

Development of PhET Simulation-Based Worksheet on Newton's Law Materials at SMA Negeri 1 Gorontalo

**Hajrah Safitri¹⁾, Raghel Yunginger^{*2)}, Dewa Eka Setiawan³⁾, Abdul Wahidin Nuayi⁴⁾ Asri
Arbie⁵⁾, Abdul Haris Odja⁶⁾, Nova Elysia Ntobuo⁷⁾
^{1,2,3,4,5,6,7)} *Physics Education, Gorontalo State University***

e-mail: ^{*2)} raghel@ung.ac.id

Abstract

This research aims to develop a PhET simulation-based worksheet in physics learning on Newton's Law material in Class X SMA Negeri 1 Gorontalo. This research design uses a 4-D design which is limited to the Development stage. The subjects of this study were students of class X IPA 2 SMA Negeri 1 Gorontalo in the 2021/2022 academic year. The development of PhET simulation-based worksheets is seen in 3 indicators, namely validity, practicality, and effectiveness. Based on the results of the validity shows that the standard of the feasibility of content, language, appearance, construction, and readability with a percentage of 67% is included in the valid category. This shows that the PhET simulation-based worksheets meet the validity criteria. While practicality is seen from the implementation of activities in worksheets by teachers, it shows that all aspects of activities are carried out with an average percentage for all meetings of 96%, while at the first meeting one aspect is not implemented, namely the teacher does not explain the display on the PhET simulation. This shows that the PhET simulation-based worksheets meet the criteria for practicality. For effectiveness, it is seen from the aspect of student activities and student learning outcomes. The percentage of student activity for all meetings is 89%, and student activity aspects of accessing PhET simulation links and conducting experiments on PhET simulations are relatively easy aspects for students to do. The results of the analysis of student test data after using the PhET simulation-based worksheets showed that the cognitive domain of C3 had a greater difference between pretest and posttest of 52% with an increase in N-gain value of 0.8% including high criteria compared to C2 and C4. This shows that the PhET simulation-based worksheets meet the effectiveness criteria.

Keywords: *Newton's laws, PhET simulation, worksheets*

Pengembangan LKPD Berbasis Simulasi PhET pada Materi Hukum Newton di SMA Negeri 1 Gorontalo

Hajrah Safitri¹⁾, Raghel Yunginger²⁾, Dewa Eka Setiawan³⁾, Abdul Wahidin Nuayi⁴⁾
Asri Arbie⁵⁾, Abdul Haris Odja⁶⁾, Nova Elysia Ntobuo⁷⁾
^{1,2,3,4,5,6,7)} Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Gorontalo

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan LKPD berbasis simulasi PhET dalam pembelajaran fisika pada materi Hukum Newton di Kelas X SMA Negeri 1 Gorontalo. Desain penelitian ini menggunakan desain 4-D yang dibatasi sampai pada tahap *Development*. Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas X IPA 2 SMA Negeri 1 Gorontalo tahun ajaran 2021/2022. Pengembangan LKPD berbasis simulasi PhET dilihat pada 3 indikator yaitu kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Berdasarkan hasil kevalidan menunjukkan bahwa standar kelayakan isi, bahasa, penampilan, konstruksi dan keterbacaan dengan persentase sebesar 67% termasuk pada kategori valid. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis simulasi PhET memenuhi kriteria kevalidan. Sedangkan kepraktisan dilihat dari keterlaksanaan kegiatan di LKPD oleh guru, menunjukkan bahwa semua aspek kegiatan terlaksana dengan rata-rata persentase untuk seluruh pertemuan sebesar 96%, adapun pada pertemuan pertama satu aspek yang tidak terlaksana yaitu guru tidak menjelaskan tampilan pada simulasi PhET. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis simulasi PhET memenuhi kriteria kepraktisan. Untuk keefektifan dilihat dari aspek aktivitas peserta didik dan hasil belajar peserta didik. Persentase aktivitas peserta didik untuk seluruh pertemuan sebesar 89%, aktivitas peserta didik aspek mengakses link simulasi PhET dan melakukan percobaan pada simulasi PhET merupakan aspek yang relatif dapat dilakukan oleh peserta didik. Hasil analisis data test peserta didik setelah penggunaan LKPD berbasis simulasi PhET menunjukkan bahwa ranah kognitif C3 memiliki selisih lebih besar antara *pretest* dan *posttest* sebesar 52% dengan peningkatan nilai *N-gain* sebesar 0.8% termasuk kriteria tinggi dibandingkan dengan C2 dan C4. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis simulasi PhET memenuhi kriteria keefektifan.

