

Pengembangan LKPD Berbasis *Relating, Experiencing, Applying, Cooperating, Transferring* (REACT) Berbantuan *PhET Simulation* Untuk Meningkatkan Penguasaan Materi dan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik SMA

Development of Students' Worksheet Based On Relating, Experiencing, Applying, Cooperating, Transferring (REACT) assisted by PhET Simulation to Improve the Mastery of Science Process Materials and Skills of High School Students

Seta Nara Hantika^{1*}, Supahar²

Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Negeri Yogyakarta¹ dan Dosen Jurusan Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta²

* Korespondensi Penulis. E-mail: seta3755fmipa.2017@student.uny.ac.id

Abstrak- Penelitian ini bertujuan menghasilkan dan mengetahui keefektifitasan LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* materi Optika Geometris yang layak untuk meningkatkan penguasaan materi dan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI SMA N 1 Sentolo. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan model 4D yang melibatkan 241 peserta didik kelas XI MIPA di SMA Negeri 1 Sentolo dan SMA Negeri 1 Wates. Instrumen penelitian terdiri atas RPP, LKPD, lembar validasi, soal pretest-posttest, angket respon, angket keterampilan poses sains, dan lembar keterlaksanaan RPP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* dinyatakan layak dengan kategori sangat baik dan (2) LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* efektif dalam meningkatkan penguasaan materi peserta didik sebesar 83,1% dengan kategori sedang dan meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik sebesar 82,6% dengan kategori sedang berdasarkan nilai Partial Eta Squared pada uji GLM-ANOVA.

Kata-Kata Kunci: LKPD, REACT, Optika Geometri, Penguasaan Materi, Keterampilan Proses Sains.

Abstract- This study aimed to know the effectiveness of REACT-based LKPD assisted by *PhET Simulation* of geometric optical materials that are eligible to improve the mastery of materials and science process skills of grade XI students at SMA N 1 Sentolo. This type of research is development research of with 4D models involving 241 students of class XI MIPA at SMA Negeri 1 Sentolo and SMA Negeri 1 Wates. The research instruments consists of RPP, LKPD, validation sheet, pretest-posttest question, response questionnaire, science poses skill questionnaire, and RPP implementation sheet. The results showed that (1) REACT-based LKPD assisted *PhET Simulation* developed was declared eligible with excellent category and (2) REACT-based LKPD assisted by *PhET Simulation* is effective in increasing the mastery of student materials by 83.1% with medium category and improving students' science process skills by 82.6% with medium category based on Partial Eta Squared value in GLM-ANOVA test.

Keywords: LKPD, REACT, Geometry Optics, Material Mastery, Science Process Skills

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat di abad ke-21 ini menuntut peserta didik dapat mengembangkan keterampilan kompetitif yang berfokus pada pengembangan keterampilan dan berpikir tingkat tinggi. Hal tersebut bertentangan dengan kondisi pendidikan di Indonesia yang mengalami krisis pembelajaran sejak masa prapandemi *Covid-19*. Krisis pembelajaran ini diketahui berdasarkan data laporan hasil UN oleh Kemendikbud, dari tahun 2015 hingga 2019 rata-rata nilai UN peserta didik SMA IPA di Indonesia semakin menurun. Penelitian PISA (*Programme for International Student*

Assessment) menyatakan bahwa keterampilan proses sains di Indonesia juga semakin menurun dibuktikan dengan nilai yang diperoleh pada penelitian tahun 2015 dan 2018 berada di bawah nilai rata-rata OECD (*Organisation for Economic Cooperation and Development*). Hasil penelitian Khaerudin (2017, p.1) sependapat dengan hasil penelitian PISA yang menyatakan bahwa keterampilan proses sains peserta didik masih rendah yaitu 46,08%. Hal tersebut disebabkan karena masih banyak metode pembelajaran yang mengutamakan hasil akhir peserta didik dibandingkan dengan keterampilan proses. Pendidik seharusnya tidak hanya memperhatikan hasil akhir

namun dalam proses pembelajaran juga memperhatikan keterampilan proses sains untuk menyelesaikan suatu masalah (Citradevi et al., 2017, p.26).

Di masa *new normal* saat ini, telah diterapkan kebijakan *study from home* (belajar dari rumah) sehingga dilakukan Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ). Namun dalam pelaksanaannya banyak peserta didik yang tidak memiliki kebebasan dalam mengikuti PJJ yang berakibat pada hilangnya kesempatan belajar yang layak. Berdasarkan hasil observasi di SMA N 1 Sentolo diketahui bahwa sebagian peserta didik menyatakan kesulitan memahami materi karena beberapa pendidik hanya memberikan tugas sehingga peserta didik cenderung kurang berminat dengan pembelajaran Fisika. Hal tersebut berpengaruh terhadap kurangnya penguasaan materi peserta didik terlihat dari rendahnya nilai fisika di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) salah satunya pada materi optika geometri pada pembelajaran Fisika di kelas XI SMA. Selain itu peserta didik terbatas dalam melakukan praktikum yang menyebabkan keterampilan proses sains peserta didik menjadi rendah. Menurut Trianto (2010, p.148) keterampilan proses sains perlu dilatih dalam pembelajaran karena keterampilan proses mempunyai beberapa peran yaitu membantu siswa belajar mengembangkan pikirannya; memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan penemuan; meningkatkan daya ingat; memberikan kepuasan intrinsik bila anak berhasil melakukan sesuatu; serta membantu siswa mempelajari konsep-konsep sains.

