

**MENGANALISIS PENGETAHUAN INKUIRI SAINS CALON GURU
FISIKA DENGAN MENGGUNAKAN INSTRUMEN TES ESENSI
INKUIRI SAINS OPTIKA GEOMETRI**

Wawan Bunawan dan Agus Setiawan

*Jurusan Pendidikan Fisika Unimed (Mahasiswa S3 Pendidikan IPA UPI) dan
SPS-UPI Bandung*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi hubungan antara kemampuan pengetahuan esensi inkuiri sains dengan alasan atau argumen yang mendasari esensi inkuiri sains calon guru Fisika untuk materi optika geometri. Esensi inkuiri sains merupakan komponen yang selayaknya muncul selama proses pembelajaran materi optika geometri topik pemantulan cahaya pada cermin datar, pemantulan cahaya pada cermin lengkung dan pembiasan cahaya pada lensa. Lima esensi inkuiri sains diambil dari sistem asesmen yang dikembangkan oleh *National Research Council*. Konten optika geometri dikembangkan dari analisis materi silabus beberapa perguruan tinggi. Berdasarkan kajian esensi inkuiri sains dan konten dikembangkan tes diagnostik pilihan ganda tiga tingkat. Data penelitian diambil dari mahasiswa yang sedang mengambil mata kuliah optika gelombang dari salah satu LPTK negeri di Sumatera Utara berjumlah 38 mahasiswa. Instrumen menunjukkan reliabilitas *Cronbach alpha* sebesar 0,67 untuk tes esensi inkuiri sains dan 0,61 untuk alasan atau argumen inkuiri sains optika geometri.

Kata kunci: optika geometri, tes pilihan ganda, inkuiri sains

**ANALYZE THE KNOWLEDGE INQUIRY SCIENCE PHYSICS
TEACHER CANDIDATES WITH ESSENCE INQUIRY
SCIENCE TEST INSTRUMENT OPTIKA GEOMETRY**

Wawan Bunawan and Agus Setiawan

Department of Physical Education UNIMED (UPI Science Education
Students S3) and SPS-UPI Bandung

Abstract. The objective in this research to explore the relationship between ability of the knowledge essential features inquiry science and their reasons underlying sense of scientific inquiry for physics teacher candidates on content geometrical optics. The essential features of inquiry science are components that should arise during the learning process subject matter of geometrical optics reflectance of light on a flat mirror, the reflection of light on curved mirrors and refraction of light at the lens. Five of essential features inquiry science adopted from assessment system developed by the National Research Council. Content geometrical optics developed from an analysis of a college syllabus material. Based on the study of the essential features of inquiry and content develop the multiple choice diagnostic test three tier. Data were taken from the students who are taking courses in optics and wave from one the LPTK in North Sumatra totaled 38 students. Instruments showed

Cronbach alpha reliability of 0.67 to test the essential features of inquiry science and 0.61 to there as on geometrical optics science inquiry.

Keywords: geometrical optics, multiple-choice test, inquiry science

PENDAHULUAN

Pendekatan pembelajaran berbasis inkuiri memegang peranan utama dalam membangun pemahaman hakekat sains yang melekat pada topik materi optika geometri. Lima komponen hakekat inkuiri sains dijadikan acuan dalam mengembangkan tes inkuiri sains optika geometri. Lima komponen hakekat inkuiri sains dikemukakan oleh *National Research Council* (2000) adalah (1) memunculkan pertanyaan yang bersifat ilmiah, (2) memberikan prioritas terhadap bukti yang bersifat ilmiah, (3) memformulasikan ekplanasi-eksplanasi, (4) menghubungkan eksplanasi dengan pengetahuan ilmiah, (5) mengkomunikasikan dan menjustifikasi eksplanasi.

