



**PENGEMBANGAN LKPD BERBANTUAN PhET UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN PENGUASAAN KONSEP FISIKA**

Diah Ayu Puspaningrum*, Universitas Negeri Yogyakarta

Pujianto, Universitas Negeri Yogyakarta

diahayu2018@student.uny.ac.id.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghasilkan LKPD berbantuan simulasi PhET yang layak digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep fisika peserta didik; (2) mengetahui besar peningkatan keterampilan proses sains peserta didik setelah menggunakan LKPD berbantuan simulasi PhET; dan (3) mengetahui besar peningkatan penguasaan konsep fisika peserta didik setelah menggunakan LKPD berbantuan simulasi PhET. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (RnD) dengan model *4D* yang terdiri dari tahap pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran. Penelitian dilakukan di SMAN 5 Yogyakarta Tahun Ajaran 2021/2022 dengan subyek penelitian peserta didik kelas X MIPA 3 sebagai kelas eksperimen dan peserta didik kelas X MIPA 6 sebagai kelas kontrol. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah tes, lembar angket, dan lembar observasi. Teknik analisis data yang digunakan adalah *Method of Successive Interval* (MSI), Standar Baku Ideal (SBI), Aiken'V, *Interjudge Agreement* (IJA), dan standar gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) LKPD berbantuan simulasi PhET layak digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep fisika peserta didik; (2) LKPD berbantuan simulasi PhET dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik; dan (3) LKPD berbantuan simulasi PhET dapat meningkatkan penguasaan konsep fisika peserta didik.

Kata Kunci: LKPD, PhET, keterampilan proses sains, penguasaan konsep fisika.

Abstrac: *This research aims to: (1) develop student worksheet based on PhET*

Simulation for the improvement of the science process skill and mastering the concept of physics for students; (2) know the level of science process skills of students after using the student worksheet based on PhET Simulation; and (3) know the level of mastery physics concepts of the students after using the student worksheet based on PhET Simulation. This is a research and development with a 4D models (define, design, develop, dan disseminate). This research conducted at SMAN 5 Yogyakarta in 2021/2022 with the research subject is students of X MIPA 3 as an experiment class and the students of X MIPA 6 as a control class. The data collecting technique used were test, quisioner, and observation. The data analysis technique used were Method of Successive Interval (MSI), Standar Baku Ideal (SBI), Aiken'V, Interjudge Agreement (IJA), and N-Gain. The result showed that: (1) student worksheet based on PhET Simulation was appropriate to improve the science process skill and mastering the concept of physics for students. (2) Student worksheet based on PhET Simulation can improve science process skills of the students. (3) Student worksheet based on PhET Simulation can improve the mastery physics concepts of the students.

Key Words: student's worksheet, PhET, science process skill, mastering concept of physics.

PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia sedang berlaku kurikulum 2013. Kurikulum 2013 menekankan pada peningkatan *softskill* dan *hardskill*, di mana kedua kemampuan ini harus berjalan dengan seimbang sehingga peserta didik dapat secara adaptif melakukan proses pembelajaran. Kemampuan tersebut dapat diperoleh peserta didik melalui serangkaian kegiatan pembelajaran yang mencakup kompetensi sikap, keterampilan, dan pengetahuan. Kurikulum 2013 juga menekankan pada pendekatan saintifik yang mengarah pada keterampilan proses sains. Pendekatan ini memuat lima langkah yang dikenal dengan 5M, yaitu mengamati, menanya, mengeksplorasi, menalar, dan mengomunikasikan.

Pelaksanaan kurikulum 2013 pada masa pandemi covid-19 ini mendorong pendidik untuk mengembangkan perangkat pembelajaran yang semakin bervariasi guna memenuhi kebutuhan pembelajaran pada peserta didik. Pembelajaran fisika erat

kaitannya dengan fenomena di alam semesta yang dapat diamati ataupun yang tidak dapat diamati oleh mata manusia. Fenomena yang abstrak ini memerlukan visualisasi sebagai sesuatu yang konkret untuk dapat diajarkan kepada peserta didik. Visualisasi dapat ditunjukkan menggunakan media pembelajaran berupa alat peragafisika. Kondisi saat ini dengan kasus pandemi covid-19 yang meningkat sewaktu-waktu membuat sekolah harus cepat beradaptasi dengan segala perubahan peraturan pendidikan. Hal tersebut menuntut pendidik untuk memiliki beberapa alternatif perangkat pembelajaran yang fleksibel untuk digunakan dalam pembelajaran *offline* maupun *online* sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran sesuai dengan kompetensi dasar.

