agar terjadi fenomena difraksi kisi</li> <li>• Hubungan panjang gelombang dengan lokasi pola difraksi</li> </ul>

Setelah konsep yang dinilai telah ditentukan, langkah selanjutnya adalah menyusun pertanyaan versi *open-ended* terkait materi yang dinilai. Tujuan penyusunan pertanyaan versi *open-ended* adalah mengetahui konsep awal peserta didik dan hasilnya berguna untuk membuat distraktor pada pilihan jawaban. Dalam proses penyusunan, pertanyaan versi *open-ended* divalidasi oleh ahli. Pertanyaan versi *open-ended* digunakan pada saat proses *think-aloud* oleh peserta didik. Hasil *think-aloud* menggunakan pertanyaan versi *open-ended* antara lain disajikan pada Tabel 3. Hasil *think-aloud* menunjukkan bahwa konsepsi peserta didik masih dipengaruhi oleh

Sujarwanto, E., Prihatiningtyas, S: Desain Dan Evaluasi Instrumen Penilaian Konseptual Topik Optika Sebagai Sumber Informasi Pada Pembelajaran Fisika

*naïve knowledge* berdasarkan *naïve theory* (McDermott, 1984). *Naïve knowledge* ini misalnya tampak pada hasil “Posisi relatif pengamat cermin datar mempengaruhi letak bayangan benda” dan “Panjang gelombang harus lebih besar daripada celah agar terjadi interferensi”.

Hasil *Think-aloud* bisa dipandang dari sudut pandang teori *resource* (Hammer, 2000). Hasil yang dimaksud misalnya “Bayangan nyata harus ditangkap layar agar bisa diamati” dan “Pembentukan bayangan harus dengan sinar utama”. Konsepsi itu salah dalam menggunakan *resource knowledge* “layar dapat membantu menangkap bayangan nyata agar bisa dilihat” dan “cara menentukan letak bayangan menggunakan bantuan sinar-sinar utama”.

Tabel 3. Konsepsi Hasil *Think-aloud*

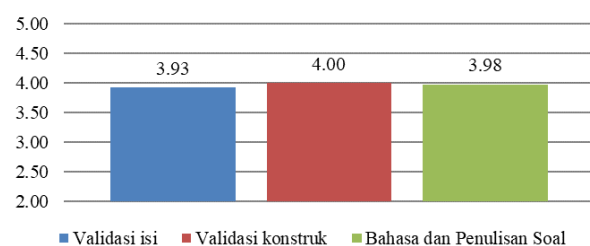
Materi	Hasil <i>think-aloud</i>
Pemantulan pada cermin datar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posisi relatif pengamat cermin datar mempengaruhi letak bayangan benda</li> <li>Posisi relatif pengamat cermin datar tidak mempengaruhi letak bayangan benda</li> </ul>
Pembiasan pada permukaan sferis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bayangan nyata harus ditangkap layar agar bisa diamati</li> <li>Pembentukan bayangan harus dengan sinar utama</li> </ul>
Interferensi celah ganda	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beda fase bukan penyebab interferensi</li> <li>Panjang gelombang harus lebih besar daripada celah agar terjadi interferensi</li> </ul>
Interferensi lapisan tipis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perbedaan indeks bias antara dua lapisan tipis tidak mengakibatkan perubahan fase gelombang cahaya</li> <li>Jika gelombang cahaya datang dari medium dengan indeks bias yang lebih besar ke medium yang indeks biasnya lebih kecil maka tidak mengalami perubahan fase.</li> </ul>
Difraksi celah tunggal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lebar celah harus lebih kecil daripada panjang gelombang cahaya agar terjadi fenomena difraksi</li> <li>Jika lebar celah yang digunakan menjadi lebih kecil maka pola difraksi menjadi lebih lebar</li> </ul>
Difraksi kisi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak antar kisi jauh lebih besar daripada panjang gelombang maka tidak terjadi fenomena difraksi</li> <li>Jika panjang gelombang diperkecil maka pola difraksi semakin sempit</li> </ul>

Langkah berikutnya adalah membuat instrumen versi *closed-ended* topik optika sesuai dengan format yang telah ditentukan. Penyusunan pertanyaan versi *closed-ended* memanfaatkan hasil jawaban pertanyaan *open-*

*ended* yang terindikasi miskonsepsi sebagai pilihan jawaban atau sebagai distraktor. Pertanyaan *closed-ended* selain disajikan dalam bentuk kalimat, juga disajikan dalam representasi diagram. Sebelum diuji cobakan, instrumen versi *closed-ended* divalidasi oleh ahli. Hasil validasi ahli ditunjukkan Tabel 4 dan Gambar 1. Setelah dilakukan diskusi antara tim peneliti dan ahli, instrumen yang dikembangkan diujicobakan pada peserta didik.