Strategi dalam menghadapi permasalahan ini yaitu digunakan media baru dengan metode pembelajaran yang efektif dalam pembelajaran fisika secara daring yang dapat memudahkan penyampaian materi dan dapat menunjang keterampilan peserta didik. Darmodjo dan Kaliges (1992, p.40) menyatakan bahwa LKPD dapat digunakan untuk mengoptimalkan aktivitas peserta didik dalam pembelajaran. Prastowo (2011, p.205-206) menjelaskan bahwa LKPD memiliki setidaknya empat fungsi yaitu LKPD sebagai bahan ajar yang bisa meminimalkan peran pendidik dan lebih mengaktifkan peserta didik; sebagai bahan ajar yang mempermudah peserta didik untuk memahami materi yang diberikan; sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih; serta memudahkan pelaksanaan pengajaran kepada peserta didik. Dalam penggunaannya di abad 21 ini LKPD dapat dipadukan dengan aplikasi *PhET Simulation* yang menyediakan simulasi pembelajaran fisika berbasis laboratorium maya (*virtual laboratory*).

Pemanfaatan LKPD dalam pembelajaran akan optimal dengan menerapkan model pembelajaran yang relevan. Model pembelajaran REACT merupakan bagian dari pembelajaran kontekstual yang dapat

membantu peserta didik untuk menghubungkan konsep yang akan dipelajari dengan pengetahuan yang telah dimilikinya (*relating*). Peserta didik tidak hanya menghafal rumus namun dapat menemukan pengetahuan baru (*experiencing*), menerapkan pengetahuan yang dipelajari dengan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari (*applying*), mengembangkan kemampuan bekerjasama (*cooperating*) dan mentransfer pengetahuan dalam situasi atau konteks baru (*transferring*) (CORD, 2019 p.3-13). LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* lebih mengarahkan peserta didik untuk melakukan percobaan yang dapat mengasah keterampilan proses sains meliputi aspek mengamati, melakukan percobaan, mengukur, menginterpretasi data, menyimpulkan dan mengomunikasikan. Seiring dengan percobaan yang dilakukan, peserta didik akan memahami materi yang berkaitan dengan percobaan tersebut. Dengan demikian peserta didik dapat menemukan sendiri sebuah konsep fisika sehingga diharapkan penguasaan materi dapat meningkat yaitu pada aspek mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), dan menganalisis (C4).

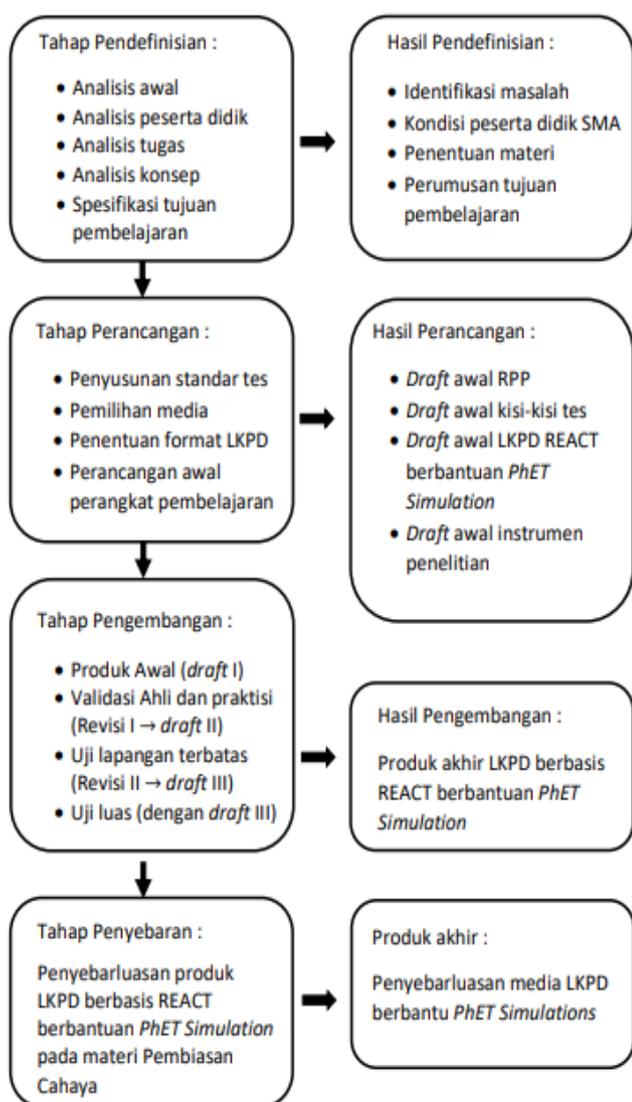
LKPD berbasis REACT diharapkan dapat menjadi media pembelajaran fisika yang sesuai dengan perkembangan teknologi untuk meningkatkan kompetensi peserta didik. Untuk itu LKPD yang dikembangkan haruslah memenuhi kriteria layak dan dapat digunakan untuk meningkatkan penguasaan materi dan keterampilan proses sains pada materi optika geometri. Berdasarkan permasalahan dan pemikiran tersebut, penulis melakukan penelitian pengembangan dalam penyelesaian tugas akhir skripsi yang berjudul "Pengembangan LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* untuk Meningkatkan Penguasaan Materi dan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik SMA".

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan *Research and Development* (R&D). Desain pengembangan penelitian ini adalah pengembangan model 4D (*Four D Models*) menurut Thiagarajan (Kurniawan, 2017, p.216). Desain pengembangan model 4D terdiri dari tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap penyebaran (*disseminate*).

Tahap pendefinisian dilaksanakan untuk menganalisis gambaran umum masalah serta karakteristik objek penelitian sehingga dapat ditentukan materi, tugas, serta spesifikasi produk yang akan dikembangkan. Selanjutnya tahap perancangan

dilakukan untuk membuat draf awal instrumen penelitian. Pada tahap pengembangan dilakukan penyusunan produk awal, validasi instrument penelitian oleh ahli dan praktisi, uji terbatas serta uji luas. Tahap penyebaran dilakukan untuk mensosialisasikan atau mengembangkan produk pada populasi atau skala yang lebih luas.