Pada pendidikan 4.0 telah dikenalkan berbagai media pendukung pembelajaran yang dapat diakses oleh peserta didik secara *offline* maupun *online*. Salah satu media pembelajaran yang dikenalkan adalah simulasi *Physics Education Technology* (PhET), yaitu laboratorium virtual yang dikembangkan oleh tim dari Universitas Colorado Amerika Serikat yang diprogram menggunakan java dan flash. Simulasi PhET berisi berbagai topik praktikum fisika yang dapat membantu pesertadidik dalam mendapatkan keterampilan proses sains dan menguasai konsep fisika. Praktikum virtual PhET dapat dilaksanakan dengan bantuan instrumen pembelajaran berupa bahan ajar. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD merupakan lembaran yang memuat materi, pedoman, dan tugas yang harus dilengkapi oleh pesertadidik dengan cara melakukan proses pembelajaran sesuai dengan panduan yang diberikan.

Hasil observasi pelaksanaan pembelajaran di SMAN 5 Yogyakarta diketahui bahwapeserta didik tergolong aktif mengikuti pembelajaran. Namun ketika pendidik menyampaikan pembelajaran di kelas dan bertanya mengenai proses sains, peserta didik cenderung pasif dalam memberikan jawaban. Hal ini dikarenakan peserta didik masih kebingungan dalam memahami beberapa proses sains. Belum berkembangnya keterampilan proses sains sebagai cara untuk membentuk pola berpikir pada peserta didik berdampak pada rendahnya penguasaan konsep fisika. Salah satu upaya menumbuhkan keterampilan proses sains pada peserta didik dilakukan melalui aktivitas praktikum. Adapun kendala pelaksanaan praktikum disiasati menggunakan praktikum virtual salah satunya PhET. Namun demikian, praktikum virtual bukan

sebagai pengganti praktikum yang dilaksanakan secara langsung di laboratorium. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan simulasi PhET sebagai pendukung pembelajaran fisika yang dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep fisika. Dengan demikian, akan dilakukan penelitian pengembangan oleh peneliti dengan mengembangkan LKPD Berbantuan Simulasi PhET yang bertujuan untuk mencapai peningkatan keterampilan proses sains dasar dan penguasaan konsep fisika peserta didik.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau RnD (*Research and Development*). RnD dengan *4D models*. Menurut Thiagarajan (1974: 5), desain penelitian *4D models* ini mempunyai 4 tahapan, yaitu tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LKPD berbantuan simulasi PhET sehingga dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep fisika peserta didik SMA. Penelitian dilakukan di SMAN 5 Yogyakarta, pada semester genap tahun pelajaran 2021/2022. Pengambilan data penelitian dilakukan bulan April – Mei 2022. Uji coba terbatas dilakukan bulan April 2022 dan uji luas dilakukan bulan Mei 2022. Subyek penelitian adalah peserta didik SMAN 5 Yogyakarta semester genap tahun pelajaran 2021/2022 dengan uji coba terbatas menggunakan kelas X MIPA 5 sebanyak 32 peserta didik dan untuk uji luas menggunakan kelas X MIPA 3 sebanyak 32 peserta didik sebagai kelas eksperimen dan kelas X MIPA 6 sebanyak 28 peserta didik sebagai kelas kontrol.

Prosedur penelitian meliputi tahap pendefinisian (*define*), terdiri dari analisis awal digunakan untuk mengetahui permasalahan yang dihadapi pendidik dan peserta didik dalam pembelajaran fisika di sekolah. Analisis ini dilakukan untuk menemukan solusi alternatif yang efisien untuk pembelajaran. Kedua, analisis karakteristik peserta didik bertujuan untuk mengidentifikasi minat dan karakteristik peserta didik dalam pembelajaran. Hal tersebut untuk mengetahui perangkat pembelajaran yang relevan dengan kebutuhan peserta didik. Ketiga, analisis tugas merupakan kegiatan mengidentifikasi keterampilan yang akan diperoleh peserta didik untuk menentukan isi

satuan pembelajaran. Adapun materi pelajaran yang dikembangkan dalam LKPD berbantuan simulasi PhET adalah materi Getaran Harmonik Sederhana. Keempat, analisis konsep merupakan kegiatan mengidentifikasi konsep-konsep utama yang akan digunakan, menyusun konsep secara sistematis, dan memerinci konsep-konsep yang relevan dengan materi pelajaran terkait. Kelima, spesifikasi tujuan pembelajaran merupakan kegiatan mengubah hasil analisis tugas dan konsep menjadi sebuah tujuan yang spesifik sesuai dengan kompetensi dasar. Hal ini sebagai dasar dalam pengembangan isi dari LKPD berbantuan simulasi PhET.