Tabel 4. Pendapat/Saran Validator

Validator 1
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pada proposisi item soal yang menggunakan kata “lilin” sebaiknya gambar ilustrasi juga menggunakan gambar lilin bukan akan anak panah.</li> <li>Pengurutan pilihan jawaban dari yang terbesar-terkecil/terkecil-terbesar.</li> <li>Penambahan keterangan pada gambar ilustrasi yang melengkapi soal.</li> </ul>
Validator 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>Penyederhanaan proposisi item soal supaya tidak terlalu panjang.</li> <li>Penambahan keterangan pada gambar ilustrasi yang melengkapi soal.</li> <li>Perbaikan/penambahan distraktor agar tidak bias terhadap salah satu jawaban tertentu.</li> </ul>
Validator 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Konfirmasi terhadap ketersediaan lampu monokromatik dengan panjang gelombang 580 nm.</li> <li>Konfirmasi terhadap sifat-sifat bayangan nyata yang dibentuk lensa cembung.</li> <li>Pada soal tertentu, sebaiknya dilengkapi gambar ilustrasi supaya lebih jelas.</li> <li>Pembenaran terhadap kesesuaian proposisi soal dengan gambar ilustrasi.</li> </ul>



Gambar 1. Hasil Validasi Ahli terhadap Instrumen Versi *Closed-ended*

Gambar 1 menunjukkan hasil validasi ahli meliputi validasi konstruk (ketepatan soal dengan konsep yang dinilai), Validasi isi (kejelasan bahasa, kesesuaian serta kejelasan representasi yang digunakan), dan Bahasa dan penulisan soal (kesesuaian penggunaan bahasa dan *layout* soal). Hasil validasi ahli menunjukkan rancangan instrumen layak untuk diujicoba. Hasil uji coba lapangan instrumen yang dikembangkan disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Tingkat Kesukaran dan Indeks Daya Beda Hasil Uji Coba Lapangan

Konsep yang dinilai	No. Item	Tingkat Kesukaran	Indeks Daya Beda
Posisi bayangan pada pemantulan cermin datar hanya bergantung pada posisi benda terhadap cermin	1 3 4 2 5	0.68 0.32 0.43 0.54 0.38	0.7 0.4 0.3 0.7 0.6
Posisi relatif pengamat terhadap cermin datar dan benda agar dapat melihat bayangan	6 7 8 9	0.41 0.51 0.41 0.35	0.5 0.6 0.4 0.5
Kontribusi bagian lensa terhadap pembentukan bayangan	10 11	0.51 0.32	0.5 0.3
Peran lensa sferis dalam pembentukan bayangan pada pembiasaan	12 13 14 15 16	0.32 0.51 0.30 0.30 0.43	0.5 0.3 0.4 0.7 0.4
Karakter bayangan nyata di pembiasan permukaan sferis	17 18	0.46 0.41	0.6 0.5
Syarat agar terjadi pola interferensi	19 20 21	0.32 0.51 0.51	0.5 0.3 0.5
Hubungan panjang gelombang cahaya dan lebar celah dengan karakter pola interferensi	22 23 24 25 26	0.46 0.46 0.49 0.57 0.46	0.4 0.7 0.6 0.6 0.5
Hubungan	27 28	0.51 0.41	0.6 0.8

indeks bias dengan pola interferensi			
Syarat celah agar terjadi fenomena difraksi celah tunggal			
Hubungan panjang gelombang dan lebar celah dengan lokasi pola difraksi			
Syarat kisi agar terjadi fenomena difraksi kisi			
Hubungan panjang gelombang dengan lokasi pola difraksi			
<b>Rerata</b>	<b>0,44</b>	<b>0,5</b>	<b>0,42</b>

