

Pengaruh Pembelajaran *Group Investigation* dengan Multi Representasi pada Topik Alat-Alat Optik terhadap Penalaran Ilmiah dan Kemampuan Masalah Siswa SMA

Apolonia Delviyanti Putri Marga¹, Edi Supriana¹, Arif Hidayat¹

¹Pendidikan Fisika-Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 11-12-2019
Disetujui: 16-04-2020

Kata kunci:

group investigation;
multi representation;
scientific reasoning;
problem solving skills;
group investigation;
multi representasi;
penalaran ilmiah;
kemampuan problem solving

ABSTRAK

Abstract: The purpose of this study is to determine the impact of group investigation learning model with multi representation on the topic of optical devices on scientific reasoning and *problem solving* skill. This study were carried out using quasi experimental method with pretest-posttest control group design and two XI MIA classes as sample. The result showed that there were an impact of group investigation learning model with multi representation on the topik of optical devices on scientific reasoning and *problem solving* skill of high school students. The mean value of scientific reasoning and *problem solving* ability of experimental class students who learned by group investigation learning model with multi representation is higher than control class students who learned by group investigation learning model.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi pada topik alat-alat optik terhadap kemampuan penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* siswa SMA. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen kuasi dengan desain *pretest-posttest control group* dengan dua kelas XI MIA sebagai sampel. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi pada topik alat-alat optik terhadap kemampuan penalaran ilmiah dan pemecahan masalah siswa SMA. Nilai rerata penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* siswa kelas eksperimen yang belajar menggunakan pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi lebih tinggi dari siswa kelas kontrol yang belajar menggunakan pembelajaran *group investigation*.

Alamat Korespondensi:

Apolonia Delviyanti Putri Marga
Pendidikan Fisika
Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: putrianytha@yahoo.com

Mengantar siswa untuk dapat memahami konsep fisika dan menyelesaikan suatu permasalahan fisika dengan solusi yang tepat bukanlah hal yang mudah. Untuk sampai pada tujuan ini, setidaknya siswa perlu memiliki beberapa kemampuan, diantaranya adalah penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* yang baik. Penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* perlu diajarkan dalam pembelajaran IPA, termasuk fisika, untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan global (Susilowati & Anam, 2017). Dengan penalaran ilmiah yang baik, siswa dapat mengenali konsep yang dimiliki dan jika konsep itu salah, siswa akan mengetahui alasan mengganti konsep tersebut (Lee & She, 2010). Selain itu, penalaran ilmiah yang baik akan membantu siswa untuk merumuskan kesimpulan, membuat keputusan dan mengutarakan pendapat dengan bahasa yang baik serta mudah dipahami (Wegerif, 2002). Sementara kemampuan *problem solving* yang baik dapat membantu siswa untuk memahami masalah yang dibahas sehingga dapat menentukan penyelesaian yang tepat untuk masalah tersebut (Fabby & Koenig, 2015). Memiliki penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* yang baik dapat mengantarkan siswa memahami materi pelajaran yang diajarkan dengan baik pula (Buteler & Coleoni, 2016; Heong et al., 2011). Baik penalaran ilmiah maupun kemampuan *problem solving* perlu dimiliki oleh siswa dalam belajar terutama dalam mempelajari materi-materi fisika yang dianggap sulit, misalnya alat-alat optik.

Optik merupakan ilmu fisika yang mempelajari tentang cahaya, baik itu perilaku, karakteristik serta interaksi cahaya dengan materi (Serway, Vuille, & Faughn, 2008). Penekanan dalam pembelajaran materi optik terletak pada konstruksi konseptual dalam optik geometris yang meliputi perambatan, pemantulan dan pembiasan cahaya. Akan tetapi, pembelajaran tentang konsep dasar optik masih sulit dipahami oleh siswa (Ouattara & Boudaoné, 2012). Selain itu, terdapat miskonsepsi dalam beberapa topik fisika dan salah satunya adalah tentang cahaya dan optik (Docktor & Mestre, 2014). Miskonsepsi ini dapat mengurangi pemahaman siswa tentang materi yang dipelajari dan mempengaruhi kemampuan mereka tidak berfungsi