Tahap perancangan (*design*) terdiri dari, penyusunan tes acuan, tahap ini bertujuan untuk menyusun instrumen penelitian yang memuat instrumen perangkat pembelajaran dan instrumen pengumpulan data. Instrumen perangkat pembelajaran terdiri dari Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbantuan Simulasi PhET. Sedangkan instrumen pengumpulan data terdiri dari lembar validasi, lembar observasi keterampilan proses sains, lembar soal *pretest-posttest*, lembar angket respon peserta didik, dan lembar observasi keterlaksanaan RPP. Kedua, pemilihan media bertujuan untuk menentukan media yang tepat dalam pembelajaran. Media ini dipilih dengan menyesuaikan analisis tugas dan konsep, karakteristik peserta didik, karakteristik materi, cara membuat, serta rencana penyebarannya. Media yang digunakan dalam pengembangan LKPD berbantuan simulasi PhET adalah simulasi PhET. Media ini digunakan sebagai penyediaan perangkat pembelajaran yang membantu dalam mencapai tujuan pembelajaran. Ketiga, pemilihan format bertujuan untuk menentukan rancangan bahan ajar yang berkaitan dengan bentuk, isi, dan susunan bahan ajar. Format disusun sesuai dengan media pembelajaran yang digunakan. Keempat, perancangan desain awal pada penelitian ini menghasilkan Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbantuan simulasi PhET, dan Instrumen Pengumpulan Data. Perangkat pembelajaran ini digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep fisika.

Tahap pengembangan (*develop*) meliputi, pertama adalah validasi ahli dan praktisi, validasi oleh validator ahli dilakukan oleh dosen, sedangkan validator

praktisi dilakukan oleh pendidik mata pelajaran fisika di SMAN 5 Yogyakarta. Teknik pengumpulan data ini dilakukan dengan pemberian lembar validasi yang berisi penilaian, komentar, dan saran. Kedua, Perbaikan (Revisi)

1 instrumen pembelajaran dilakukan setelah tahap validasi dan mendapatkan penilaian dari validator ahli dan praktisi. Perbaikan dilakukan oleh peneliti sesuai dengan komentar dan saran yang diberikan oleh validator. Ketiga, uji coba terbatas dilakukan setelah perangkat pembelajaran direvisi dan dianggap layak untuk uji coba terbatas pada peserta didik SMA kelas X yang dipilih secara acak. Uji coba terbatas dilakukan

untuk mengetahui respon peserta didik sebagai bahan perbaikan terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Keempat, Perbaikan (Revisi) 2 dilakukan setelah mendapatkan hasil dari uji coba terbatas sehingga diketahui kekurangan produk pengembangan menurut peserta didik. Pada tahap ini akan dihasilkan produk pengembangan yang lebih baik dan layak digunakan untuk uji luas. Kelima, uji luas dilakukan setelah tahap uji coba terbatas dan revisi sehingga dihasilkan produk pengembangan yang lebih baik daripada uji coba terbatas. Tahap ini dilakukan untuk menghasilkan produk akhir yang layak digunakan dalam proses pembelajaran. Pada uji luas juga dilakukan pengukuran terhadap keterampilan proses sains dan penguasaan konsep fisika peserta didik.

Tahap penyebaran (*desseminate*), merupakan tahapan terakhir dari penelitian pengembangan *4D models*. Pada tahap ini peneliti menyebarluaskan produk yang dikembangkan yaitu LKPD berbantuan Simulasi PhET dan RPP. Tahap ini bertujuan untuk mengenalkan produk secara lebih luas sehingga dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran fisika di sekolah khususnya pada materi gerak harmonik sederhana. Adapun penyebarluasan yang dilakukan dengan memberikan LKPD berbantuan Simulasi PhET dalam bentuk *softfile* kepada pendidik dan peserta didik kelas X MIPA di SMAN 5 Yogyakarta.