Kata kunci: hukum Newton, simulasi PhET, LKPD

Pendahuluan

Di era globalisasi manusia dituntut untuk dapat menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi yang kian hari semakin pesat perkembangannya. Memasuki abad ke-21 penguasaan ilmu teknologi dan informasi menjadi kunci utama bagi keberhasilan suatu bangsa dan tentunya diperoleh melalui pendidikan.

Sejak pandemi corona virus disiasa atau yang lebih dikenal dengan sebutan Covid-19 masuk ke Indonesia dengan temuan kasus positif pada bulan Maret 2020, sejumlah kebijakan atau langkah-langkah terkait dengan penanganan dan pencegahan wabah mematikan ini, diterapkan pemerintah Indonesia. Mulai dari penerapan *social distancing*, *physical distancing*, memakai masker, selalu mencuci tangan, hingga penerapan kebijakan pembatasan sosial berskala besar (PSBB) sebagai langkah mengantisipasi penyebaran virus corona atau Covid-19 yang saat ini melanda

dunia. Kondisi ini mengharuskan kegiatan masyarakat tetap di rumah, sehingga sektor pendidikan mengambil kebijakan menghentikan pembelajaran secara tatap muka dan memindahkan aktivitas pembelajaran sekolah dan perguruan tinggi dengan sistem daring.

Salah satu pelajaran yang membutuhkan percobaan praktikum adalah pelajaran fisika. Proses pembelajaran fisika tidak sebatas pendidik hanya menyampaikan materi kepada peserta didik, namun harus menjadi proses pembelajaran yang aktif. Kegiatan praktikum pada pembelajaran fisika merupakan kesatuan yang tidak dapat dipisahkan.

Berdasarkan kondisi pandemi pembelajaran fisika hanya disampaikan dengan materi yang bersifat konseptual atau hanya bacaan saja. Jika pembelajaran fisika hanya disampaikan seperti itu, para peserta didik akan kesulitan memahami karena tidak semua materi dalam pembelajaran fisika dapat disampaikan dengan bacaan teks saja. Akan tetapi, harus ada praktikum dalam pembelajarannya. Kegiatan

praktikum dapat menarik perhatian dan membangun sikap ilmiah peserta didik dalam fenomena alam yang terjadi dan merangsang berfikir kritis peserta didik dalam pemecahan suatu masalah (Suryaningsih, 2017).

Pembelajaran dimasa pandemi guru dituntut untuk bisa memberikan solusi dan inovasi. Maka, solusi dari hal tersebut adalah menggantinya dengan praktikum virtual atau online (Sugiharti & Sugandi, 2020). Praktikum virtual harus didukung dengan adanya lembar kerja peserta didik (LKPD). LKPD dapat membantu dan mempermudah kegiatan belajar mengajar dan terwujudnya interaksi antara pedidik dengan peserta didik, LKPD akan sangat dibutuhkan dalam proses pembelajaran agar kegiatan pembelajaran berjalan sesuai dengan tujuan pembelajaran (Munandar, 2015). LKPD dapat berupa panduan latihan pengembangan aspek kognitif maupun panduan untuk pengembangan semua aspek pembelajaran dalam bentuk panduan eksperimen atau demonstrasi (Trianto, 2009).

Alternatif yang dapat digunakan pada praktikum virtual adalah dengan bantuan simulasi PhET (phisycs education teknologi), Sebagaimana yang diungkapkan oleh Katherine et al. (2011) guru dapat mengajak peserta didik berinteraksi langsung dengan fenomena kehidupan nyata, selain praktikum langsung di laboratorium, dapat juga dilakukan melalui media simulasi PhET (*Physics Education Technology*). Berdasarkan hasil penelitian Suparwoto (2007) proses pembelajaran dengan menggunakan model simulasi PhET dapat diterapkan pada masing-masing peserta didik karena kegiatannya cenderung menyenangkan, memotivasi peserta didik untuk melakukan sesuatu dan menghasilkan respon positif.

Penggunaan LKPD pada eksperimen Simulasi PhET diharapkan dapat memudahkan kegiatan eksplorasi peserta didik, sehingga peserta didik diharapkan dapat membangun dan menemukan sendiri konsep dari materi yang diajarkan. Melalui LKPD aktivitas dan kreativitas peserta didik dalam belajar mengajar dapat ditingkatkan, dan dapat mempermudah dalam penyampaian materi pembelajaran.