secara efektif (Masters & Grove, 2010). Pembentukan bayangan yang dihasilkan oleh cermin, lensa atau alat-alat optik merupakan titik potong dari sinar pantul atau sinar bias sehingga materi optik sebagian besar direpresentasikan dalam gambar dan matematis (Andreou & Raftopoulos, 2011; Djanette & Fouad, 2014). Siswa akan menemukan beberapa jenis representasi dalam mempelajari materi optik. Akan tetapi, menggunakan multi representasi dalam pembelajaran tidaklah mudah bagi siswa misalnya siswa kesulitan dalam menghubungkan satu representasi dengan representasi lainnya sehingga ada kecenderungan siswa untuk menggunakan satu model representasi saja (Kozma, 2003). Untuk alasan ini, siswa perlu dibantu dengan suatu menggunakan suatu model pembelajaran yang dapat membantu siswa dalam menghubungkan representasi yang ada, misalnya dengan menggunakan model pembelajaran *group investigation*.

Group investigation merupakan suatu bentuk media yang efektif untuk mendorong siswa berperan aktif dalam pembelajaran (Sharan & Sharan, 1990). Dalam penelitian terdahulu dikatakan bahwa sikap ilmiah, hasil belajar dan prestasi siswa dapat ditingkatkan dengan model pembelajaran *group investigation* (Istikomah, Hendratto, & Bambang, 2010; Lazarowitz, Hertz-Lazarowitz, & Baird, 1994). Siswa yang dipasangkan untuk bekerja sama dengan temannya sendiri dapat menyelesaikan masalah dengan lebih baik (Azmitia & Montgomery, 1993). Pada model pembelajaran GI, siswa diberi kesempatan untuk merencanakan cara memecahkan persoalan, berkomunikasi dengan teman sekelompok dan menyampaikan hasil investigasi kepada teman-teman kelompok lain (Sharan & Sharan, 1990; Tan, Sharan, & Lee, 2007).

Berangkat dari karakteristik materi optik yang melibatkan representasi dalam pembelajarannya dan kesulitan siswa dalam menghubungkan representasi yang ada, peneliti ingin menerapkan suatu model pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi. Meskipun model pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi dapat melibatkan siswa secara aktif untuk belajar dan memberi peluang bagi siswa untuk saling membantu mengatasi kesulitan belajar, tetapi apakah model pembelajaran ini sungguh dapat meningkatkan penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* siswa pada topik alat-alat optik?

Dalam penelitian ini, peneliti akan mengidentifikasi pengaruh model pembelajaran *group investigation* dengan strategi multi representasi pada topik alat-alat optik terhadap penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* siswa. Dengan menggunakan menggunakan model pembelajaran ini, siswa diharapkan mampu mengatasi kesulitan mereka dalam memahami materi fisika termasuk mampu menalar dan menyelesaikan permasalahan fisika dengan lebih baik.

METODE

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan desain eksperimen kuasi dengan rancangan penelitiannya adalah *pretest-posttest control group*. Penelitian ini mengambil populasi seluruh siswa kelas XI MIA SMA Negeri 8 Malang semester genap tahun pelajaran 2018/2019. Subjek penelitiannya adalah kelas XI MIA 1 sebagai kelas kontrol dengan jumlah siswa 31 orang dan kelas XI MIA 2 sebagai kelas eksperimen dengan jumlah siswa sebanyak 32 orang.

Penelitian ini terdiri dari beberapa langkah dalam prosesnya. Langkah pertama adalah melakukan *pretest*. *Pretest* dilakukan dengan memberikan tes uraian pada siswa sebelum dilaksanakan proses pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi. Kemudian hasil *pretest* akan dianalisis secara kuantitatif. Langkah kedua adalah melaksanakan pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi pada kelas eksperimen. Penggunaan multi representasi pada pembelajaran ini ditekankan pada penggunaan representasi verbal, matematis, diagram, simulasi *simbucket* dan penggunaan video dalam membantu penalaran ilmiah siswa dan pemecahan masalah. Adapun perangkat pembelajaran yang mendukung proses pembelajaran meliputi RPP, LKS dan tugas. Selama kegiatan pembelajaran ini juga dilakukan observasi pembelajaran untuk melihat keterlaksanaan proses pembelajaran serta membuat catatan lapangan. Untuk kelas kontrol digunakan model pembelajaran *group investigation*. Langkah ketiga adalah melaksanakan *posttest*. *Posttest* ini dilaksanakan untuk mengetahui besarnya peningkatan penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* siswa. Kemudian hasil *posttest* akan dianalisis secara kuantitatif. Tahap selanjutnya adalah menginterpretasikan semua data yang diperoleh untuk membuat kesimpulan sesuai dengan pertanyaan penelitian.