Teknik Pengumpulan Data yang digunakan meliputi tes tertulis, lembar angket, dan lembar observasi. Tes tertulis digunakan untuk memperoleh data peningkatan penguasaan konsep fisika peserta didik dengan menggunakan soal *pretest-posttest*. *Pretest* dilakukan pada awal pembelajaran sebelum menggunakan LKPD dan *posttest*

dilakukan ada akhir pembelajaran setelah menggunakan LKPD. Selain itu LKPD dikerjakan oleh peserta didik untuk memperoleh data aspek keterampilan proses sains yang dicapai oleh peserta didik. Angket digunakan untuk memperoleh data validasi perangkat pembelajaran dari ahli materi dan praktisi. Angket juga digunakan untuk memperoleh data respon peserta didik terhadap proses pembelajaran menggunakan LKPD simulasi PhET yang dikembangkan. Observasi dilakukan untuk memperoleh data keterlaksanaan

RPP dan aspek keterampilan proses sains yang dicapai oleh peserta didik pada proses pembelajaran.

Teknik Analisis Data analisis yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, pertama adalah *Metode Successive Interval* (MSI). Angket dan lembar observasi sebagai instrumen pengumpulan data menggunakan skala likert 1 – 4 yang menghasilkan data ordinal. Berdasarkan data yang diperoleh, analisis angket dan lembar observasi dapat dilakukan dengan mengubah data ordinal menjadi interval menggunakan *metode successive interval* (MSI).

Teknik analisis yang kedua adalah analisis kelayakan instrumen. Analisis kelayakan validasi instrumen menggunakan Standar Baku Ideal (SBI) untuk. Kelayakan instrumen dianalisis menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

Menghitung skor rata-rata dari setiap aspek penilaian validasi dengan persamaan:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Mengubah skor rata-rata menjadi nilai kualitatif menggunakan skala 4 dengan kriteria sebagai berikut:

**Tabel 1. Kriteria
Penilaian Skala 4**

Rentang Skor	Kriteria
$(\bar{X}_i + 3S_{Bi}) \geq X \geq (\bar{X}_i + 1,5S_{Bi})$	Sangat Baik
$(\bar{X}_i + 1,5S_{Bi}) > X \geq \bar{X}_i$	Baik
$\bar{X}_i > X \geq (\bar{X}_i - 1,5S_{Bi})$	Kurang Baik
$(\bar{X}_i - 1,5S_{Bi}) > X \geq (\bar{X}_i - 3S_{Bi})$	Tidak Baik

Keterangan:

Skor maksimal ideal : skor

tertinggi

Skor minimal

ideal : skor terendah

X : skor yang diperoleh

\bar{X} : $\frac{1}{2}$ (skor maksimal ideal + skor minimal)

$SBi -$: $\frac{1}{6}$ (skor maksimal ideal - skor minimal ideal)

Teknik analisis yang ketiga adalah analisis reliabilitas kesesuaian nilai validator. Reliabilitas kesesuaian nilai antar penilai atau validator dalam penelitian ini menggunakan metode Borich, dalam (Yusna, dkk., 2021: 54) metode ini yang dikenal dengan *Percentage of Agreement* (PA) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$PA = \left[1 - \frac{A-B}{A+B} \right]$$

Keterangan:

A : skor validator yang lebih tinggi
B: skor validator yang lebih rendah

Instrumen dikatakan reliabel jika mempunyai persentase reliabilitas $\geq 75\%$.

Teknik analisis yang keempat adalah analisis validasi isi. Validitas Isi diperoleh dianalisis menggunakan Aiken'V. Koefisien Aiken'V digunakan untuk mengetahui hasil validitas alat ukur yaitu instrumen pengumpulan data yang terdiri dari soal *pretest-posttest* dan angket respon peserta didik. Persamaan yang dirumuskan oleh Aiken adalah sebagai berikut (Azwar, 2012)

$$V = \frac{\sum s}{[n(C - 1)]}$$

Keterangan

s : r - lo

lo : angka penilaian terendah
C : angka penilaian tertinggi

r : angka yang diberikan oleh validator

Nilai Aiken'V dikatakan valid apabila validasi isi berkisar antara 0.00 – 1.00. Di mana perhitungannilai Aiken'V dilakukan secara manual.

Teknik analisis yang kelima adalah analisis validitas empirik. Validitas dilakukan terhadapsoal *pretest-posttest* secara empirik menggunakan program QUEST. Validitas soal ditentukan berdasarkan nilai *INFIT Mean of Square* (INFIT MNSQ). Soal dikatakan valid apabila nilai INFITMNSQ terletak di antara 0,77 sampai dengan 1,33.