Mengukur kemampuan inkuiri sains calon guru Fisika dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai instrumen asesmen. Instrumen asesmen diagnostik digunakan untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan kemampuan yang dimiliki peserta tes. Instrumen yang digunakan untuk melakukan diagnostik kemampuan antara lain berupa wawancara, tes pilihan ganda, peta konsep, tes pilihan ganda dua tingkat (*two tier multiple choice test*) dan tes pilihan ganda tiga tingkat (*three tier multiple choice test*). Wawancara dapat dilakukan untuk jumlah mahasiswa yang sedikit dengan kelebihan dapat mengungkapkan kelemahan dan kekuatan yang dimiliki peserta tes dengan lebih mendalam. Tes pilihan ganda dapat digunakan untuk jumlah peserta yang relatif besar, kekurangannya informasi yang diperoleh kurang mendalam tetapi cukup luas menjangkau domain pengetahuan yang dapat diakses.

Untuk mengatasi kelemahan yang ada pada instrumen asesmen jenis wawancara dan tes pilihan ganda perlu dikembangkan tes pilihan ganda dua tingkat dan tes pilihan ganda tiga tingkat. Penggunaan tes pilihan ganda dua

atau tiga tingkat dapat mengungkapkan kemampuan pengetahuan konten dan esensi inkuiri sains dengan jangkauan yang lebih luas dan lebih dalam dibandingkan tes dengan peta konsep atau pilihan ganda.

Tes pilihan ganda tiga tingkat (Caleon & Subramaniam, 2010; Dindar & Geban, 2011) digunakan untuk mengukur kemampuan pengetahuan esensi inkuiri sains optika geometri. Tes ini merupakan perluasan dari tes pilihan ganda dua tingkat. Tes pilihan ganda dua tingkat (Chang, *et al* 2007; Chandrasegaran, Treagust, & Mocerino, 2007; Tan, *et al*, 2005) digunakan untuk mendeteksi kemampuan pemahaman atas suatu konsep dan alasan yang mendasari kenapa memilih suatu jawaban. Tes pilihan ganda tiga tingkat dilengkapi dengan skala tingkat keyakinan untuk mengukur derajat keyakinan terhadap jawaban dan alasan yang dipilih untuk satu butir soal.

Pemahaman materi optika geometri dan esensi inkuiri sains yang melekat pada proses pembelajarannya telah banyak diteliti, akan tetapi masih terlalu banyak kendala dan masalah. Galili and Hazan (2000) menemukan miskonsepsi calon guru dan siswa sekolah menengah pada topik cahaya, pembentukan bayangan, pemantulan dan pembiasan. Parker (2006) menunjukkan cara bagaimana meningkatkan penguasaan konten cahaya dan pembentukan bayangan yang dimiliki oleh guru IPA yang mengikuti pelatihan dalam meningkatkan pemahamannya dengan menggunakan konflik kognitif. Chang *et al* (2007) menyimpulkan adanya miskonsepsi yang dimiliki siswa sekolah lanjutan terkait pembentukan bayangan oleh lensa dan cermin. Buty dan Mortimer (2008) menemukan adanya kesulitan dalam melakukan pembelajaran optika di kelas pada bagian dialog selama proses interaksi pembelajaran.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan instrumen yang mampu mengungkapkan kemampuan esensi inkuiri sains dan kemampuan pemahaman konten yang terkait dengan proses pembelajaran berbasis inkuiri dan menentukan tingkat kepercayaan yang dimiliki peserta tes untuk mendeteksi adanya miskonsepsi atau ketiadaan pengetahuan yang mendasarinya.