Tabel 6. Koefisien *Pearson Point biserial* Hasil Uji Coba Lapangan

Konsep yang dinilai	No. Item	Koefisien <i>Pearson Point biserial</i>
Posisi bayangan pada pemantulan cermin datar hanya bergantung pada posisi benda terhadap cermin	1 3 4	0.60 0.36 0.31
Posisi relatif pengamat terhadap cermin datar dan benda agar dapat melihat bayangan	2 5	0.49 0.42
Kontribusi bagian lensa terhadap pembentukan bayangan	6 7	0.38 0.40
Peran lensa sferis dalam pembentukan bayangan pada pembiasaan	8 9	0.39 0.36
Karakter bayangan nyata di pembiasan permukaan sferis	10 11	0.40 0.40
Syarat agar terjadi pola interferensi	12 13	0.44 0.32

Hubungan panjang gelombang cahaya dan lebar celah dengan karakter pola interferensi	14	0.35
	15	0.54
	16	0.31
Hubungan indeks bias dengan pola interferensi	17	0.36
	18	0.29
Syarat celah agar terjadi fenomena difraksi celah tunggal	19	0.49
	20	0.39
	21	0.41
Hubungan panjang gelombang dan lebar celah dengan lokasi pola difraksi	22	0.34
	23	0.53
	24	0.50
Syarat kisi agar terjadi fenomena difraksi kisi	25	0.57
	26	0.43
Hubungan panjang gelombang dengan lokasi pola difraksi	27	0.40
	28	0.65
<b>Rerata</b>	<b>0,44</b>	<b>0,5</b>

Berdasarkan Tabel 5, tingkat kesukaran instrumen tertinggi adalah 0.68 dan terendah 0.30 dengan rerata 0.44. Tingkat kesukaran adalah fraksi jawaban benar terhadap keseluruhan jawaban pada item tes. Tingkat kesukaran menunjukkan sebuah artian umum dari tingkat kesulitan sebuah item dalam instrumen (McKagan dkk., 2010). Semakin tinggi Tingkat kesukaran, semakin banyak peserta didik yang menjawab benar.

Berdasarkan Tabel 5, indeks daya beda tertinggi adalah 0.8 dan terendah 0.3 dengan rerata 0.5. Indeks daya beda tertinggi adalah item tentang konsep "hubungan panjang gelombang dengan lokasi pola difraksi". Indeks daya beda terendah adalah item konsep "Syarat agar terjadi pola interferensi", "Karakter bayangan nyata di pembiasan permukaan sferis", dan "Posisi bayangan pada pemantulan cermin datar hanya bergantung pada posisi benda terhadap cermin". Indeks daya beda menunjukkan sebuah ukuran seberapa bagus sebuah item membedakan antara peserta didik atas (yaitu yang mendapat skor tinggi pada tes keseluruhan) dengan peserta didik bawah (yaitu yang mendapat skor rendah pada tes keseluruhan). Batas indeks daya beda minimum yang digunakan adalah 0,3 (McKagan dkk., 2010; McGinness & Savage, 2016). Walau begitu, menurut Adams dan Wieman (2010) bahwa item dengan indeks daya beda yang kurang dari nilai minimum dapat digunakan untuk sebuah tes yang dirancang untuk mengukur efektifitas pembelajaran.

Tabel 6 menunjukkan Koefisien *Pearson Point Biserial* memiliki nilai tertinggi 0.65 dan terendah 0.29 dengan rerata 0.42. Koefisien *Pearson Point Biserial* tertinggi terkait konsep "Hubungan panjang gelombang dengan lokasi pola difraksi" sedangkan terendah terkait konsep "Hubungan indeks bias dengan pola interferensi". Koefisien *Pearson Point Biserial* mengukur konsistensi

antara sebuah item dengan instrumen tes secara keseluruhan (McKagan dkk., 2010). Batas minimum koefisien *Pearson Point Biserial* untuk instrumen tes yang digunakan untuk mengukur pemahaman di 1 konsep adalah  $\geq 0,2$  (McKagan dkk., 2010). Instrumen yang mengukur lebih dari 1 konsep, seperti instrumen yang dikembangkan pada penelitian ini, koefisien *Pearson Point Biserial* di bawah 0,2 masih bisa diterima. Instrumen penilaian yang mengukur berbagai konsep, koefisien *Pearson Point Biserial* yang rendah tidak berarti selalu buruk bahkan hal itu menjadi indikator penting konsep itu lebih sulit dipelajari dari konsep lain (Adams dan Wieman, 2010; McKagan dkk., 2010).