Teknik analisis yang keenam adalah analisis reliabilitas butir soal. Reliabilitas dilakukan terhadap soal *pretest-posttest* yang divalidasi. Nilai reliabilitas diukur menggunakan program QUEST berdasarkan formulasi koefisien alpha atau *Cronbach alpha* yang diamai melalui nilai *item reliability*. Adapun kriteria tingkat reliabilitas soal *pretest-posttest* disajikan dalam tabal berikut:

Tabel 2. Kriteria Reliabilitas Butir Soal

Skala Alpha Cronbach	Kriteria
0,00 – 0,20	Sangat Rendah
0,21 – 0,40	Rendah
0,41 – 0,60	Sedang
0,61 – 0,80	Tinggi
0,81 – 1.00	Sangat Tinggi

Teknik analisis yang ketujuh adalah analisis keterlaksanaan RPP. Analisis skor observasi keterlaksanaan RPP ditunjukkan dengan pemberian skor 1 pada kegiatan terlaksana dan 0 untuk kegiatan yang tidak terlaksana. Analisis keterlaksanaan RPP menggunakan teknik perhitungan *Interjudge Agreement (IJA)*. Adapun persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$IJA = \frac{A_y}{A_n}$$

Keterangan:

A_y : kegiatan yang terlaksana

A_n : tidak terlaksana yang

$$\frac{A_1 + A_2 + \dots + A_n}{n} \times 100\%$$

Teknik analisis yang kedelapan adalah analisis observasi keterampilan proses sains. Analisis observasi keterampilan proses sains dilakukan untuk mengetahui ketercapaian penguasaan keterampilan proses sains. Adapun persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Nilai total}(N_K) = \frac{N_A}{N_M} \times 100\%$$

Keterangan:
ngan:

N_A : Nilai yang dicapai peserta didik dalam suatu keterampilan

N_M : Nilai maksimum yang dicapai peserta didik

Teknik analisis yang kesembilan adalah analisis peningkatan penguasaan konsep. Analisis yang digunakan untuk mengetahui peningkatan penguasaan konsep fisika adalah analisis standar gain. Adapun persamaan analisis standar gain sebagai berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{skor pretest}}$$

Hasil nilai standar gain menurut Hake dalam Yulia, Connie, & Risdianto (2018) dapat diinterpretasikan melalui kriteria berikut:

Tabel 3. Kriteria Nilai Standar Gain

Standar Gain (g)	Kriteria
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 \geq g \geq 0,3$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

Teknik analisis yang kesepuluh adalah analisis angket respon peserta didik. Analisis angket respon peserta didik menggunakan Standar Baku Ideal (SBI) untuk mengetahui responpeserta didik ketika pembelajaran menggunakan LKPD berbantuan simulasi PhET.

Tabel 4. Kriteria Penilaian Angket Respon Peserta Didik

Kriteria	Skor skala setiap indikator	
	Positif	Negatif
Sangat Setuju	4	1
Setuju	3	2
Tidak Setuju	2	3
Sangat Tidak Setuju	1	4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kelayakan RPP dianalisis menggunakan SBI. RPP memperoleh skor rata-rata total penilaian kelayakan sebesar 3.58. Skor tersebut menunjukkan bahwa RPP memiliki kriteria baik dengan kesesuaian nilai antar validator sebesar 94.63 %. Berdasarkan hasil analisis pada observasi keterlaksanaan RPP selama dua kali pertemuan di kelas eksperimen menggunakan produk yang dikembangkan memenuhi persentase pelaksanaan RPP di atas 75%. Persentase keterlaksanaan RPP yang diperoleh yaitu sebesar 100% dengan kriteria sangat baik. Sedangkan di kelas kontrol juga memenuhi persentase pelaksanaan RPP di atas 75%. Persentase keterlaksanaan RPP yang diperoleh yaitu sebesar 96.88% dengan kriteria sangat baik.

Kelayakan soal *pretest-posttest* dianalisis menggunakan Aiken'V. Soal *pretest-posttest* memperoleh skor rata-rata total penilaian validasi isi sebesar 0.80. Skor tersebut menunjukkan bahwa soal *pretest-posttest* memiliki kriteria sangat tinggi.

Kelayakan angket respon peserta didik terhadap LKPD berbantuan simulasi PhET dianalisis menggunakan Aiken'V Angket respon peserta didik memperoleh skor rata-rata total penilaian validasi isi sebesar 0.89. Skor tersebut menunjukkan bahwa angket respon peserta didik memiliki kriteria sangat tinggi.