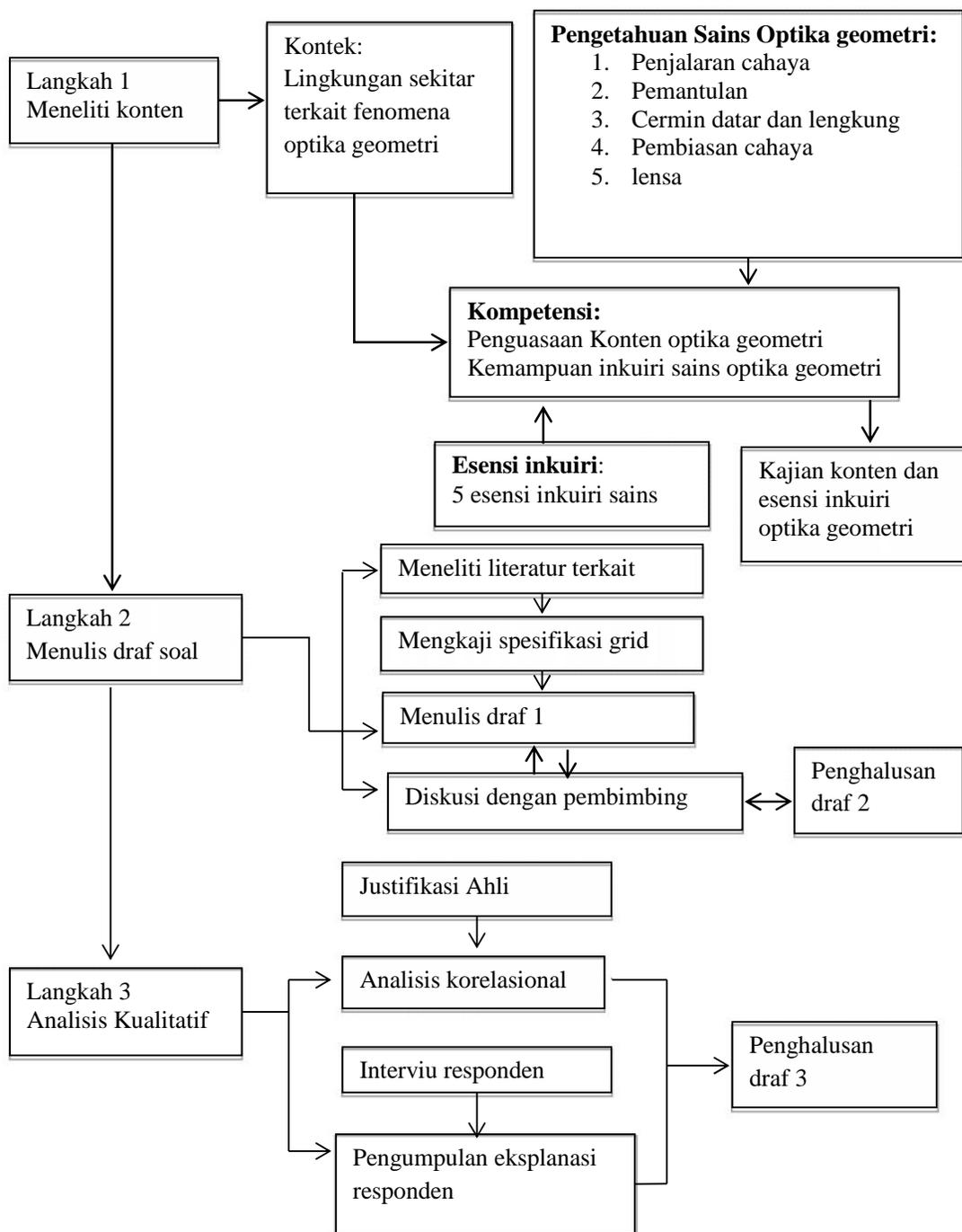
METODE PENELITIAN

Metode kualitatif dikembangkan untuk membangkitkan butir-butir soal tes inkuiri sains sebagai dasar utama dalam menyusun rancangan butir soal. Tiga tahapan utama yang dilakukan pada metode kualitatif: (1) meneliti konten dan esensi inkuiri sains optika geometri, (2) menulis draf butir soal inkuiri sains optika geometri dan penguasaan konten pengetahuan optika geometri, (3) melakukan analisis kualitatif. Langkah-langkah operasional pengembangan dapat dilihat Gambar 1. Langkah-langkah yang dilakukan adalah: (1) mengekstrak konten optika geometri dari beberapa silabus LPTK dan Universitas, (2) mengembangkan kajian materi optika geometri dan kajian inkuiri sains optika geometri, (3) mengembangkan kisi-kisi soal,