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan lembar observasi keterlaksanaan proses pembelajaran serta tes uraian untuk penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* siswa. Observasi keterlaksanaan proses pembelajaran akan dilakukan oleh guru mata pelajaran fisika dan mahasiswa pascasarjana Universitas Negeri Malang. Aspek yang diamati meliputi tahap-tahap pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi. Sementara untuk tes uraian, peneliti menggunakan tiga soal uraian penalaran ilmiah dan tiga soal uraian kemampuan *problem solving*. Rubric yang dikembangkan oleh KARplus dkk (1980) digunakan sebagai instrument penilaian penalaran ilmiah sedangkan penilaian kemampuan *problem solving* menggunakan rubrik kemampuan *problem solving* yang dikembangkan oleh Docktor dkk. (2016). Sebelum melakukan analisis data dengan uji manova satu jalur, peneliti akan melakukan uji normalitas dan uji homogenitas data terlebih dahulu.

HASIL

Kegiatan pembelajaran dilaksanakan selama lima pertemuan, baik itu pada kelas kontrol maupun kelas eksperimen. Pada pertemuan pertama dilaksanakan *pretest*, pertemuan kedua sampai dengan pertemuan keempat dilaksanakan penyampaian materi dan pertemuan kelima dilaksanakan *posttest*. *Group investigation* digunakan pada kelas kontrol, sedangkan pada kelas eksperimen menggunakan pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi. Selama rangkaian kegiatan ini, observer melakukan pengamatan terhadap jalannya kegiatan pembelajaran. Observer mengisi rubrik pengamatan yang telah disediakan.

Seperti yang tersaji pada tabel 1, pada kelas eksperimen, rerata skor keterlaksanaan proses pembelajaran oleh guru adalah 82,5 % dan oleh siswa adalah 75,83 %. Sedangkan pada kelas kontrol, rerata skor keterlaksanaan proses pembelajaran oleh guru adalah 81,25 % dan oleh siswa adalah 74,17 %.

Tabel 1. Keterlaksanaan Proses Pembelajaran

	Keterlaksanaan Proses Pembelajaran (%)							
	Pemantulan dan pembiasaan		Mata dan kamera		Lup dan mikroskop		Rerata	
	Guru	Siswa	Guru	Siswa	Guru	Siswa	Guru	Siswa
GI* dengan multi representasi	82,5	73,75	81,25	67,5	83,75	86,25	82,5	75,83
GI*	81,25	75	80	62,5	82,5	85	81,25	74,17

*GI = *group investigation*

Dengan mengacu pada interpretasi keberhasilan keterlaksanaan pembelajaran pada Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa keterlaksanaan proses pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol oleh guru masuk dalam kategori sangat baik dan keterlaksanaan proses pembelajaran oleh siswa masuk dalam kategori baik.

Tabel 2. Kriteria Keterlaksanaan Proses Pembelajaran

Persentase Keberhasilan	Kategori
$80 \leq A \leq 100$	Sangat baik
$70 \leq B \leq 79$	Baik
$60 \leq C \leq 69$	Cukup
$D < 60$	Kurang

Pada tabel 3 ditunjukkan pengaruh model pembelajaran terhadap penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving*. Hasil analisis pengaruh variabel pada tabel 3 dapat diinterpretasikan dengan menggunakan nilai F dan nilai signifikansi. Jika nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi terhadap penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving*. Jika nilai $sig. < 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi terhadap penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving*.

Tabel 3. Hasil Analisis Pengaruh Variabel

Source	Dependent Variable	F	Sig
Kelas	Penalaran Ilmiah	4,315	0,042
	Kemampuan <i>problem solving</i>	4,706	0,034

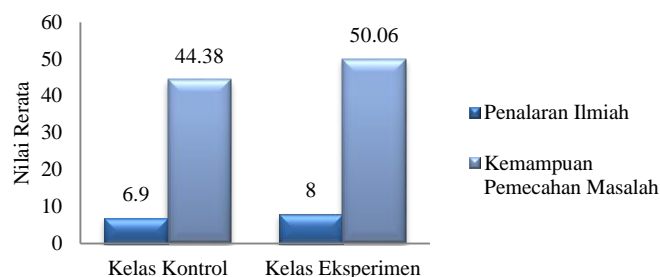
Dalam penelitian ini, nilai F_{tabel} adalah sebesar 4,00. Pada tabel 3 terlihat bahwa nilai F_{hitung} kedua variabel lebih besar dari F_{tabel} . Ini berarti bahwa terdapat pengaruh pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi terhadap penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* siswa SMA. Kesimpulan ini sama ketika interpretasi hasil dilihat dari nilai signifikansi. Pada nilai signifikansi, terlihat bahwa nilai $sig.$ kedua variabel lebih kecil dari 0,05 yang berarti bahwa terdapat pengaruh pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi terhadap penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* siswa SMA.