Kelayakan LKPD berbantuan Simulasi PhET dianalisis menggunakan SBI. LKPD berbantuan Simulasi PhET memperoleh skor rata-rata total penilaian kelayakan sebesar 3.73. Skor tersebut menunjukkan bahwa LKPD berbantuan Simulasi PhET memiliki kriteria baik dengan kesesuaian nilai antar validator sebesar 85.97 %.

Uji coba terbatas dilakukan setelah instrumen perangkat pembelajaran dan instrumen pengumpulan data diperbaiki atas saran dari validator ahli materi dan validator praktisi. Uji coba terbatas dilakukan bulan April 2022 dengan melibatkan peserta didik kelas X MIPA 5 di SMAN 5 Yogyakarta sebanyak 32 orang. Adapun hasil analisis berdasarkan data yang diperoleh pada uji coba terbatas meliputi analisis validasi empiris dan analisis reliabilitas butir soal *pretest-posttest*. Validasi empirik dilakukan terhadap soal *pretest-posttest* oleh peserta didik untuk mengetahui kualitas soal. Ringkasan analisis validitas empirik soal *pretest-posttest* dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Analisis Validitas Empirik

Butir Soal	INFIT MNSQ	Kriteria
1	1.10	Valid
2	0.98	Valid
3	0.94	Valid
4	0.75	Tidak Valid
5	0.97	Valid
6	0.96	Valid
7	0.99	Valid
8	1.28	Valid

9	1.02	Valid
10	1.16	Valid
11	0.80	Valid
12	0.74	Tidak Valid
13	0.69	Tidak Valid
14	1.24	Valid
15	1.26	Valid

Berdasarkan hasil analisis validitas empirik soal *pretest-posttest* diperoleh skor INFIT MNSQ di antara 0,77 sampai dengan 1,33 sebanyak 12 soal dari 15 soal yang diujicobakan. Skor tersebut menunjukkan bahwa terdapat 3 soal yang tidak valid sehingga tidak dapat digunakan dalam uji luas. Sedangkan 12 soal yang valid dapat digunakan dalam uji luas. Reliabilitas butir soal diukur menggunakan program QUEST dengan melihat nilai *item reliability*. Berdasarkan hasil analisis reliabilitas butir soal *pretest-posttest* diperoleh nilai *item reliability* sebesar 0.86 yang menunjukkan bahwa butir soal *pretest-posttest* reliabel.

Uji luas dilakukan setelah perbaikan hasil dari uji coba terbatas. Adapun hasil analisis berdasarkan data yang diperoleh pada uji coba terbatas meliputi analisis ketercapaian keterampilan proses sains, peningkatan penguasaan konsep, dan angket reson peserta didik. Data keterampilan

proses sains diperoleh melalui hasil pengamatan observer terhadap aspek-aspek keterampilan proses sains yang muncul pada peserta didik di kelas eksperimen. Hasil pengamatan tersebut dituliskan pada lembar observasi keterampilan proses sains yang terdiri dari enam aspek dengan empat indikator penilaian. Penilaian keterampilan proses sains dilakukan untuk setiap pertemuan di kelas yaitu sebanyak dua kali pertemuan. Ketercapaian keterampilan proses sains diperoleh melalui akumulasi hasil observasi setiap aspek keterampilan proses sains pada peserta didik dari kedua praktikum. Adapun hasil akumulasi keenam aspek keterampilan proses sains diuraikan sebagai berikut:

Tabel 6. Ketercapaian Keterampilan Proses Sains

Aspek	Ketercapaian KPS (%)	
	Praktikum 1	Praktikum 2
Keterampilan Proses Sains		
Mengamati	74.22	81.01
Memprediksi	74.16	78.28
Mengukur	75.79	86.76
Melakukan Eksperimen	81.64	89.21
Mengomunikasikan	86.85	91.24
Menyimpulkan	78.09	95.19

Berdasarkan hasil akumulasi penilaian keterampilan proses sains pada setiap aspek diketahui bahwa Skor ketercapaian keterampilan proses sains pada keenam aspek meningkat dari praktikum1 ke praktikum 2.