menulis draf butir soal, dan (4) Interview dengan calon guru Fisika dan konfirmasi ahli terkait draf butir. Metode ini dikembangkan untuk meningkatkan validitas konten dan tampilan butir soal.

Metode kuantitatif digunakan untuk menganalisis tingkat kesulitan butir soal, daya beda, indeks reliabilitas, keberfungsian pengecoh, dengan menggunakan *software iteman*. Perhitungan ini dilakukan secara serempak, analisis dilakukan terhadap data dengan memperhatikan angka yang ditunjukkan oleh *software* dan memberikan makna kualitatif berdasarkan analisis teori tes klasik.

Analisis tingkat kepercayaan dinamakan Indeks Respon Keyakinan (IRK), Hasan *et al.* (1999) menuliskan enam skala (0-5) untuk mengukur indeks respon keyakinan (*Certainty of Response Index*). Skala 0 berarti jawaban total ditebak (*totally guessed answer*), skala 1 jawaban nyaris ditebak (*almosta guess*), skala 2 jawaban tidak yakin (*not sure*), skala 3 jawaban yakin (*sure*), skala 4 jawaban hampir pasti (*almost certain*) dan skala 5 keyakinan jawaban pasti benar (*certain*). Pada penelitian ini penulis menggunakan skala 1-6 seperti yang dilakukan oleh Caleon dan Subramaniam (2010).



Gambar 1. Langkah-langkah operasional pengembangan tes

Pemaknaan skala untuk mengukur respon keyakinan peserta terhadap jawaban dan alasan yang dipilih dalam menjawab satu butir soal adalah skala “1” jika ditebak saja, skala “2” hampir ditebak, skala “3” tidak yakin, skala “4”

hampir yakin, skala “5” yakin, dan skala “6” sangat yakin. Teknik pemberian skor untuk satu nomor soal digunakan dua aturan. Aturan pertama jika jawaban *inquiry tier* benar diberi skor 1 jika salah diberi skor 0, jika *reason tier*

benar diberi skor 1 jika salah diberi skor 0, aturan ke-dua jika *inquiry tier* dan *reason tier* benar diberi skor 1 jika lainnya diberi skor 0.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Telah dihasilkan 30 soal tes pilihan ganda tiga tingkat yang dapat digunakan untuk mendeteksi adanya kesalahan konsep, ketiadaan pengetahuan yang mandasari inkuiri yang dilakukan, keterkaitan inkuiri sains dengan

pengetahuan yang relevan, dan adanya pemahaman dasar ide-ide alternatif (*alternative conception*). Rincian masing-masing komponen esensi inkuiri sains dapat dilihat pada Tabel 1. Data diperoleh dari 38 peserta tes yang mengambil mata kuliah optika geometri. Gambar 2 menunjukkan satu butir tes esensi inkuiri sains untuk nomor soal 12. Salinan untuk nomor lainnya dapat diminta sesuai kesepakatan dengan peneliti.