Tujuan dari penelitian ini untuk menghasilkan produk pengembangan LKPD berbasis PhET pada materi hukum Newton dan menentukan kevalidan, keefektifan serta kepraktisan LKPD yang dikembangkan.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development*). Desain penelitian yang digunakan adalah desain 4-D yang dibatasi sampai pada tahap *Development*. Penelitian ini dilakukan pada kelas X IPA 2 SMA Negeri 1 Gorontalo yang berjumlah 23 orang peserta didik. Model pengembangan 4-D dikembangkan oleh (Thiagarajan et al., 1974) yang terdiri dari 4 tahap yaitu pendefinisian (*define*), perancangan (*design*) pengembangan (*development*), penyebaran (*disseminate*).

Teknik pengumpulan data terdiri dari: 1) Data validitas LKPD berbasis simulasi PhET dilakukan oleh tiga orang validator. Adapun aspek yang dinilai yaitu aspek konstruksi, isi, bahasa, penampilan, keterbacaan. Hasil validasi digunakan sebagai masukan untuk bahan revisi, 2) Data kepraktisan LKPD ditinjau dari keterlaksanaan proses pembelajaran. Observasi keterlaksanaan pembelajaran yaitu melihat kegiatan guru pada proses pembelajaran dengan menggunakan LKPD berbasis simulasi PhET, 3) Data keefektifan LKPD berbasis simulasi PhET berdasarkan observasi aktivitas siswa dalam menggunakan simulasi PhET selama proses pembelajaran yang dilakukan secara *daring*. Tes hasil belajar dilakukan setelah mengikuti proses pembelajaran dengan menggunakan simulasi PhET.

Teknik analisis data kevalidan LKPD berbasis simulasi PhET diukur setelah instrumen tersebut sudah divalidasi oleh validator atau dosen ahli. Nilai yang diberikan oleh validator diuji menggunakan persamaan (1).

$$PPV = \frac{\sum JTV}{\sum JST} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

PPV = Persentase penilaian validator

$\sum JTV$ = Jumlah total validator

$\sum JST$ = Jumlah skor tinggi

Untuk dapat memberikan keterangan kategori kevalidan instrumen penelitian, maka kriteria kevalidan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria kevalidan

Kriteria Skor (%)	Kategori
81-100	Sangat Valid
61-80	Valid
41-60	Cukup
21-40	Kurang Valid
0-20	Sangat Kurang Valid

Sumber: (Widyoko, 2012).

Analisis kepraktisan pengembangan LKPD berbasis simulasi PhET diukur selama proses pembelajaran berlangsung dengan menggunakan lembar observasi keterlaksanaan proses pembelajaran. Data hasil pengamatan pelaksanaan pembelajaran dari observer diperoleh datanya berupa keterlaksanaan setiap aspek dengan opsi “Ya” atau “Tidak”. Keterlaksanaan kegiatan seluruh aspek pembelajaran ditentukan menggunakan persamaan (2) (Arikunto, 2010).

$$\% KG = \frac{\sum KYT}{\sum K} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

$\% KG$ = Persentase keterlaksanaan kegiatan

$\sum KYT$ = Jumlah kegiatan yang terlaksana

$\sum K$ = Jumlah kegiatan.

Penilaian keterlaksanaan pembelajaran berdasarkan hasil rata-rata total skor yang diperoleh dengan kriteria sesuai Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria keterlaksanaan pembelajaran

Rentang Nilai (%)	Kriteria
86-100	Sangat baik
76-85	Baik
66-75	Cukup
56-65	Kurang
0-55	Sangat Kurang

Sumber: (Arikunto, 2010).

Analisis keefektifan pengembangan LKPD berdasarkan aktivitas dan hasil belajar peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Aktivitas peserta didik dianalisis menggunakan persamaan (3) (Sukardi, 2013).

$$\text{Aktivitas peserta didik} = \frac{\sum \text{skor peserta didik}}{\sum \text{skor maksimum}} \times 100 \quad (3)$$

Persentase aktivitas peserta didik dinilai dengan kriteria menurut Tabel 2.