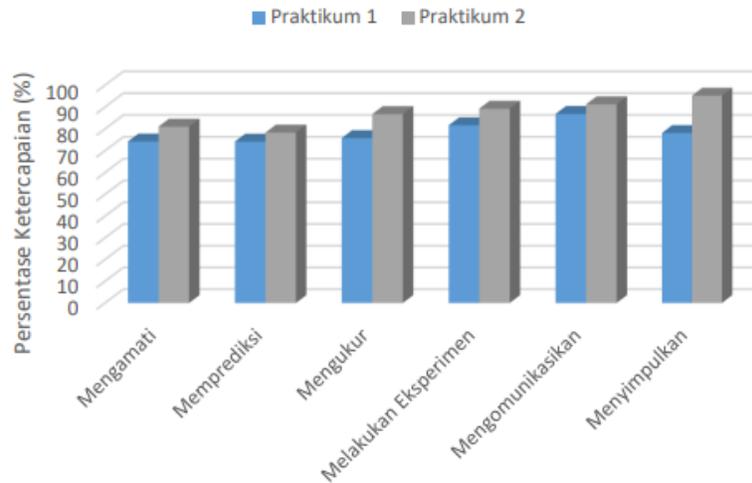
Data peningkatan penguasaan konsep fisika peserta didik diperoleh melalui hasil analisis nilai *pretest* yang dilakukan pada awal pembelajaran dan *posttest* yang dilakukan pada akhir pembelajaran. Pada kelas kontrol menggunakan perangkat pembelajaran berupa buku paket yang biasa digunakan oleh pendidik di sekolah tersebut sedangkan kelas eksperimen menggunakan perangkat pembelajaran berupa LKPD berbantuan Simulasi. Ringkasan analisis peningkatan penguasaan konsep pada kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis Penguasaan Konsep Peserta Didik

Kelas	Rata-Rata Skor		Std Gain	Kriteria
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>		
Kontrol	48.51	75.6	0.516	Sedang
Eksperimen	52.08	85.68	0.705	Tinggi

Berdasarkan hasil analisis nilai *pretest* dan *posttest* diperoleh nilai standar gain untuk kelas kontrol sebesar 0.516 dengan kriteria sedang dan nilai standar gain untuk kelas eksperimen sebesar 0.705 dengan kriteria tinggi.

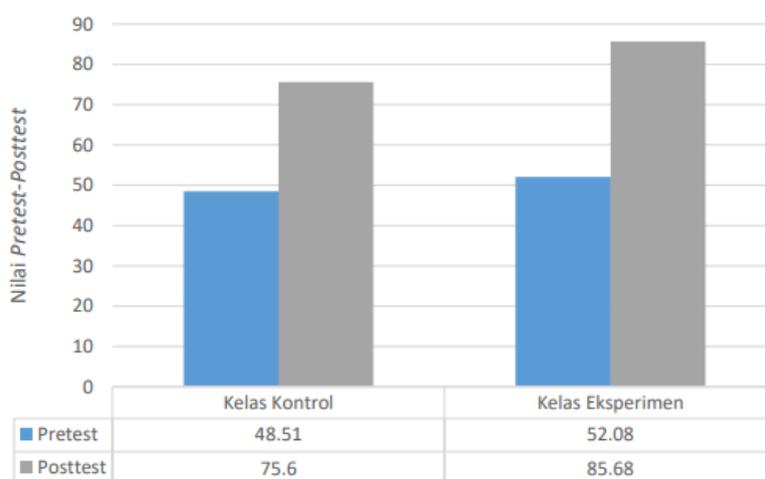
Peningkatan keterampilan proses sains pada tiap aspek dapat diamati dalam diagram batang yang disajikan pada Gambar 2. sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Batang Peningkatan Ketercapaian

Aspek keterampilan menyimpulkan merupakan aspek yang memiliki kenaikan paling tinggi diantara kelima aspek lainnya. Menyimpulkan merupakan kegiatan menyampaikan hasil pengamatan berdasarkan proses pengumpulan data dan analisis data. Djamarah dan Zain dalam Subekti, Y. (2016) mengemukakan bahwa melalui praktikum peserta didik dilibatkan secara total untuk melakukan dan membuktikan keadaan atau proses tertentu sehingga dapat menarik kesimpulan. Sedangkan aspek keterampilan memprediksi memiliki kenaikan yang paling rendah diantara aspek lainnya. Memprediksi merupakan kegiatan meramal atau menduga terhadap peristiwa yang belum terjadi. Rendahnya kemampuan memprediksi dapat terjadi karena kurangnya kegiatan observasi dan eksplorasi oleh peserta didik sebagai suatu pengalaman belajar fisika secara lebih luas dan beragam. Sejalan dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Rustaman, N. (2003) bahwa dengan observasi kita dapat melakukan prediksi mengenai kemungkinan-kemungkinan yang dapat terjadi di masa depan. Peningkatan penguasaan konsep fisika peserta didik dapat diketahui melalui nilai standar *gain* yang diperoleh peserta didik dari hasil analisis nilai *pretest-posttest*. Nilai standar *gain* yang semakin tinggi menunjukkan bahwa semakin tinggi pula peningkatan penguasaan konsep yang dicapai oleh peserta didik setelah pembelajaran berlangsung. Adapun hasil analisis menunjukkan bahwa nilai *posttest* lebih tinggi daripada nilai *pretest*. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan penguasaan konsep fisika oleh peserta didik. Berikut disajikan diagram batang pada Gambar 3.