Tabel 1. Sebaran soal dan pencapaian skor

Esensi inkuiri sains	Nomor soal	Rata-rata Skor	Standar deviasi
1. Memunculkan masalah yang berorientasi ilmiah	1, 10, 13, 15, 26	12,2	11,23
2. Memberikan prioritas terhadap bukti yang bersifat ilmiah	2, 9, 14, 22, 16	24,6	15,40
3. Memformulasikan ekplanasi-eksplanasi	3, 6, 12, 17, 21, 23, 24, 27.	8,25	8,08
4. Menghubungkan ekplanasi dengan pengetahuan ilmiah	4, 7, 11, 18, 19, 25, 28, 30	10,38	13,77
5. Mengkomunikasikan dan menjustifikasi ekplanasi	5, 8, 20, 29	20,50	11,01

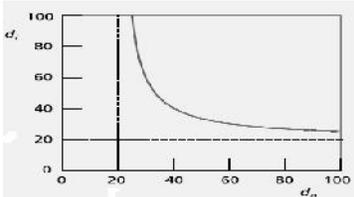
Data rata-rata dari Tabel 1 menunjukkan tingkat penguasaan sampel dari yang paling sulit dilakukan sampai tingkat yang paling mudah dikuasai yaitu tipe pengetahuan inkuiri memformulasikan ekplanasi-eksplanasi (8,25), menghubungkan ekplanasi dengan pengetahuan

ilmiah (10,38), memunculkan masalah yang berorientasi ilmiah (12,20), mengkomunikasikan dan menjustifikasi ekplanasi (20,50), dan memberikan prioritas terhadap bukti yang bersifat ilmiah (24,60).

Contoh Pertanyaan Inkuiri

12. Grafik berikut diplot dari hasil eksperimen antara jarak bayangan (d_i) dan jarak benda (d_o) untuk cermin cekung diukur dalam skala mm. Berdasarkan grafik jarak fokus cermin adalah

- a. 20 mm* b. 30 mm c. 40 mm d. 100 mm



Pilih di antara alasan berikut yang sesuai dengan jawaban di atas:

- a. Fokus cermin diperoleh saat jarak obyek cukup jauh dari cermin.**
b. Fokus cermin diperoleh saat jarak obyek sangat dekat dengan cermin.
c. Fokus cermin secara langsung dapat diperoleh dari sembarang titik plot saja tanpa melalui perhitungan.
d. Fokus cermin diambil dengan mencari titik singgung pada grafik.
e.

Pilih skala keyakinan kebenaran terhadap pilihan jawaban dan alasan

- | | | | | | |
|----------|----------------|-------------|--------------|----------|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ditebak | hampir ditebak | tidak yakin | hampir yakin | Yakin | Sangat yakin |

*, **, kunci jawaban dan alasan

Gambar 2. Contoh butir soal tes diagnostik pengetahuan esensi inkuiri sains

Setiap butir soal terdiri dari pernyataan soal sampai dengan 4 pilihan jawaban adalah bagian dari tingkat esensi inkuiri (*inquiry tier*), pernyataan alasan beserta 4 pilihan alasan yang mendasari kenapa memilih salah satu jawaban adalah bagian dari tingkat alasan (*reason tier*), sedangkan bagian terakhir yang menanyakan skala keyakinan dalam menjawab dan memilih alasan adalah bagian dari tingkat kepercayaan (*confidence tier*).

PEMBAHASAN

Sesuai dengan latar belakang dan keahliannya, seorang validator memberikan pertimbangan validasi untuk setiap butir soal dengan cara memberikan skor pada form validasi yang dibuat khusus. Ketentuan pemberian skor:

- Kurang valid antara isi materi soal dengan indikator. Diberikan skor 1.
- Valid antara materi soal dengan indikator, valid pernyataan butir, valid beberapa pilihan jawaban, dan valid beberapa pilihan alasan. Diberikan skor 2.

- Valid antara materi soal dengan indikator, valid pernyataan butir, valid seluruh pilihan jawaban, valid beberapa pilihan alasan jawaban. Diberikan skor 3.
- Valid antara materi soal dengan indikator, valid pernyataan butir, valid seluruh pilihan jawaban, valid seluruh pilihan alasan jawaban. Diberikan skor 4.