Analisis peningkatan hasil belajar peserta didik ditentukan dari *pretes* dan *posttest* menggunakan gain ternormalisasi (N-Gain). Uji N-Gain dinyatakan dalam persamaan (4).

$$\langle g \rangle = \frac{\% \text{skor posttest} - \% \text{skor pretest}}{100 - \% \text{skor pretest}} \quad (4)$$

Hasil perhitungan gain ternormalisasi selanjutnya dikategorikan berdasarkan tabel pengelompokan N-gain yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria pengelompokan N-gain

Indeks Gain	Kriteria
$g > 0.70$	Tinggi
$0.30 < g < 0.70$	Sedang
$g < 0.30$	Rendah

Sumber: (Hake, 1998).

Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan penelitian diuraikan sesuai tahapan 4-D mulai tahap pendefinisian, desain, sampai tahap pengembangan dari LKPD berbasis PhET simulasi untuk pembelajaran hukum Newton.

Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahapan ini analisis yang dilakukan yaitu observasi di SMAN 1 Gorontalo, observasi dilakukan dengan wawancara kepada guru mata pelajaran fisika mengenai proses pembelajaran, perangkat pembelajaran, media dan perilaku peserta didik. Berdasarkan hasil wawancara yang tidak terstruktur didapatkan informasi mengenai kurikulum yang digunakan di SMA Negeri 1 Gorontalo untuk mata pelajaran fisika kelas adalah kurikulum 2013. Metode yang digunakan pada saat pembelajaran meliputi metode ceramah, tanya jawab, diskusi. Berdasarkan wawancara dengan guru mata pelajaran fisika bahwa peserta didik untuk mata pelajaran fisika sendiri masih rendah dan dimasa pandemi saat ini dengan pembelajaran yang dilakukan secara

Tabel 4. Spesifikasi tujuan pembelajaran setiap pertemuan

Pertemuan 1	Pertemuan 2	Pertemuan 3
1. Melalui gambar pada LKPD mengenai perlombaan tarik tambang peserta didik dapat membuat rumusan masalah dengan benar	1. Melalui gambar pada LKPD mengenai orang yang mendorong meja peserta didik dapat membuat rumusan masalah dengan benar	1. Melalui gambar pada LKPD mengenai orang yang memainkan bola basket peserta didik dapat membuat rumusan masalah dengan benar
2. Melalui rumusan masalah peserta didik dapat merumuskan hipotesis mengenai perlombaan tarik tambang dengan benar	2. Melalui rumusan masalah peserta didik dapat merumuskan hipotesis mengenai orang yang mendorong meja dengan benar	2. Melalui rumusan masalah peserta didik dapat merumuskan hipotesis mengenai orang yang memainkan bola basket dengan benar
3. Melalui percobaan pada simulasi <i>PhET</i> peserta didik dapat menganalisis hukum I Newton dengan benar	3. Melalui percobaan pada simulasi <i>PhET</i> peserta didik dapat menganalisis hubungan antara percepatan, gaya, dan massa pada benda dengan benar	3. Melalui percobaan pada simulasi <i>PhET</i> peserta didik dapat menganalisis pengaruh gaya gesek dan gaya dorong terhadap kecepatan benda dengan benar
4. Melalui percobaan pada simulasi <i>PhET</i> peserta didik dapat menghitung resultan gaya dengan benar	4. Melalui percobaan pada simulasi <i>PhET</i> peserta didik dapat menghitung percepatan gerak benda dengan benar	4. Melalui percobaan pada simulasi <i>PhET</i> peserta didik dapat memberikan contoh penerapan hukum III Newton dalam kehidupan sehari-hari dengan benar
5. Melalui percobaan peserta didik dapat menjelaskan bunyi hukum I Newton dengan benar	5. Melalui percobaan peserta didik dapat memberikan contoh penerapan hukum II Newton dalam kehidupan sehari-hari dengan benar	5. Melalui percobaan peserta didik dapat menjelaskan gaya aksi reaksi pada benda dengan benar
6. Berdasarkan percobaan peserta didik dapat mengemukakan hasil mengenai hukum I Newton dengan benar	6. Berdasarkan percobaan peserta didik dapat mengemukakan hasil mengenai hukum II Newton dengan benar	

daring sehingga sulit untuk melakukan percobaan praktikum secara langsung sehingga berpengaruh terhadap pemahaman konsep peserta didik pada mata pelajaran fisika.