Gambar 1. Prosedur Penelitian 4D models

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa instrumen perangkat pembelajaran dan instrumen pengumpulan data. Instrumen perangkat pembelajaran terdiri dari RPP dan produk LKPD yang dikembangkan. Instrumen pengumpulan data berupa lembar validasi RPP; lembar validasi LKPD; lembar keterlaksanaan RPP, lembar penilaian penguasaan materi, angket respon, dan angket keterampilan proses sains beserta lembar validasi.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa cara. Tes *online* dilakukan dengan memberikan *pretest* sebelum pembelajaran dimulai dan *posttest* setelah berakhirnya pembelajaran secara *online*. Tes ini untuk mengukur peningkatan penguasaan materi peserta didik. Angket validasi digunakan untuk mendapatkan data nilai validasi terhadap perangkat yang dikembangkan dari validator ahli dan validator praktisi. Angket respon peserta didik untuk memperoleh data hasil respon peserta didik terhadap pembelajaran yang telah dilakukan dan angket keterampilan proses sains peserta didik digunakan untuk mengetahui tingkat keterampilan proses sains peserta didik sebelum dan setelah mengerjakan LKPD yang dikembangkan. Keterlaksanaan RPP dalam pembelajaran dan ketercapaian aspek keterampilan proses sains peserta didik diukur dengan observasi pada saat pembelajaran secara *virtual*.

Pengambilan data dilakukan pada semester genap tahun pelajaran 2020/2021 pada bulan April-Mei 2021. Pada uji coba instrumen pada penelitian ini telah melibatkan 175 peserta didik kelas XI MIPA 2 dari SMA Negeri 1 Sentolo dan peserta didik kelas XI MIPA 1, 2, 3, 4 dari SMA Negeri 1 Wates Tahun Ajaran 2020/2021 yang ditentukan secara *simple random sampling*. Sedangkan uji coba lapangan melibatkan 36 peserta didik kelas XI MIPA 3 dari SMA Negeri 1 Sentolo sebagai kelas eksperimen dan 30 peserta didik kelas XI MIPA 1 dari SMA Negeri 1 Sentolo sebagai kelas kontrol yang dipilih secara *cluster random sampling*. Desain penelitian eksperimen dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian Eksperimen

Group	Tes Awal	Independent Variabel	Tes Akhir
E	Y ₁	X ₁	Y ₂
C	Y ₁	X ₂	Y ₂

Keterangan:

E = kelas eksperimen

C = kelas kontrol

X₁ = Perlakuan dengan LKPD berbasis REACT

X₂ = Perlakuan dengan LKPD konvensional

Y₁ = *pretest* dan angket KPS awal peserta didik

Y₂ = *posttest* dan angket KPS akhir peserta didik

Data yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berupa masukan dalam bentuk komentar dan saran dari validator ahli dan praktisi, masukan dari peserta didik melalui angket respon serta masukan dari *observer* selama proses pembelajaran. Data kualitatif yang

diperoleh dianalisis sebagai bahan perbaikan dalam pengembangan LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation*. Data kuantitatif meliputi skor penilaian dari validator, nilai pretest-posttest, hasil angket keterampilan proses sains, hasil angket respon dan skor penilaian *observer*. Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui tingkat validitas serta reliabilitas instrumen penelitian dan kelayakan perangkat pembelajaran. Klasifikasi teknik analisis data kuantitatif dalam penelitian ini secara rinci disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Klasifikasi Teknik Analisis Penelitian

No	Teknik Analisis	Instrumen
1.	Validitas Aiken	Validasi soal <i>pretest-posttest</i> dan angket keterampilan proses sains peserta didik
2.	Koefisien <i>Alpha Cronbach</i> (α)	Tingkat reliabilitas soal <i>pretest-posttest</i> . Digunakan program <i>QUEST 4.0 (Shareware Version)</i>
3.	SBi	Menganalisis kelayakan LKPD berbasis REACT dan RPP
4.	<i>Interjudge of Agreement (IJA)</i>	Menganalisis keterlaksanaan RPP
5.	Analisis dengan program <i>QUEST 4.0 (Shareware Version)</i>	Analisis butir soal <i>pretest-posttest</i>
6.	<i>Method of Successive Interval (MSI)</i>	Mengonversikan data ordinal hasil angket keterampilan proses sains menjadi data interval. Digunakan aplikasi <i>Microsoft Excel 2013</i>
7.	Uji <i>General Linear Model (GLM)-ANOVA</i>	Mengetahui sumbangan efektif LKPD dalam meningkatkan penguasaan materi dan keterampilan proses sains peserta didik. Digunakan <i>software IBM SPSS Statistics 23.0</i>

Validitas Isi

Validitas isi berfungsi untuk mengukur peringkat validitas setiap item yang dibuktikan dengan menggunakan koefisien V Aiken. Koefisien validitas Aiken didapatkan dengan perhitungan skor mentah dari

ahli yang berjumlah n . Nilai koefisien V Aiken memiliki rentang antara -1 sampai dengan 1 (Supahar, 2015, p.66). Semakin tinggi nilai V yang diperoleh, semakin baik validitas tes secara keseluruhan Validitas isi dengan menggunakan koefisien V Aiken (Azwar, 2015, p.113) diperoleh dengan menerapkan formula:

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)}$$

Keterangan:

- s : selisih antara skor yang ditetapkan rater (r) dan skor terendah ($r - lo$)
- lo : angka penilaian validitas terendah
- r : angka yang diberikan oleh penilai
- V : indeks validitas butir
- n : banyaknya rater
- c : angka penilaian validitas yang tertinggi

Acuan standar kevalidan item berdasarkan nilai koefisien V Aiken menurut Koestoro & Basrowi (2006, p.244) ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Validitas Isi