Analisis korelasional dengan menggunakan program SPSS terhadap hasil validasi ditampilkan pada Tabel 2 untuk esensi inkuiri sains pembelajaran optika geometri. Tabel 2 memperlihatkan ada korelasi yang tinggi dengan koefisien 0,82 (VLDR 1 dengan VLDR 3) dan koefisien korelasi 0,722 (VLDR 2 dengan VLDR 3), ini memperlihatkan bahwa perangkat tes diagnostik untuk mendeteksi pengetahuan esensi inkuiri sains optika geometri telah menunjukkan validitas yang baik ditinjau dari sisi konten esensi inkuiri dan pedagogi menurut penilaian yang diberikan validator.

Tabel 2. Korelasi non parametrik validasi soal esensi inkuiri

Analisis Korelasi		Validator1 (VLDR1)	Validator 2 (VLDR2)	Validator 3 (VLDR3)
Kendall's tau_b	VLDR1	Correlation Coefficient	1.000	.707(**)
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	30	30
VLDR2	VLDR2	Correlation Coefficient	.707(**)	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	30	30
VLDR3	VLDR3	Correlation Coefficient	.816(**)	.722(**)
		Sig. (2-tailed)	.000	.000
		N	30	30

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 3 menunjukkan statistik tes inkuiri sains yang diperoleh untuk asesmen kelas optika geometri. Data diperoleh dari hasil eksekusi program analisis butir soal *iteman*. Tabel 4 menunjukkan statistik tes alasan (*reason tier*) inkuiri sains untuk keseluruhan butir soal inkuiri sains. Mempertimbangkan data statistik baik *inquiry tier* maupun *reason*

tier bersifat homogen dan sejajar mengukur *trait* yang sama.

Tabel 3. Statistik tes inkuiri sains untuk *inquiry tier*

Komponenstatistik tes	Indeks/nilai
Jumlah butir	30
Jumlah peserta tes	38
Rata-rata	10,92
Varian	8,86

Standar deviasi	2,97
Kemiringan / Skew	1,44
Puncak/ kurtosis	2,07
Skor minimum	5
Skor maksimum	19
Median	10
Koefisien reliabilitas	0,67
Standar kesalahan pengukuran	1,72
Rata-rata tingkat kemudahan soal	0,36
Rata-rata indeks daya pembeda butir	0,46

Tabel 4. Statistik tes bagian alasan inkuiri sains

Komponen statistik tes	Indeks/nilai
Jumlah butir	30
Jumlah peserta tes	38
Rata-rata	10,05
Varian	12,05
Standar deviasi	3,47
Kemiringan / Skew	0,35
Puncak/ kurtosis	-1,02
Skor minimum	4
Skor maksimum	16
Median	9
Koefisien reliabilitas	0,61
Standar kesalahan pengukuran	2,18
Rata-rata tingkat kemudahan soal	0,34
Rata-rata indeks daya pembeda butir	0,36

Pemahaman adanya miskonsepsi dapat ditelusuri berdasarkan analisis butir yang dihasilkan dari analisis *iteman*, berdasarkan indek respon keyakinan (IRK) atau respon peserta tes terhadap jawaban dan alasan yang dipilih dan

dibandingkan dengan Tabel 5. Analisis dilakukan untuk soal nomor 12 misalnya, dari hasil program *iteman* diperoleh tingkat kemudahan soal dikerjakan (*prop correct*) adalah 0,13 ini mengandung makna untuk sekelompok mahasiswa yang mengerjakan tes yang mampu menjawab benar sekitar 13,00%. Daya pembeda (*point biserial*) antara kelompok yang memiliki skor tinggi dengan kelompok skor rendah yang menjawab benar untuk nomor soal 12 sebesar 0,51 dengan perbedaan itu soal ini sangat handal untuk membedakan kemampuan antar kelompok skor.