yang menunjukkan perbandingan nilai *pretest-posttest* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Standar gain yang diperoleh kelas eksperimen memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Sejalan dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Purwoko, A. (2010) bahwa praktikum dapat membuat persepsi peserta didik tentang materi pembelajaran berubah dari hal yang abstrak menjadi lebih konkret dan mempengaruhi kualitas hasil belajar. Proses pembelajaran kelas eksperimen menggunakan LKPD yang disusun berdasarkan aspek-aspek keterampilan proses sains, sejalan dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Siswono, H. (2017) bahwa peningkatan dan penurunan keterampilan proses sains akan diikuti dengan banyaknya struktur konsep yang diperoleh peserta didik.



Gambar 3. Diagram Batang Peningkatan Penguasaan Konsep Fisika

Penilaian respon peserta didik terhadap LKPD berbantuan simulasi PhET yang dikembangkan oleh peneliti dilakukan pada uji coba terbatas dan uji luas. Hasil angket respon peserta didik terhadap LKPD berbantuan simulasi PhET dianalisis menggunakan MSI (*Method of Successive Interval*) dan SBi (Standar Baku Ideal) dan skala skor yang digunakan adalah skala likert 1 sampai 4. Pada uji coba terbatas diperoleh skor rata – rata total respon peserta didik terhadap pembelajaran fisika menggunakan LKPD berbantuan simulasi PhET sebesar 3.25. Pada uji luas diperoleh skor rata – rata total respon peserta didik terhadap pembelajaran fisika menggunakan LKPD berbantuan simulasi PhET sebesar 3.30. Kedua skor tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran fisika menggunakan LKPD berbantuan Simulasi PhET

memiliki kriteria sangat baik dan layak digunakan oleh peserta didik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data penelitian dan pembahasan pada penelitian ini maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa: (1) Penelitian ini telah menghasilkan LKPD berbantuan Simulasi PhET yang layak digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep fisika peserta didik SMA. (2) LKPD berbantuan simulasi PhET dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. (3) LKPD berbantuan simulasi PhET dapat meningkatkan penguasaan konsep fisika peserta didik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada SMAN 5 Yogyakarta yang telah membantu terlaksananya penelitian ini. Serta kepada Bapak Dr. Pujiyanto, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan saran dan perbaikan dalam proses penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwar, S. (2012). *Reliabilitas dan Validitas*. Edisi 4. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Purwoko, A. (2018). Pengembangan Media Laboratorium Virtual untuk Mendukung Pembelajaran Praktikum SMA. *Jurnal Penelitian Teknologi Pendidikan*, 17(1): 11-21.
- Rustaman, N. (2003). *Kemampuan Proses Ilmiah dalam Pembelajaran Sains*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Siswono, H., (2017). Analisis Pengaruh Keterampilan Proses Sains Terhadap Penguasaan Konsep Siswa. *Physics Education Journal*, 1 (2): 83-90.

- Subekti, Y. & Ariswan, A. (2016). Pembelajaran Fisika dengan Metode Eksperimen untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif dan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 2 (2): 252-261.
- Susanti, E., Maulidah, R. A., & Makiyah, Y. S. (2019). Peran Guru Fisika Di Era Revolusi Industri
4.0. *DIFFRACTION*, 1(1): 48-53.
- Thiagarajan, S., Semmel, D.S., Semmel, M.I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minneapolis; Indian University.
- Yulia, Connie, & Risdianto (2018). Pengembangan LKPD Berbasis Inquiry Berbantuan Simulasi Phet untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Gelombang Cahaya di Kelas XI MIPA SMAN 2 Kota Bengkulu. *Jurnal Kumparan Fisika*, 1 (3): 64-70
- Yusna, dkk. (2021). Pengembangan Perangkat Pembelajaran dengan Model Reciprocal Teaching untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik. *Jurnal Fisika dan Pendidikan Fisika*, 6 (1): 52-58