No	Rentang Nilai V Aiken	Kategori
1.	0,80 – 1,00	Sangat Tinggi
2.	0,60 - 0,79	Tinggi
3.	0,40 – 0,59	Cukup Tinggi
4.	0,20 - 0,39	Rendah
5.	< 0,2	Sangat Rendah

Validitas Empiris

Validitas empiris diperoleh dari analisis respon terhadap tes yang diberikan kepada responden ketika uji coba tes. Validitas empiris (Sumintono & Widhiarso, 2014, p.12-47) dapat ditentukan dengan menggunakan *Item Response Theory (IRT)*. *Rasch model* merupakan bagian dari IRT yang dapat dilakukan dengan bantuan program *QUEST 4.0 (Shareware Version)*. Apabila nilai *INFIT MNSQ* berada pada rentang 0,77 sampai dengan 1,30 (Supahar, 2014, p.141) maka butir soal dinyatakan valid. Butir-butir yang berada dalam rentang tersebut dapat digunakan untuk pengukuran penguasaan materi peserta didik.

Koefisien Alfa

Tingkat reliabilitas instrumen dapat diketahui salah satunya dengan menggunakan koefisien Alfa. Reliabilitas adalah derajat konsistensi atau keajegan data dalam interval waktu tertentu (Sugiyono, 2009, p.3). Teknik perhitungan reliabilitas menggunakan program *QUEST* dengan memperhatikan nilai *internal consistency reliability* sebagai koefisien reliabilitas *alpha Cronbach* (α). Menurut Sugiyono (2009, p.231)

butir soal dianggap reliabel apabila memenuhi kriteria sebagai berikut.

Tabel 4. Estimasi Reliabilitas dengan *Alpha Cronbach*

No	Koefisien	
	Reliabilitas <i>Alpha Cronbach</i> (α)	Kategori
1.	0,00 – 0,19	Sangat Lemah
2.	0,20 – 0,39	Lemah
3.	0,40 – 0,59	Cukup kuat
4.	0,60 – 0,79	Kuat
5.	0,80 – 1,00	Sangat kuat

Wells dan Wollack dalam Azwar (2015, p.32) menyatakan bahwa tes standar yang disusun secara profesional harus memiliki koefisien konsistensi internal minimal 0,90. Tes yang tidak begitu tinggi tetap harus memperlihatkan konsistensi internal setidaknya 0,80 atau 0,85. Sementara untuk tes yang digunakan di kelas oleh para guru paling tidak memiliki koefisien reliabilitas 0,70 atau lebih.

Uji GLM-ANOVA

Pengujian perbedaan peningkatan penguasaan materi dan keterampilan proses sains antara penggunaan LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* dengan LKPD konvensional dapat dilihat pada nilai *Mean Difference* dalam tabel *Pairwise Comparisons*. *Mean Difference* didapatkan dari I dikurangi J . Apabila *Mean Difference* bernilai positif berarti I lebih besar dari J maka I lebih efektif dibandingkan J . Untuk mengetahui seberapa besar keefektifitasan LKPD berbasis REACT dalam meningkatkan penguasaan materi dan meningkatkan keterampilan proses sains maka dilihat dari nilai di kolom *Partial Eta Squared* di bagian baris *Wilks' Lambda* pada tabel *Multivariate Tests* sesuai yang disarankan Leech dkk. (Widhiarso, 2011, p.4). Ukuran besarnya efek atau pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain, besarnya perbedaan maupun hubungan yang bebas dari pengaruh besarnya sampel dapat dilihat pada nilai *Effect size Cohen's*. Nilai *effect size Cohen's* dari output hasil uji GLM – ANOVA ini dapat dilihat pada nilai *Partial Eta Squared* di tabel *Multivariate Tests*. Hasil perhitungan nilai *effect size Cohen's* diinterpretasikan dengan kriteria *Cohen's* pada Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Nilai *Effect Size Cohen's*

No	Nilai d	Kriteria
1.	0 – 0,20	Sangat rendah
2.	0,21 – 0,50	Rendah
3.	0,50 – 1,00	Sedang
4.	> 1,00	Tinggi

(Cohen's, 2011, p.617)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

1. Define

Peneliti melakukan observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran fisika dan peserta didik di SMA N 1 Sentolo dan diperoleh informasi bahwa terdapat beberapa masalah dalam pembelajaran fisika yang dapat diatasi dengan menggunakan LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation*.

2. Design.

Rancangan awal yang disusun pada tahap design menggunakan dua instrumen yaitu instrumen pembelajaran dan instrumen pengumpulan data. Pada instrumen pembelajaran meliputi pengembangan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan LKPD. Dan instrumen pengumpulan data terdiri dari soal *pretest-posttest* dan lembar angket keterampilan proses sains. Media pembelajaran yang akan dikembangkan oleh peneliti diselaraskan dengan materi fisika dan karakteristik peserta didik yang didapatkan dari hasil observasi dan wawancara sehingga pada penelitian ini dikembangkan suatu LKPD untuk materi pokok Optika Geometri.

3. Develop

Tahap Pengembangan (*develop*) adalah tahap kelayakan dari perangkat pembelajaran yang telah dibuat pada tahap desain, uji coba terbatas, dan uji luas.

a. Kelayakan Instrumen Pembelajaran dan Validasi Instrumen Pengumpul Data

Hasil kelayakan instrumen pembelajaran pada penelitian ini termasuk dalam kategori sangat baik dengan rincian hasil analisis kelayakan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kelayakan Instrumen Pembelajaran

No	Perangkat	Hasil	Keterangan
1.	RPP Kelas Eksperimen	SBi : 4,45	Validitas sangat baik
2.	RPP Kelas Kontrol	SBi : 4,51	Validitas sangat baik
3.	LKPD berbasis REACT	SBi : 4,56	Validitas sangat baik

Hasil validasi instrumen pengumpul data pada penelitian ini termasuk dalam kategori sangat tinggi dengan rincian hasil analisis validasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Validasi Instrumen Pengumpul Data

No	Perangkat	Hasil	Keterangan
1.	Soal <i>Pretest-Posttest</i>	V Aiken : 0,89	Validitas Sangat Tinggi
2.	Angket Keterampilan Proses Sains	V Aiken : 0,95	Validitas Sangat Tinggi

Berdasarkan analisis hasil validasi di atas diketahui bahwa instrumen penelitian yang dikembangkan valid, dan dapat digunakan dalam uji terbatas.

b. Uji Coba Terbatas

Pada tahap uji coba terbatas peserta didik dibagikan soal *pretest-posttest* dan angket respon peserta didik.