Reason tier untuk alasan kenapa memilih jawaban pilihan “a” yang benar (*prop correct*) sebesar 0,29 yang berarti peserta tes memilih alasan benar sekitar 29,00%. Dimaknai ada sekitar 16,00% peserta tes yang dapat menjawab benar dengan indek IRK rendah yang berarti kurangnya pengetahuan atau tidak ada pengetahuan hanya keberuntungan menebak jawaban dan alasan, dan 13,00% peserta tes yang menjawab benar dan IRK tinggi yang benar-benar memahami persoalan, dan sekitar 71,00% peserta tes menjawab salah dengan IRK yang rendah dan IRK tinggi yang berarti adanya miskonsepsi atau adanya konsepsi lainnya atau ketiadaan pengetahuan untuk menjawab nomor soal 12.

Tabel 5. Matrik keputusan indeks respon keyakinan (modifikasi dari Hasan *et al*, 1999)

Penafsiran Indeks Respon Keyakinan (IRK) untuk individu		
Jawaban	IRK rendah (<3,5)	IRK tinggi (>3,5)
Benar	Jawaban benar dan IRK rendah, tidak ada pengetahuan (keberuntungan dalam menebak saja)	Jawaban benar dan tinggi IRK, pengetahuan konsep benar
Salah	Jawaban salah dan rendah IRK, tidak ada pengetahuan	Jawaban salah dan tinggi IRK, ada miskonsepsi

Analisis kualitatif untuk nomor soal 12, dalam kegiatan pembelajaran inkuiri laboratorium ini telah dilakukan dan mahasiswa diminta melakukan plotting data jarak objek terhadap jarak bayangan dan seluruh mahasiswa dapat melakukannya. Pemahaman plotting data

dikaitkan dengan kemampuan mengemukakan formulasi-formulasi eksplanasi lihat Tabel 1 terkait dengan grafik menjadi sulit dipahami mahasiswa khususnya menemukan jarak atau panjang fokus cermin dari grafik hubungan jarak objek terhadap jarak bayangan. Secara

seederhana jika sinar datang dari tempat yang cukup jauh dari cermin cekung maka sinar pantul akan berkumpul pada titik fokus cermin dengan demikian mudah ditentukan berdasarkan grafik jarak fokus cermin mendekati titik bayangan berjarak sekitar 20 mm.

Soal nomor 12 dapat diturunkan kesulitannya sehingga indek atau nilai *proportional correct* dapat meningkat dari angka 0,13, jika saja pada gambar plotting data diberikan satu nilai yang pasti misal nilai (d_0 , d_1) maka mahasiswa dapat menentukan jarak fokus cermin dengan perhitungan yang sangat sederhana. Pilihan *reason tier* dapat dipertahankan seperti semula dengan tujuan mengetahui kemampuan hakekat menghubungkan antara data dengan memformulasikan eksplanasi-eksplanasi terkait grafik plotting data.

Data dari program iteman menunjukkan alasan peserta tes memilih pilihan alasan "a" 29%, pilihan "b" 13,00%, pilihan "c" 13,00% dan pilihan "d" 45,00%. Peserta tes sebanyak 29,00% dapat memilih alasan benar bahwa untuk menentukan jarak fokus cermin dapat diperoleh dari grafik hubungan jarak obyek terhadap jarak bayangan dari cermin pada saat jarak obyek relatif jauh. Pilihan alasan "b" 13,00% menunjukkan jumlah prosentase peserta tes yang tidak pahaman cara menentukan jarak fokus cermin dari grafik yang menjelaskan jarak fokus cermin diperoleh saat jarak obyek sangat dekat terhadap cermin. Tiga belas persen peserta tes memilih alasan yang salah yakni jarak fokus cermin secara langsung dapat diperoleh dari sembarang titik plot saja tanpa melalui perhitungan. Sisanya sekitar 45,00% peserta tes menganggap jarak fokus cermin dapat diperoleh dari grafik melalui titik singgung atau gradien grafik.