Analisis tugas yaitu menganalisis pokok bahasan Hukum Newton yang meliputi kompetensi inti, kompetensi dasar, dan indikator yang berdasarkan kurikulum 2013. Spesifikasi tujuan pembelajaran untuk setiap pertemuan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tahap Perancangan (*Design*)

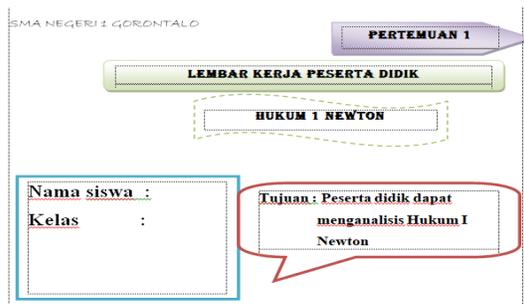
Tahap perancangan meliputi bagian penyusunan tes, pemilihan media dan perancangan LKPD berbasis PhET. Penyusunan tes berdasarkan analisis materi, kegiatan pada tahap ini yaitu dimulai dari kegiatan merancang dan kemudian menyusun tes untuk mengukur hasil belajar peserta didik

secara individu pada materi hukum Newton pada jenjang SMA kelas X IPA. Tes Hasil Belajar (THB) peserta didik yaitu soal essay sebanyak 9 butir soal yang meliputi kriteria kognitif C2 dengan jumlah soal 4 nomor, C3 dengan jumlah soal 3 nomor, dan C4 jumlah soal 2 nomor. Selanjutnya tes yang dikembangkan dalam penelitian ini disesuaikan dengan karakteristik dan kemampuan pengetahuan peserta didik.

Pemilihan media pembelajaran yang tepat digunakan dalam pembelajaran ini yaitu LKPD berbasis simulasi PhET. Menurut Finkelstein et al. (2006), simulasi PhET sendiri merupakan media simulasi yang memiliki kelebihan yaitu bisa melakukan percobaan atau praktikum secara daring dan mandiri melalui *smartphone*, sehingga percobaan pada konsep fisika dapat dilakukan tanpa harus menggunakan alat-alat

laboratorium sekolah. LKPD dipilih karena memiliki banyak kelebihan diantaranya dapat digunakan secara mandiri dan terdapat petunjuk yang mempermudah penggunaannya (Fahmi, 2013).

Rancangan LKPD berbasis simulasi PhET pada materi Hukum Newton jenjang SMA kelas X IPA. Berikut adalah perancangan pengembangan LKPD berbasis simulasi PhET pada materi hukum Newton jenjang SMA kelas X IPA ini mengacu pada model *inquiry learning*.



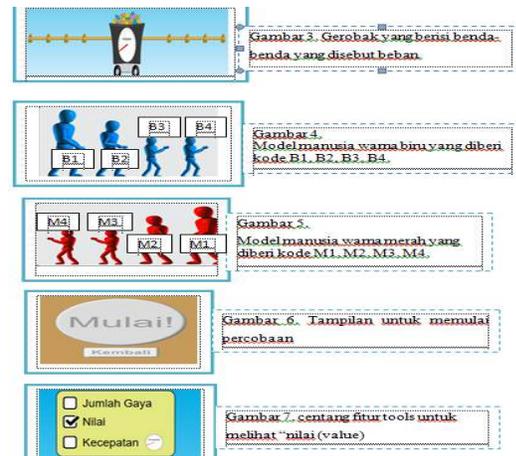
Gambar 1. Tampilan identitas LKPD.

Gambar 1 merupakan tampilan identitas dari LKPD berbasis PhET yang dikembangkan dimana pada tampilan tersebut memuat identitas nama sekolah, nama peserta didik, kelas pertemuan, materi, dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.



Gambar 2. Tampilan merumuskan masalah dan hipotesis.

Gambar 2 merupakan tampilan dalam merumuskan masalah dan hipotesis yang ada pada LKPD, sebelum memulai percobaan pada simulasi PhET terlebih dahulu peserta didik menganalisis gambar yang kemudian dijadikan rumusan masalah dan hipotesis.



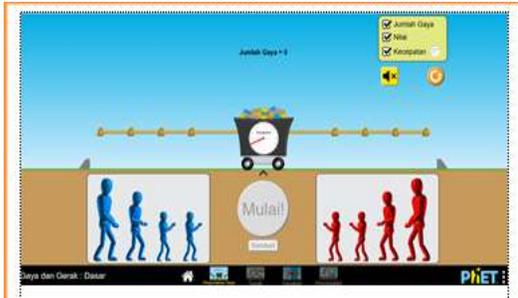
Gambar 3. Keterangan gambar pada tampilan simulasi PhET.