Analisis butir soal ini dilakukan pada hasil jawaban soal *pretest* dan *posttest* dengan menggunakan program *Quest 4.0 (Shareware Version)*. Hasil rekap analisis butir soal dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 8. Analisis Butir Soal *Pretest-Posttest*

No	Parameter	Estimasi Butir	Estimasi Testi
1.	INFIT MNSQ	$1 \pm 0,18$	$0,98 \pm 0,25$
2.	OUTFIT t	$1,05 \pm 0,4$	$1,05 \pm 0,64$
3.	<i>Internal consistency</i>		0,81

Berdasarkan hasil analisis di atas diketahui bahwa hasil penelitian cocok dianalisis dengan model *Rasch* karena nilai INFIT MNSQ berada pada rentang 0,77-1,33 dan nilai OUTFIT t $\leq 2,00$. Nilai *internal consistency* sebesar 0,81 sehingga dapat dikatakan bahwa butir soal yang digunakan dalam penelitian ini tergolong sangat reliabel.

Pada soal *pretest-posttest* diperoleh daya beda dengan kategori jelek, cukup, baik dan sangat baik. Soal yang jelek tidak digunakan pada uji luas. Tingkat kesukaran soal *pretest-posttest* yaitu proporsi soal mudah 40%, soal sedang 55%, dan soal dengan kategori sulit sebanyak 5%. Variasi tersebut dikatakan baik karena soal yang diberikan beragam tingkat kesukarannya sehingga tidak terlalu sulit maupun terlalu mudah, adapun rincian hasil analisis butir soal *pretest-posttest* sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Analisis Butir Soal

Butir Soal	Daya Beda		Tingkat Kesukaran	
	%	Kategori	%	Kategori
1.	0,45	Sangat baik	0,857	Mudah
2.	0,49	Sangat baik	0,840	Mudah

Butir Soal	Daya Beda		Tingkat Kesukaran	
	%	Kategori	%	Kategori
3.	0,45	Sangat baik	0,800	Mudah
4.	0,60	Sangat baik	0,451	Sedang
5.	0,38	Baik	0,823	Mudah
6.	0,11	Jelek	0,203	Sulit
7.	0,27	Cukup	0,811	Mudah
8.	0,58	Sangat baik	0,486	Sedang
9.	0,48	Sangat baik	0,697	Sedang
10.	0,39	Baik	0,594	Sedang
11.	0,43	Sangat baik	0,726	Mudah
12.	0,29	Cukup	0,391	Sedang
13.	0,33	Baik	0,729	Mudah
14.	0,47	Sangat baik	0,474	Sedang
15.	0,57	Sangat baik	0,617	Sedang
16.	0,62	Sangat baik	0,391	Sedang
17.	0,52	Sangat baik	0,731	Mudah
18.	0,62	Sangat baik	0,486	Sedang
19.	0,53	Sangat baik	0,449	Sedang
20.	0,56	Sangat baik	0,463	Sedang

Hasil angket respon peserta didik dianalisis dengan rata-rata ideal dan simpangan baku ideal dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 10. Hasil Analisis Respon Peserta Didik

Butir	x	\bar{x}_i	S <i>Bi</i>	Kategori
Pernyataan 1	3.32	2.5	0.5	Baik
Pernyataan 2	3.26	2.5	0.5	Baik
Pernyataan 3	3.01	2.5	0.5	Baik
Pernyataan 4	2.97	2.5	0.5	Baik
Pernyataan 5	2.87	2.5	0.5	Baik
Pernyataan 6	2.75	2.5	0.5	Cukup
Pernyataan 7	3.17	2.5	0.5	Baik
Pernyataan 8	3.11	2.5	0.5	Baik
Pernyataan 9	3.10	2.5	0.5	Baik
Pernyataan 10	2.99	2.5	0.5	Baik
Pernyataan 11	3.05	2.5	0.5	Baik
Pernyataan 12	3.28	2.5	0.5	Baik
Pernyataan 13	3.18	2.5	0.5	Baik
Pernyataan 14	3.09	2.5	0.5	Baik
Rata-rata	3.08			Baik

Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa LKPD termasuk dalam kategori baik menurut respon peserta didik sehingga layak untuk diujicobakan dalam pembelajaran di kelas operasional.

c. Uji Luas

Pada uji luas dilakukan pengumpulan data hasil *pretest-posttest* dan angket keterampilan proses sains peserta didik. Proses pembelajaran yang dilakukan sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran yang ada pada RPP dengan persentase keterlaksanaan yang dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Keterlaksanaan RPP

No	Kelas	Keterlaksanaan (%)
1.	Eksperimen	98,1
2.	Kontrol	100

Berdasarkan Tabel 11 dapat diketahui bahwa persentase rata-rata keterlaksanaan kegiatan pembelajaran pada kelas eksperimen sesuai dengan RPP yang disusun sebesar 98,1 % dengan kriteria baik. Hal ini menunjukkan bahwa RPP yang dibuat terlaksana dengan runtut dan baik serta LKPD berbasis REACT berbantuan PhET Simulation dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

Keefektifitasan LKPD berbasis REACT dalam meningkatkan penguasaan materi dan keterampilan proses sains pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat diketahui dengan analisis parametrik uji GLM.