PEMBAHASAN

Berhasil atau tidaknya implementasi model pembelajaran ini diamati dengan menggunakan lembar observasi. Secara umum, dapat dikatakan bahwa proses pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi berjalan dengan baik. Berjalannya proses pembelajaran dengan baik tentu saja memberikan dampak positif bagi peneliti dalam mengumpulkan data penelitian sehingga dapat membantu peneliti dalam mengidentifikasi pengaruh model pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi pada topik alat-alat optik terhadap penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* siswa.

Berdasarkan tabel 3 terlihat bahwa nilai signifikan untuk penalaran ilmiah adalah 0,042 dan nilai signifikan pada kemampuan *problem solving* adalah 0,034. Nilai signifikansi pada dua variabel ini lebih kecil dari 0,05. Ini berarti bahwa ada pengaruh pembelajaran *group investigation* dengan strategi multi representasi pada topik alat-alat optik terhadap kemampuan penalaran ilmiah dan pemecahan masalah siswa SMA. Besarnya peningkatan penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* siswa ditunjukkan pada gambar 1.

Nilai Rerata Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol



Gambar 1. Nilai Rerata Penalaran Ilmiah dan Kemampuan *problem solving* pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

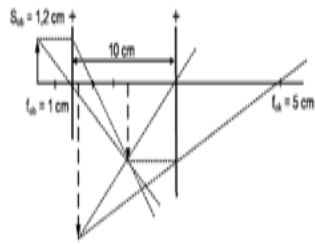
Pada gambar 1 terlihat bahwa nilai rerata penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* pada kelas yang dibelajarkan menggunakan pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi lebih baik dari nilai pada kelas yang dibelajarkan menggunakan pembelajaran *group investigation*. Hasil penelitian ini sesuai dengan beberapa penelitian yang menunjukkan pengaruh positif pada penggunaan model pembelajaran *group investigation*. Model *group investigation* memberikan peluang bagi siswa untuk beradaptasi dalam kelompok, berpartisipasi dalam pembelajaran, saling membantu teman saat belajar dan memberikan kesempatan bagi guru dalam memberikan penilaian ketrampilan siswa (Garrett & Hong, 2016).

Hal lain yang mempengaruhi tingginya nilai penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* pada kelas eksperimen adalah karena pada pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi ada penekanan penggunaan multi representasi ketika siswa menyelidiki suatu masalah. Dengan menggunakan representasi yang berbeda dalam belajar dapat memudahkan siswa dalam menguasai materi fisika (Waldrip, Prain, & Carolan, 2006). Melalui LKS yang dibagikan dan media pembelajaran yang digunakan, peneliti berusaha menyampaikan materi fisika dengan representasi yang berbeda untuk membantu siswa dalam belajar. Terampil dalam menggunakan multi representasi dapat membantu dalam memahami konsep dan menyelesaikan suatu permasalahan (De Cock, 2012; Kohl & Finkelstein, 2017). Salah satunya adalah melalui representasi gambar. Melalui representasi gambar, siswa semakin dilibatkan dalam memahami konsep, mewakili ide-ide ilmiah, dan membantu siswa menalar suatu pengetahuan (Ainsworth, Prain, & Tytler, 2011).

Untuk setiap soal uraian penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving*, peneliti menyajikan persoalan dengan menggunakan satu bentuk representasi. Kemudian siswa akan menyelesaikan permasalahan tersebut dengan menggunakan representasi lain. Misalnya untuk soal kemampuan *problem solving* pada Gambar 2, peneliti menyajikan representasi gambar dan kemudian meminta siswa menjawab pertanyaan. Dalam prosesnya siswa perlu menerjemahkan gambar yang disajikan dalam kata-kata dan melengkapi hal-hal terkait apa saja yang diketahui. Kemudian siswa menyelesaikannya dengan menggunakan representasi matematis.