Reliabilitas instrumen topik optika yang dikembangkan diukur menggunakan koefisien *alpha Cronbach*. Koefisien *alpha Cronbach* instrumen yang dikembangkan adalah 0.83. Koefisien *alpha Cronbach* 0.83 menunjukkan instrumen yang dikembangkan reliabel. Koefisien *alpha Cronbach* yang didapatkan berarti konsep-konsep yang diukur instrumen penilaian topik optika yang dikembangkan saling terkait (Adams dan Wieman, 2010).

## KESIMPULAN

Instrumen penilaian konseptual topik optika mencakup optika geometri dan optika fisis. Materi yang dinilai oleh instrumen ini adalah pemantulan pada cermin datar, pembiasan pada permukaan sferis, interferensi celah ganda, interferensi lapisan tipis, difraksi celah tunggal, dan difraksi kisi. Sajian soal tidak hanya berupa kalimat namun juga melibatkan representasi diagram.

Berdasarkan validasi ahli, instrumen yang dikembangkan layak untuk diujicobakan pada subjek uji. Hasil uji coba lapangan menunjukkan rerata validitas instrumen yang dianalisis memakai koefisien *Pearson point biserial* adalah 0.42 dan reliabilitas instrumen yang dianalisis menggunakan koefisien *alpha Cronbach* adalah 0.83. Rerata tingkat kesukaran dan indeks daya beda berturut-turut adalah 0.44 dan 0.5.

Instrumen penilaian topik optika yang telah dikembangkan pada penelitian ini tidak hanya berdasarkan artikel hasil penelitian dan dokumen kurikulum. Instrumen penilaian topik optika pada penelitian ini juga mempertimbangkan aspek kesulitan yang dihadapi peserta didik secara autentik yaitu melalui proses *think-aloud* dan wawancara. Dengan demikian, instrumen penilaian topik optika yang dikembangkan lebih autentik dalam aspek konstruksi item. Proses pengembangan instrumen yang lebih autentik diharapkan membuat instrumen topik optika pada penelitian ini dapat memberikan informasi yang berguna dan berkualitas pada pendidik. Hal yang dapat dikembangkan dari instrumen penilaian topik optika hasil penelitian dan pengembangan ini adalah peningkatan jumlah item dalam instrumen yang

Sujarwanto, E., Prihatiningtyas, S: Desain Dan Evaluasi Instrumen Penilaian Konseptual Topik Optika Sebagai Sumber Informasi Pada Pembelajaran Fisika