Tabel 12. Hasil Analisis GLM

No	Variabel	Kelas	Nilai partial eta squared	Kategori
1.	Penguasaan materi	Ekperimen	0,831	Sedang
		Kontrol	0,470	Rendah
2.	Keterampilan proses sains	Ekperimen	0,826	Sedang
		Kontrol	0,323	Rendah

Berdasarkan hasil tersebut dapat diartikan bahwa LKPD berbasis REACT berbantuan PhET Simulation dapat meningkatkan penguasaan materi di kelas kontrol sebesar 47% dengan kategori rendah dan di kelas eksperimen sebesar 83,1% dengan kategori sedang; serta meningkatkan keterampilan proses sains di kelas kontrol sebesar 32,3% dengan kategori rendah dan di kelas eksperimen sebesar 82,6% dengan kategori sedang. Kategori tersebut berdasarkan pada interpretasi nilai *effect size Cohen's*.

4. Disseminate

Pada tahap diseminasi ini dilakukan dengan memberikan produk RPP dan LKPD berbasis REACT yang telah dikembangkan oleh peneliti kepada guru mata pelajaran fisika kelas XI di SMA Negeri 1 Sentolo.

Pembahasan

Penelitian ini mengembangkan LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* pada materi optika geometri untuk meningkatkan penguasaan materi dan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI SMA. Pengembangan LKPD ini melalui empat tahap pengembangan yaitu tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap penyebaran (*disseminate*).

1. Kelayakan LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation*

Produk yang dikembangkan berupa LKPD fisika yang memenuhi kualifikasi layak dan valid berdasarkan penilaian dari validator yaitu seorang dosen fisika dan tiga guru fisika. Secara keseluruhan kelayakan LKPD ditinjau dari empat aspek yaitu aspek materi, aspek didaktif, aspek konstruktif dan aspek teknis. Penilaian kelayakan LKPD dianalisis menggunakan persamaan rata-rata ideal dan simpangan baku ideal. Hasil dari analisis penilaian LKPD untuk seluruh aspek memiliki skor rata-rata yaitu 4,56. Sesuai dengan kriteria penilaian skala 5, rata-rata penilaian ahli memiliki kategori sangat baik. Dengan demikian LKPD ini dinilai layak digunakan sebagai perangkat pembelajaran. Penilaian berupa saran dan masukan dari dosen, guru fisika, dan peserta didik pada uji terbatas sangat bermanfaat bagi peningkatan kualitas perangkat pembelajaran. LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* telah memenuhi kriteria praktis berdasarkan hasil angket respon peserta didik dan observasi keterlaksanaan RPP. Hasil angket respon peserta didik menunjukkan rata-rata skor SBi sebesar 3,08 dengan kategori baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan dapat memudahkan peserta didik dalam mempelajari dan menguasai materi optika geometri dengan baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Prastowo (2011, p.206) bahwa paling tidak ada empat poin yang menjadi tujuan penyusunan LKPD, yaitu menyajikan bahan ajar yang memudahkan peserta didik untuk berinteraksi dengan materi yang diberikan; menyajikan tugas-tugas yang meningkatkan penguasaan peserta didik terhadap materi yang diberikan; melatih kemandirian belajar peserta didik; dan memudahkan pendidik memberikan tugas kepada peserta didik.

LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* yang dirancang dengan *Microsoft Word* 2013 ini layak dijadikan media belajar di dalam kelas maupun mandiri bagi peserta didik, sehingga peserta didik dapat belajar secara mandiri kapanpun dan dimanapun. Hal itu membuat peserta didik bisa mempelajari materi optika geometri di luar kelas,

sehingga peserta didik dan guru tidak lagi terkendala masalah terbatasnya waktu. LKPD berbasis REACT mempermudah peserta didik untuk dapat melakukan eksperimen secara *virtual* yang berkaitan dengan materi optika geometri. Selain itu, dengan adanya LKPD ini dapat membantu pendidik untuk menghubungkan konsep dengan pengetahuan peserta didik. Peserta didik tidak hanya menghafal rumus namun dapat menemukan pengetahuan baru, menerapkan pengetahuan yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari, mengembangkan kemampuan bekerjasama dan mentransfer pengetahuan dalam situasi atau konteks baru.

2. Keefektivitasan LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation*

Dalam penelitian pengembangan ini untuk mengetahui keefektivitasan LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* diuji dengan membandingkan peningkatan penguasaan materi dan peningkatan keterampilan proses sains antara satu kelas eksperimen yang menggunakan LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* dengan satu kelas kontrol yang menggunakan LKPD konvensional.

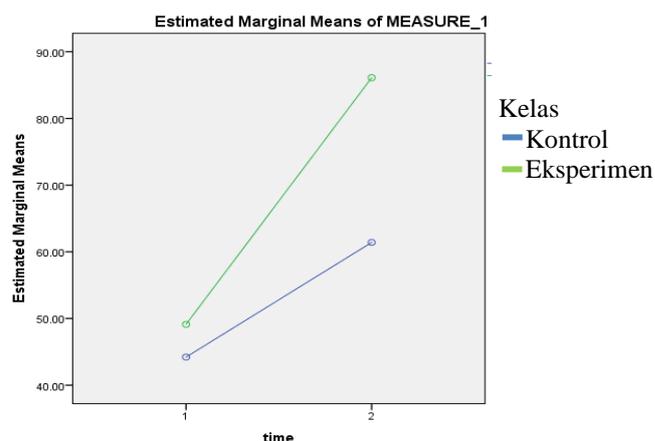
Uji keefektivitasan LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* dilihat dari data hasil *pretest-posttest* dan angket keterampilan proses sains awal-akhir pada kelas eksperimen. Hasil analisis menunjukkan skor rata-rata 49,12 untuk rata-rata nilai *pretest* dan skor rata-rata 86,40 untuk rata-rata nilai *posttest*. Sementara hasil analisis peningkatan keterampilan proses sains yang diperoleh menunjukkan skor rata-rata 50,51 untuk rata-rata nilai angket awal dan skor rata-rata 76,09 untuk rata-rata nilai angket akhir. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* dapat meningkatkan penguasaan materi dan keterampilan proses sains peserta didik. LKPD ini memiliki isi dan kegunaan yang layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Dengan pemanfaatan LKPD ini, proses belajar mengajar dilakukan dengan alokasi waktu yang sudah ditetapkan tanpa kendala tempat dalam persiapan dan pelaksanaan meskipun pembelajaran eksperimen dilakukan secara *virtual* memanfaatkan LKPD tersebut. Peserta didik dapat menyesuaikan kemampuan dan kecepatan masing-masing dalam belajar sehingga pembelajaran lebih efektif.