Penyelesaian soal pada gambar 2 dilakukan dengan menggunakan tahap pemecahan masalah oleh Docktor dimana siswa menguraikan proses pemecahan masalah melalui tahap *useful description*, *physics approach*, *specific application of physics*, *matematical procedure*, dan *logical progression*. Pada tahap *useful description*, terlihat bahwa siswa dapat menerjemahkan masalah dengan baik dimana siswa menuliskan variabel-variabel apa saja yang muncul dalam permasalahan ini, yaitu s_n , s_{ob} , f_{ok} dan f_{ob} . Pada tahap *physics approach*, siswa dapat menentukan pengamatan seperti apa yang dimaksudkan dalam soal dan menuliskan persamaan perbesaran yang akan digunakan dalam menyelesaikan soal ini. Pada tahap *specific application of physics*, siswa belum menuliskan secara spesifik persamaan apa saja yang digunakan untuk menyelesaikan soal ini. Pada tahap ini, siswa seharusnya menuliskan persamaan lensa tipis dimana persamaan ini diperlukan untuk mencari nilai s'_{ob} yang dibutuhkan dalam untuk melengkapi penyelesaian persamaan perbesaran mikroskop. Pada tahap *matematical procedure*, terlihat bahwa siswa melakukan proses penyelesaian soal melalui prosedur dan mengikuti aturan matematika dengan baik. Pada tahap *logical progression*, siswa menyampaikan hasil dengan baik pula walaupun siswa tidak memberikan keterangan *logical progression* seperti yang digunakan pada tahap sebelumnya.

Seorang siswa ($s_n = 25 \text{ cm}$) melakukan percobaan menggunakan mikroskop dengan data seperti diagram berikut:



Berapakah perbesaran mikroskop?

$s_n = 25 \text{ cm}$
 $s_{ob} = 1,2 \text{ cm}$
 $f_{ob} = 1 \text{ cm}$
 $f_{ok} = 5 \text{ cm}$
 perbesaran mikroskop : ?
 PA : pengamatan dengan mata berakomodasi maksimum
 perbesaran mikroskop
 $M = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \left(\frac{s_n}{f_{ok}} + 1 \right)$
 SA : $M = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \left(\frac{s_n}{f_{ok}} + 1 \right)$
 MP : menentukan s'_{ob}

$$\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{s_{ob}} + \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$\frac{1}{1} = \frac{1}{1,2} + \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$s'_{ob} = 6,9 \text{ cm}$$
 perbesaran mikroskop

$$M = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \left(\frac{s_n}{f_{ok}} + 1 \right)$$

$$= \frac{6,9}{1,2} \times \left(\frac{25}{5} + 1 \right)$$

$$= 5,75 \times \frac{30}{5}$$

$$= 29,5 \text{ kali}$$
 Jadi, perbesaran mikroskop adalah sebesar 29,5 kali

Gambar 2. Contoh Soal dan Jawaban Kemampuan *problem solving* Siswa

Untuk penalaran ilmiah, peneliti menyajikan soal uraian dengan item penalaran meliputi *correlational reasoning*, *probabilistic reasoning* dan *proportional reasoning*. Soal pada gambar 3 merupakan soal *probabilistic reasoning*. Dalam penyajian soal ini, peneliti menggunakan representasi matematis. Kemudian siswa menjawab soal dengan menggunakan representasi verbal.

Perbesaran bayangan sebuah lup dinyatakan dalam:

$$m = \frac{s_n}{f}$$

Untuk mendapatkan sebuah perbesaran (positif) pada lup, lensa manakah yang harus dipilih; lensa dengan jarak fokus yang lebih kecil ataukah lensa dengan jarak fokus yang lebih besar? Jelaskan!

6) Perbesaran bayangan Lup

$$m = \frac{s_n}{f}$$

 Untuk mendapat perbesaran positif

$$M = \frac{s_n}{f}$$

 s_n → jarak benda
 f → jarak fokus
 Karena M adalah perbesaran yg dpt dicari dgn perbandingan s_n (jarak benda) dan f (fokus), maka untuk mendapat perbesaran benda kita memilih lensa dgn jarak fokus yg lebih kecil

Gambar 3. Contoh Soal dan Jawaban Penalaran Ilmiah Siswa Tipe *Proportional Reasoning*