Gambar 3 merupakan keterangan gambar yang ada pada tampilan simulasi PhET, dengan adanya keterangan-keterangan gambar yang dituangkan pada LKPD akan memudahkan peserta didik dalam memahami gambar-gambar dan fungsi dari *toolbox* yang ada pada simulasi PhET.



Gambar 4. Tampilan langkah kerja.

Gambar 4 merupakan tampilan langkah kerja, terlebih dahulu mengklik tombol yang ditunjuk anak panah, sehingga akan muncul gambar penjumlahan gaya untuk percobaan pertama, percepatan untuk percobaan kedua, dan gesekan untuk percobaan ketiga.



Gambar 5. Tampilan untuk melakukan percobaan hukum I Newton.

Tampilan Gambar 5 menunjukkan percobaan hukum I Newton terdapat *fitur tools* untuk melihat jumlah gaya, nilai, dan kecepatan. Terdapat gerobak yang berisi benda-benda yang disebut beban, manusia warna biru yang diberi kode B1, B2, B3, B4 dan manusia warna merah yang diberi kode M1, M2, M3, M4. Kemudian, tampilan untuk memulai percobaan dan tombol reset.

Tampilan Gambar 6 merupakan percobaan hukum II Newton yang terdapat *fitur tools* untuk mencentang gaya (*forces*) nilai (*value*), massa (*mass*), dan percepatan (*acceleration*). Selanjutnya massa yang bisa dipindahkan, gaya yang diberikan yang bisa diatur untuk ditambahkan atau dikurang.



Gambar 6. Tampilan percobaan hukum II Newton.

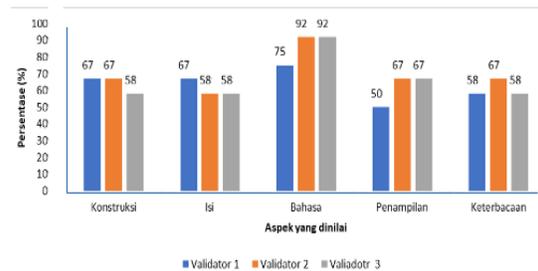
Tampilan Gambar 7 merupakan percobaan hukum III Newton terdapat *fitur tools* yang digunakan yaitu gaya (*forces*), jumlah gaya (*sum of forces*) nilai (*value*), massa (*mass*), dan kecepatan (*speed*). Kemudian massa dan gaya bisa ditambahkan atau dikurangi. Pada percobaan hukum III Newton juga terdapat gesekan yang bisa di tambahkan atau dikurangi.



Gambar 7. Tampilan percobaan hukum III Newton.

Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan LKPD berbasis simulasi PhET dilakukan dua tahap yang meliputi validasi ahli dan uji coba terbatas. Tahap pertama yang dilakukan yaitu validasi ahli yang dilakukan oleh para ahli yang terdiri dari 3 orang validator. Hasil penilaian validator untuk seluruh aspek dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil penilaian validator untuk seluruh aspek.

Gambar 8 merupakan hasil validasi oleh validator untuk seluruh aspek penilai konstruksi, isi bahasa, penampilan, dan keterbacaan. Aspek bahasa memiliki penilaian sangat baik diantara aspek lainnya. Persentase rata-rata penilaian validator untuk aspek konstruksi sebesar 64% kategori valid, aspek isi sebesar 61% kategori valid, aspek bahasa sebesar 86% kategori sangat valid, aspek penampilan sebesar 61% kategori valid, aspek keterbacaan sebesar 61% kategori valid. Persentase rata-rata penilaian validator untuk seluruh aspek yang dinilai sebesar 67% termasuk dalam kategori valid sejalan dengan kajian (Hidayati & Kasmolan, 2013).

Uji coba terbatas ini dilakukan pada satu kelas yaitu dikelas X IPA 2 dengan jumlah responden 23 orang peserta didik. Pada tahap

uji coba terbatas ini dilihat berdasarkan kepraktisan dan keefektifan LKPD berbasis simulasi PhET. Kepraktisan LKPD berbasis simulasi PhET dilihat dari keterlaksanaan proses pembelajaran, serta keefektifan dilihat dari aktivitas peserta didik dan hasil belajar peserta didik.