Peningkatan penguasaan materi dan peningkatan keterampilan proses sains dibuktikan dengan hasil nilai *Mean Difference (MD)* dalam tabel *Pairwise Comparisons*.

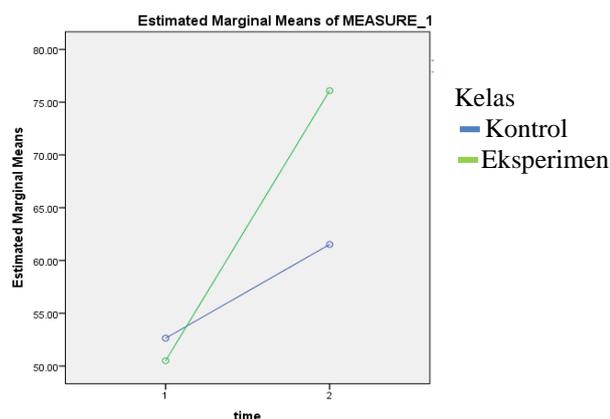
Tabel 13. Tabel *Pairwise Comparisons*

No	Variabel	Kelas	Mean Difference (I-J)
1.	Penguasaan materi	Kelas Kontrol	-17.192
		Kelas Eksperimen	-36.988
2.	Keterampilan proses sains	Kelas Kontrol	-8.883
		Kelas Eksperimen	-25.588

Dari tabel *Pairwise Comparisons* menunjukkan bahwa perubahan penguasaan materi pada kelas kontrol adalah signifikan ($MD=-17,192$; $p<0,05$), perubahan penguasaan materi pada kelas eksperimen adalah signifikan ($MD=-36,988$; $p<0,05$), perubahan keterampilan proses sains pada kelas kontrol adalah signifikan ($MD=-8,883$; $p<0,05$) dan perubahan keterampilan proses sains pada kelas eksperimen adalah signifikan ($MD=-25,588$; $p<0,05$). Nilai *Mean Difference (MD)* negatif menunjukkan bahwa rerata nilai tes akhir lebih tinggi dibanding dengan rerata nilai tes awal yang berarti bahwa subjek mengalami peningkatan. Nilai signifikansi terhitung yang diperoleh yaitu 0,00. Karena $p<0,05$, maka H_0 ditolak sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan peningkatan penguasaan materi dan peningkatan keterampilan proses sains antara kelas yang menggunakan LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* dengan kelas yang menggunakan LKPD konvensional. Peningkatan penguasaan materi dan peningkatan keterampilan proses sains dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Grafik Peningkatan Penguasaan Materi Peserta Didik



Gambar 3. Grafik Peningkatan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik

Dari kedua grafik tersebut dapat diketahui bahwa peserta didik pada kelas eksperimen yang menggunakan LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* mengalami peningkatan penguasaan materi dan keterampilan proses sains lebih tinggi daripada peserta didik pada kelas kontrol yang menggunakan LKPD konvensional.

Untuk mengetahui keefektifitasan LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* ditinjau dari peningkatan penguasaan materi dan peningkatan keterampilan proses sains peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol ditunjukkan pada tabel *Multivariate Tests* berikut.

Tabel 14. Tabel *Multivariate Tests*

Variabel	Kelas		Sig.	Partial Eta Squared
Penguasaan materi	Kelas Kontrol	Pillai's trace	.000	.470
		Wilks' lambda	.000	.470
		Hotelling's trace	.000	.470
		Roy's largest root	.000	.470
	Kelas Eksperimen	Pillai's trace	.000	.831
		Wilks' lambda	.000	.831
		Hotelling's trace	.000	.831
		Roy's largest root	.000	.831
Keterampilan proses sains	Kelas Kontrol	Pillai's trace	.000	.323
		Wilks' lambda	.000	.323
		Hotelling's trace	.000	.323
	Kelas Eksperimen	Pillai's trace	.000	.826
		Wilks' lambda	.000	.826
		Hotelling's trace	.000	.826

Variabel	Kelas	Sig.	Partial Eta Squared
Kelas Eksperimen	Roy's largest root	.000	.323
	Pillai's trace	.000	.826
	Wilks' lambda	.000	.826
	Hotelling's trace	.000	.826
	Roy's largest root	.000	.826
	Roy's largest root	.000	.826
	Roy's largest root	.000	.826
	Roy's largest root	.000	.826

Pada tabel *Multivariate Tests* dipaparkan empat macam tes signifikansi untuk setiap pengaruh pada model yaitu *Pillai's Trace*, *Wilks' Lambda*, *Hotelling's Trace* dan *Roy's Larger Root*. Tes yang dipakai adalah *Wilks' Lambda* sesuai yang disarankan Leech dkk. (2005). Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai signifikansi terhitung *Wilks' Lambda* sebesar 0,00. Dengan nilai signifikansi $<0,05$, dapat diartikan bahwa penguasaan materi dan keterampilan proses sains meningkat secara signifikan.