Dalam penelitian ini, peneliti akan menggunakan sudut pandang dimana siswa dapat mengumpulkan informasi dari sumber-sumber belajar yang ada ketika siswa dilibatkan dalam proses penalaran (Hammer, 2000). Pada gambar 3, siswa menjelaskan jawabannya dengan menuliskan arti dari setiap variabel yang ada dalam persamaan matematis. Selanjutnya siswa menjelaskan proses menalarinya dan menuliskan kesimpulan berdasarkan variabel yang ada dengan cukup baik. Siswa memahami dengan baik makna dari persamaan matematis pada soal. Dengan memperhatikan level penalaran pada rubrik penalaran ilmiah yang dikembangkan oleh Karplus dkk, pada soal dengan tipe *proportional reasoning* ini, penalaran ilmiah siswa berada pada level *ratio (R)* dimana siswa dapat menerapkan serta menggunakan persamaan dengan rasio (dalam soal pada Gambar 3, rasio dinyatakan dengan variabel) dan menentukan nilai secara tepat (Level 4).

Dari hasil pretest, posttest, lembar keterlaksanaan pembelajaran, dan catatan penting, peneliti menemukan bahwa siswa dapat menyelesaikan masalah dan menalar dengan lebih baik ketika siswa dibantu dengan beberapa representasi, mempelajari materi melalui representasi yang diajarkan secara bersama-sama, diberikan waktu belajar yang cukup dan yang lebih penting adalah tentang bagaimana guru dapat menyampaikan materi pembelajaran dengan cara yang sesuai dan dalam situasi kelas yang mendukung. Hal lain yang perlu digarisbawahi adalah siswa dapat mengembangkan kemampuan *problem solving* dan penalaran ilmiah jika kita menyediakan waktu dan kesempatan yang sesuai dengan kebutuhan siswa untuk melatih dan mengembangkan kemampuan tersebut (Fasching & Erickson, 1985). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa, penalaran dan pemecahan masalah dapat diperbaiki dengan memberikan siswa masalah-masalah ilmiah untuk dipecahkan selama enam minggu (Cheng, She, & Huang, 2017). Latihan dalam penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* dengan waktu yang cukup dapat memberikan dampak panjang dalam pencapaian akademik siswa (Adey & Shayer, 1994).

SIMPULAN

Dalam penelitian ini, proses pembelajaran *group investigation* dapat berjalan dengan baik. Dari hasil penelitian ditemukan bahwa terdapat pengaruh pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi pada topik alat-alat optik terhadap penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving*. Besarnya peningkatan nilai rerata penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* siswa menunjukkan bahwa nilai rerata penalaran ilmiah dan kemampuan *problem solving* yang diperoleh siswa yang belajar menggunakan model pembelajaran *group investigation* dengan multi representasi pada topik alat-alat optik lebih tinggi dari siswa yang belajar menggunakan model pembelajaran *group investigation*.

Peneliti dapat menyampaikan saran untuk penelitian ini, yaitu (1) hendaknya memperhatikan sikap siswa pada setiap tahapan pembelajaran untuk memastikan semua siswa berperan langsung dan aktif dalam kegiatan pembelajaran. Selain itu, penting untuk mengembangkan media pembelajaran tambahan dalam mengajarkan materi ini; (2) disarankan agar penggunaan model *group investigation* dengan multirepresentasi diimbangi dengan penyajian masalah yang lebih mampu membangkitkan semangat ingin tahu siswa. Selain itu, penting untuk menguraikan penggunaan multi representasi secara lebih rinci.