1. Kepraktisan LKPD berbasis simulasi PhET.

Kepraktisan LKPD berbasis simulasi PhET didasarkan pada keterlaksanaan kegiatan di LKPD. Pada penelitian ini dilakukan 3 kali pertemuan dengan 23 orang peserta didik yang hadir dan diamati oleh 2 orang pengamat. Keterlaksanaan kegiatan dinilai dari kegiatan yang dilakukan pada LKPD yang terdiri dari 8 yaitu: 1) Mengarahkan peserta didik untuk mengamati gambar pada LKPD; 2) Membimbing peserta didik dalam merumuskan masalah dan hipotesis yang terdapat pada LKPD; 3) Mengarahkan peserta didik untuk mengakses link simulasi PhET; 4) Mengarahkan peserta didik untuk mengklik pada bagian

pada bagian yang ditunjuk anak panah pada gambar; 5) Mengarahkan peserta didik untuk mengklik pada bagian penjumlahan gaya untuk percobaan pertama, percepatan untuk percobaan kedua, dan gesekan untuk percobaan ketiga; 6) Menjelaskan tampilan pada simulasi PhET; 7) Mengarahkan dan membimbing peserta didik dalam melakukan percobaan berdasarkan petunjuk pada LKPD; 8) Membimbing peserta didik untuk menuliskan hasil kegiatan pada pada tabel yang ada di LKPD dan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada di LKPD berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan sebagaimana kajian pengembangan LKPD oleh (Sholikhah & Sucahyo, 2021). Persentase rata-rata analisis keterlaksanaan kegiatan di LKPD ditunjukkan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5 tentang ke-terlaksanaan kegiatan di LKPD menunjukkan bahwa semua aspek kegiatan pada LKPD terlaksana dengan rata-rata persentase 96% dengan kriteria sangat baik.

Tabel 5. Keterlaksanaan kegiatan di LKPD

Uraian	Keterlaksanaan Kegiatan di LKPD		
	Pertemuan 1	Pertemuan 2	Pertemuan 3
Jumlah langkah yang terlaksana	7	8	8
Persentase keterlaksanaan kegiatan di LKPD (%)	88%	100%	100%
Rata-rata persentase keterlaksanaan kegiatan di LKPD	96%		
Kriteria	Sangat baik		

Tabel 6. Persentase aktivitas peserta didik

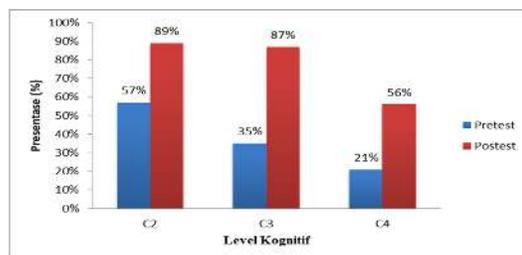
No	Aktivitas Peserta Didik	Pertemuan 1	Pertemuan 2	Pertemuan 3
1	Merumuskan masalah dan hipotesis yang terdapat pada LKPD	78%	91%	87%
2	Mengakses link simulasi PhET	100%	100%	100%
3	Melakukan percobaan pada simulasi PhET	100%	100%	100%
4	Bertanya atau berpendapat apabila terdapat hal-hal yang kurang dipahami dari percobaan yang dilakukan	91%	96%	96%
5	Mendeskripsikan hasil percobaan	96%	87%	83%
6	Menyimpulkan hasil percobaan	61%	74%	65%

2. Keefektifan LKPD berbasis simulasi PhET.

Keefektifan LKPD berbasis simulasi PhET dilihat melalui aktivitas peserta didik dan test hasil belajar peserta didik. Pengamatan aktivitas peserta didik dilakukan selama 3 kali pertemuan dengan jumlah peserta didik 23 orang. Persentase aktivitas peserta didik dapat dilihat pada Tabel 6. Aktivitas peserta didik menunjukkan bahwa aspek mengakses link simulasi PhET dan aspek melakukan percobaan merupakan aspek yang relatif 100% dapat dilakukan peserta didik. Namun, peserta didik cenderung belum dapat melaksanakan aspek merumuskan masalah dan hipotesis pada LKPD serta belum mampu menyimpulkan hasil percobaan. Ini artinya bahwa LKPD berbasis PhET masih perlu dikembangkan desain yang mampu merangsang peserta didik untuk lebih aktif (Perkins et al., 2011).