Tabel *Multivariate Test* pada output GLM - ANOVA seperti yang tertera di atas juga menunjukkan nilai *Partial Eta Squared* untuk mengetahui sumbangan efektif LKPD berbasis REACT untuk meningkatkan penguasaan materi dan keterampilan proses sains. Sesuai dengan uji *Wilks' Lambda* diperoleh nilai *Partial Eta Squared* pada peningkatan penguasaan materi di kelas kontrol sebesar 0,470; peningkatan penguasaan materi di kelas eksperimen sebesar 0,831; peningkatan keterampilan proses sains di kelas kontrol sebesar 0,323; dan peningkatan keterampilan proses sains di kelas eksperimen sebesar 0,826. Berdasarkan hasil tersebut dapat diartikan bahwa LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* dapat meningkatkan penguasaan materi di kelas kontrol sebesar 47% dengan kategori rendah dan di kelas eksperimen sebesar 83,1% dengan kategori sedang; serta meningkatkan keterampilan proses sains di kelas kontrol sebesar 32,3% dengan kategori rendah dan di kelas eksperimen sebesar 82,6% dengan kategori sedang. Kategori tersebut berdasarkan pada interpretasi nilai *effect size Cohen's*. Dapat disimpulkan bahwa LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* lebih efektif meningkatkan penguasaan materi dan keterampilan proses sains dibandingkan dengan pembelajaran menggunakan LKPD konvensional.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa: (1) produk LKPD berbasis

REACT berbantuan *PhET* sesuai untuk pembelajaran fisika pada materi optika geometri berdasarkan hasil analisis terhadap empat aspek yaitu aspek materi, aspek didaktif, aspek konstruktif dan aspek teknis dengan skor rata-rata total adalah 4,56 dengan kategori sangat baik sehingga LKPD telah memenuhi kriteria sebagai media pembelajaran yang layak digunakan untuk meningkatkan penguasaan materi dan keterampilan proses sains peserta didik SMA, dan (2) LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* efektif dalam meningkatkan penguasaan materi peserta didik sebesar 83,1% dengan kategori sedang dan meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik sebesar 82,6% dengan kategori sedang. LKPD berbasis REACT berbantuan *PhET Simulation* lebih efektif dalam meningkatkan penguasaan materi dan keterampilan proses sains dibandingkan LKPD konvensional berdasarkan nilai *Partial Eta Squared* pada uji GLM-ANOVA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Prof. Dr. Djumadi, M.Pd. dan Dr. Pujiyanto, M.Pd. selaku tim penguji, yang telah memberikan masukan serta arahan dalam penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Irvany Nurita Pebriana, M.Pd. selaku validator ahli; Juhan Wahyudi, S.Pd., Nur Zuniasih, S.Pd, M.Pd., dan Ummi Darurrohmah, S.Pd.Si selaku validator praktisi; Alda Fitra Wijanarko dan Candra Lilyanasari selaku observer; serta SMA Negeri 1 Sentolo dan SMA Negeri 1 Wates yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwar, S. (2015). *Reliabilitas dan Validitas*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Citradevi, C. P., A. Widiyatmoko, & M. Khusniati (2017). The Effectiveness of Project Based Learning (PjBL) Worksheet to Improve Science Process Skill for Seven Graders Of Junior High School in The Topic of Environmental Pollution. *Unnes Science Education Journal*, 6(3), 1677-1679.
- Cohen, L. Manion & Morrison, Lawrence. (2011). *Research methods in Education*. London: Routledge.
- CORD. (2019). *REACTing to Learn: Student Engagement Strategies in Contextual Teaching and Learning*, 3(1), 3-13.

doi:http://www.cord.org/REACTflyer_website.pdf

- Darmodjo, H, & Kaliges, J. (1992). *Pendidikan IPA 2*. Jakarta: Depdikbud.
- Khaerudin. (2017). *Model Pembelajaran Fisika Berbasis Keterampilan Proses Sains (Model PFBKPS)*. Sulawesi Selatan: Pusaka Almada.
- Koestoro, B. & Basrowi. (2006). *Strategi Penelitian Sosial dan Pendidikan*. Surabaya: Yayasan Kampusina.
- Kurniawan & Dian & Dewi, S.V. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran dengan Media Screencasto-Matic Mata Kuliah Kalkulus 2 Menggunakan Model 4-D Thiagarajan. *Jurnal Siliwangi*, 3(1), 214 – 219.
- Laporan Hasil Ujian Nasional. doi:<https://hasilun.puspendik.kemdikbud.go.id>
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results Combined Executive Summaries Volume I, II & III*. Secretary-General of the OECD, 3(2), 18. doi:https://www.oecd.org/pisa/Combined_Executive_Summaries_PISA_2018.pdf
- Prastowo, Andi. (2011). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif: Menciptakan Metode Pembelajaran yang Menarik dan Menyenangkan*. Yogyakarta: Diva Press.
- Sugiyono. (2009). *Statistik Untuk Penelitian*. Bandung: PT. Alfabeta.
- _____. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumintono & Widhiarso. (2014). *Aplikasi Model Rasch untuk Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*. Cimahi: Trim Komunikata Publishing House.
- Supahar, S. (2014). The estimation of inquiry performance test items of high school physics subject with quest program. In *International Conference on Research, Implementation And Education of Mathematics And Sciences*. Yogyakarta: Yogyakarta State University.
- _____. (2015). Applying content validity ratios (CVR) to the quantitative content validity of physics learning achievement tests. In *International Conference on Research, Implementation And Education of Mathematics*

And Sciences. Yogyakarta: Yogyakarta State University.

Trianto. (2010). *Model Pembelajaran Terpadu: Konsep, Strategi dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Bumi Aksara.

Widhiarso, Wahyu. (2011). *Aplikasi Anava Campuran Untuk Desain Eksperimen Pre-Post Test Design*. Fakultas Psikologi UGM: Yogyakarta.