DAFTAR RUJUKAN

- Adey, P. & Shayer, M. (1994). *Really Raising Standards*. London: Routledge.
- Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011). Drawing to Learn in Science. *Science*, 333(6046), 1096–1097.
- Andreou, C., & Raftopoulos, A. (2011). Lessons from the History of the Concept of the Ray for Teaching Geometrical Optics. *Science & Education*, 20(10), 1007–1037.
- Azmitia, M., & Montgomery, R. (1993). Friendship, Transactive Dialogues, and the Development of Scientific Reasoning. *Social Development*, 2(3), 202–221.
- Buteler, L., & Coleoni, E. (2016). Solving Problems to Learn Concepts, How Does it Happen? A Case for Buoyancy. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020144.
- Cheng, S.-C., She, H.-C., & Huang, L. Y. (2017). The Impact of Problem-Solving Instruction on Middle School Students' Physical Science Learning: Interplays of Knowledge, Reasoning, and *Problem solving*. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*.
- De Cock, M. (2012). Representation Use and Strategy Choice in Physics *Problem Solving*. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 8(2), 020117.
- Djanette, B., & Fouad, C. (2014). Determination of University Students' Misconceptions about Light Using Concept Maps. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 152, 582–589.
- Docktor, J. L., Dornfeld, J., Frodermann, E., Heller, K., Hsu, L., Jackson, K. A., ... Yang, J. (2016). Assessing student written problem solutions: A Problem-Solving Rubric with Application to Introductory Physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 010130.
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of Discipline-Based Education Research in Physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10(2), 020119.
- Fabby, C., & Koenig, K. (2015). *Examining the Relationship of Scientific Reasoning with Physics Problem solving*. 16(4), 7.
- Fasching, J. L., & Erickson, B. L. (1985). Techniques for Teaching Scientific Reasoning and *Problem solving*. *To Improve the Academy*, 4(1), 195–202.
- Galili, I., & Hazan, A. (2000). Learners' Knowledge in Optics: Interpretation, Structure and Analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57–88.
- Garrett, R., & Hong, G. (2016). Impacts of Grouping and Time on the Math Learning of Language Minority Kindergartners. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 38(2), 222–244.
- Hammer, D. (2000). Student Resources for Learning Introductory Physics. *American Journal of Physics*, 68(S1), S52–S59.
- Heong, Y. M., Othman, W. B., Yunos, J. B. M., Kiong, T. T., Hassan, R. B., & Mohamad, M. M. B. (2011). The Level of Marzano Higher Order Thinking Skills among Technical Education Students. *International Journal of Social Science and Humanity*, 121–125.

- Istikomah, H., Hendratto, S., & Bambang, S. (2010). Penggunaan Model Pembelajaran Group Investigation untuk Menumbuhkan Sikap Ilmiah Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 6(1), 40-43.
- Karplus, R., Adi, H., & Lawson, A. E. (1980). Intellectual Development Beyond Elementary School VIII: Proportional, Probabilistic, and Correlational Reasoning. *School Science and Mathematics*, 80(8), 673–683.
- Kohl, P. B., & Finkelstein, N. (2017). Understanding and Promoting Effective Use of Representations in Physics Learning. In D. F. Treagust, R. Duit, & H. E. Fischer (Eds.), *Multiple Representations in Physics Education* (Vol. 10, pp. 231–254).
- Kosasih, K. (2014). *Strategi Belajar dan Pembelajaran Implementasi Kurikulum 2013*. Bandung: Yrama Widya.
- Kozma, R. (2003). The Material Features of Multiple Representations and Their Cognitive and Social Affordances for Science Understanding. *Learning and Instruction*, 13(2), 205–226.
- Lazarowitz, R., Hertz-Lazarowitz, R., & Baird, J. H. (1994). Learning Science in a Cooperative Setting: Academic Achievement and Affective Outcomes. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1121–1131.
- Lee, C.-Q., & She, H.-C. (2010). Facilitating Students' Conceptual Change and Scientific Reasoning Involving the Unit of Combustion. *Research in Science Education*, 40(4), 479–504.
- Masters, M. F., & Grove, T. T. (2010). Active Learning in Intermediate Optics Through Concept Building Laboratories. *American Journal of Physics*, 78(5), 485–491.
- Ouattara, F., & Boudaoné, B. (2012). Teaching and Learning in Geometrical Optics in Burkina Faso Third form Classes: Presentation and Analysis of Class Observations Data and Students' Performance. *British Journal of Science*, 5 (1).
- Serway, R. A., Vuille, C., & Faughn, J. S. (2008). *College Physics: Eight Edition*. Belmont, CA: Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Sharan, Y., & Sharan, S. (1990). Group Investigation Expands Cooperative Learning. *Educational Leadership*, 6.
- Susilowati, S. M. E., & Anam, K. (2017). Improving Students' Scientific Reasoning and Problem-Solving Skills by The 5E Learning Model. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 9(3), 506.
- Tan, I. G. C., Sharan, S., & Lee, C. K. E. (2007). Group Investigation Effects on Achievement, Motivation, and Perceptions of Students in Singapore. *The Journal of Educational Research*, 100(3), 142–154.
- Waldrip, B., Prain, V., & Carolan, J. (2006). Learning Junior Secondary Science through Multi-Modal Representations. *Electronic Journal of Science Education*, 11.
- Wegerif, R. (2002). *Literature Review in Thinking Skills, Technology and Learning*. 49.