Analisis kualitatif untuk melihat ada tidaknya miskonsepsi atau ketiadaan pengetahuan terkait satu butir soal bagi individu peserta tes dapat ditentukan dengan mempertimbangkan informasi hasil uji tes inkuiri sains. Pertimbangan yang diajukan adalah: (1) jawaban *inquiry tier* benar, pilihan *reason tier* benar, IRK tinggi berarti pengetahuan inkuiri sains

lengkap, (2) jawaban *inquiry tier* benar, pilihan *reason tier* benar atau pilihan *reason tier* salah, IRK rendah berarti kurangnya pengetahuan inkuiri sains, (3) jawaban *inquiry tier* salah, pilihan *reason tier* salah, IRK rendah tidak ada pengetahuan inkuiri sains, (4) jawaban *inquiry tier* salah, pilihan *reason tier* salah atau pilihan *reason tier* benar, IRK tinggi berarti ada miskonsepsi.

SIMPULAN

Penelitian ini telah menunjukkan bahwa tes pilihan ganda tiga tingkat sangat berguna untuk menyelidiki kemampuan inkuiri sains calon guru Fisika, ada tidaknya pengetahuan inkuiri sains, ada tidaknya miskonsepsi terkait pengetahuan esensi inkuiri sains yang melekat pada materi optika geometri topik pemantulan pada cermin datar, cermin lengkung, pembiasan pada lensa. Pendekatan analisis yang digunakan bersifat kuantitatif dan kualitatif yang memerlukan banyak tenaga dan pemikiran dalam menentukan kesimpulan hasil tes yang diberlakukan secara klasikal (*classroom assessment*) maupun individual.

Hakekat inkuiri sains (*essential features of inquiry*) yang dikemukakan oleh *National Research Council* yang menetapkan lima esensi inkuiri sains memilih tingkat kesulitan yang berbeda dipahami oleh sampel tes. Hasil data empirik menunjukkan bahwa hakekat inkuiri sains dari yang paling sulit dilakukan sampai tingkat yang paling mudah dikuasai yaitu tipe pengetahuan inkuiri memformulasikan ekplanasi-eksplanasi, menghubungkan eksplanasi dengan pengetahuan ilmiah, memunculkan masalah yang berorientasi ilmiah, mengkomunikasikan dan menjustifikasi eksplanasi, dan memberikan prioritas terhadap bukti yang bersifat ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

Buty, C. & Mortimer, E.F. 2008. "Dialogic/ Authoritative Discourse and Modelling in a High School Teaching Sequence on Optics". *International Journal of Science Education*. 30,(12), 1635-1660.

- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. 2007. The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation". *Chemistry Education Research and Practice*, 8, (3), 293-307.
- Caleon, I. and Subramaniam, R. 2010. Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves. *International Journal of Science Education Vol. 32, No. 7, 939-961*.
- Chang. *et al.* 2007. Investigating primary and secondary students' learning of Physics concepts in Taiwan. *International Journal of Science Education*, 29, (4), 465-482.
- Dindar, A.C. & Geban, O. 2011. Development of a three-tier test to assess high school students' understanding of acids and bases. *Procedia Social and Behavioral Sciences 15 (2011) 600-604*.
- Galili, I. & Hazan, A. 2000. Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education, VOL. 22, NO.1, 57-88*.
- Hasan, S., *et al.* 1999. Misconceptions and the Certainty of Response Index (CRI). *IOP science. Phys. Edu.* 34.294.
- National Research Council. 2000. *Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning*. Washington D.C: the National Academy Press.
- Parker, J. 2006. "Exploring the impact of varying degrees of cognitive conflict in the generation of both subject and pedagogical knowledge as primary trainee teachers learn about shadow formation. *International Journal of Science Education* 28, (13), 1545-1577.
- Tan *et al.*, 2005. The ionization energy diagnostic instrument: a two-tier multiple-choice instrument to determine high school students' understanding of ionization energy. *Chemistry Education Research and Practice*, 6 (4), 180-197.