melibatkan multirepresentasi dan menggunakan subjek ujicoba lapangan yang lebih banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adams, W.K. & Wieman, C. E. 2010. Development and Validation of Instruments to Measure Learning of Expert-Like Thinking. *International Journal of Science Education*, 1-24.
- Agnes, D., Kaniawati, I., & Danawan, A. 2015. Analisis Deskriptif Tes Tiga Tingkat Materi Optika Geometri dan Alat Optik. Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains.
- Akarsu, B. 2012. TOCUSO: Test of Conceptual Understanding on High School Optics Topics. *European Journal of Physics Education. Special Issue 2012*.
- Ambrose, B. S., Shaffer, P. S., Steinberg, R. N., & McDermott, L. C. 1999. An investigation of student understanding of single-slit diffraction and double-slit interference. *American Journal of Physics*, no. 67(2), 146-155.
- Anderson, L.W. 2003. *Classroom Assessment: Enhancing the Quality of Teacher Decision Making*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bowling B. V., Acra E. E., Wang L., Myers M. F., Dean G. E., Markle G. C., Moskalik C. L., Huether C. A. 2008. Development and evaluation of a genetics literacy assessment instrument for undergraduates. *Genetics*, 178, 15–22.
- Clement, J. J. 1982. Students' Preconceptions in Introductory Mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1), 66-71.
- Crne, M., Sharma, V., Blair, J., Park, O. K., Summers C.J. & Srinivasarao, M. 2011. Biomimicry of optical microstructure of *Papilio palinurus*. *EPL*, 93 (1).
- diSessa, A. 1993. Towards an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10(2-3), 105-225.
- diSessa, A. A., Gillespie, N., & Esterly, J. 2004. Coherence vs. Fragmentation in the Development of the Concept of Force. *Cognitive Science*, 28, 843-900.
- Docktor, J. L. & Mestre, J. P. 2014. Synthesis of Discipline-Based Education Research in Physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. No. 10, 020119.
- Erceg, N., Aviani, I., Mesic, V., Gluncic, M., & Zauhar, G. (2016). Development of The Kinetic Molecular Theory of Gasses Concept Inventory: Preliminary Result on University Students' Misconception. *Physical Review Physics Education Research*. No. 12, 020139.
- Fariyani, Q., Rusilowati, A., & Sugianto. (2017). Four-Tier Diagnostic Test to Identify Miscopnceptions In Geometrical Optics. *Unnes Science Education Journal*, 6(3), 1724-1729.
- Garvin-Doxas, K., Klymkowsky, M., Elrod, S. (2007). Building, Using, And Maximizing the Impact of Concept Inventories In The Biological Sciences: Report On A National Science Foundation-Sponsored Conference On The Construction Of Concept Inventories In The Biological Sciences. *CBE Life Science Education*, 6(4), 277–282.
- Giraldo, M.A., Yoshioka, S., Liu, C., & Stavenga, D.G. 2016. Coloration Mechanisms and Phylogeny of *Morpho* Butterflies. *Journal of Experiment Biology*, 219, 3936-3944.
- Goldberg, F.M. & McDermott, L.C. 1986a. An Investigation of Student Understanding of The Real Image Formed By a Converging Lens or Concave Mirror. *American Journal of Physics*, 55(2), 108-119.
- Goldberg, F.M. & McDermott, L.C. 1986b. Student Difficulties in Understanding Image Formation by A Plane Mirror. *The Physics Teacher*, 24, 472-480.
- Gupta, A., Hammer, D., & Redish, E. F. 2010. The Case for Dynamic Models of Learners' Ontologies in Physics. *Journal of Learning Science*, 19, 285-319.
- Hammer, D. 2000. Student Resources for Learning Introductory Physics. *American Journal of Physics*, 68 (7), 52-59.
- Hestenes, D. & Wells, M. 1992. A Mechanics Baseline Test, *Physics Teacher*, 30, 159-166.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. 1992. Force Concept Inventory, *Physics Teacher*. No. 30, 141-158.
- Kaltakci-Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. 2017. Development And Application Of A Four-Tier Test To Assess Pre-Service Physics Teachers' Misconceptions About Geometrical Optics. *Research in Science & Technological Education*, 35(2), 238-60.
- McDermott, L. C. 1984. Research on Conceptual Understanding in Mechanics. *Physics Today*, 37(7), 24-32.
- McGinness, L. P. & Savage, C. M. 2016. Developing an Action Concept Inventory. *Physical Review Physics Education Research*. No. 12, 010133.
- McKagan, S. B., Perkins, K. K., & Wieman, E. 2010. Design and Validation of the Quantum Mechanics Conceptual Survey. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. No. 6, 020121.
- Redish E. F. 2000. Discipline-based Education and Education Research: the Case of Physics. *Journal Applied Developmental Psychology*, 21, 85–96.
- Serway, R.A. & Jewett, J.W. 2004. *Physics for Scientist and Engineers (6<sup>st</sup> ed.)*. Pacific Grove: Thomson Brooks/Cole.
- Vigneron, J.P. & Simonis, P. 2012. Natural Photonic Crystal. *Physica B: Condensed Matter*, 407(20), 4032-4036.
- Young, H.D. & Freedman, R.A. 2012. *Sears and Zemansky's University Physics – with Modern Physics (13<sup>th</sup> ed.)*. San Francisco: Pearson education.