Disisi lain, peserta didik sudah dapat mengakses link simulasi PhET, melakukan percobaan pada simulasi PhET, bertanya atau berpendapat apabila terdapat hal-hal yang kurang dipahami dari percobaan yang dilakukan, dan mendeskripsikan hasil percobaan. Persentase rata-rata aktivitas peserta didik untuk pertemuan pertama sebesar 88%, kriteria sangat baik, pertemuan kedua sebesar 91% kriteria sangat baik, pertemuan ketiga sebesar 89% kriteria sangat baik. Persentase rata-rata aktivitas peserta didik untuk seluruh pertemuan sebesar 89% dengan kriteria sangat baik.

Tes hasil belajar yang dianalisis menggunakan *N-gain pretest* dan *posttest* setiap tingkat kognitif, menunjukkan hasil yang bervariasi yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. *N-gain* hasil belajar ranah kognitif.

Berdasarkan Gambar 9 tentang *N-gain* hasil belajar ranah kognitif *pretest* dan *posttest*. Indikator C2 (memahami) dengan nilai *pretest* sebesar 57% dan *posttest* sebesar 89% dengan selisih 32% dengan peningkatan nilai *N-gain*

sebesar 0.74% termasuk kriteria tinggi, indikator C3 (menerapkan) dengan nilai *pretest* sebesar 35% dan *posttest* sebesar 87% dengan selisih 52% dengan peningkatan nilai *N-gain* sebesar 0.8% termasuk kriteria tinggi, indikator C4 (menganalisis) dengan nilai *pretest* sebesar 21% dan *posttest* sebesar 56% dengan selisih 35% dengan peningkatan nilai *N-gain* sebesar 0.44% termasuk kriteria sedang. Sebelum adanya perlakuan pembelajaran rata-rata nilai peserta didik (*pretest*) sebesar 38% sedangkan setelah ada perlakuan pembelajaran rata-rata nilai peserta didik meningkat (*posttest*) sebesar 77% dengan selisih sebesar 39% dengan peningkatan nilai *N-gain* sebesar 0.62% ($0.70 > N-gain = 0.30$) termasuk kriteria *N-gain* sedang. Hasil ini didukung oleh kajian Penggunaan PhET yang mampu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik (Yulia et al., 2018).

LKPD berbasis PhET simulasi yang dikembangkan berdasarkan hasil validasi dan pengujian dinyatakan valid dan praktis, sehingga efektif digunakan dalam pembelajaran untuk topik hukum Newton di kelas X Sekolah menengah Atas, sebagaimana yang telah diujikan di SMA Negeri 1 Gorontalo.

Kesimpulan

Kevalidan LKPD berbasis PhET dilihat berdasarkan aspek validasi ternyata 67% valid untuk digunakan dalam pembelajaran. Sementara, kepraktisan dilihat dari keterlaksanaan kegiatan pada LKPD berbasis PhET ternyata 96% guru dapat melaksanakan kegiatan yang di LKPD. Kecuali, belum maksimalnya guru dalam menjelaskan tampilan pada simulasi PhET. Sedangkan, keefektifan LKPD berbasis PhET dilihat dari aktivitas peserta didik dan hasil belajar. Kedua aspek ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis PhET dapat mengaktifkan peserta didik terutama pada aspek mengakses link simulasi PhET dan melakukan percobaan yang ada pada simulasi PhET. Pada Hasil belajar peserta didik mampu meningkatkan ranah kognitif C3 (penerapan) dengan peningkatan nilai *N-gain* sebesar 0.8% termasuk kriteria tinggi dan C4 (menganalisis) dengan peningkatan nilai *N-gain* sebesar 0.44% termasuk kriteria sedang. Penelitian ini telah menghasilkan bentuk LKPD berbasis PhET yang dapat digunakan untuk praktikum *online*,

meskipun demikian LKPD berbasis PhET ini masih perlu dikembangkan terutama pada aspek isi dan keterbacaan.

Daftar Pustaka

- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Fahmi, A. (2013). Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa Berbasis Pendekatan Saintifik pada Siswa Kelas V Sekolah Dasar Mata Pelajaran IPA. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Finkelstein, N., Adams, W., Keller, C., Perkins, K., Carl Wieman, C. (2006). High Tools for Teaching Physics: The Physics Education Technology Project. *Merlot Journal of Learning and Teaching*, 2(3), 110-120.
- Hake, R. R. (1998). Analyzing Change/Gain Scores. AREA-D American Education Research Association's Division D, Measurement and Research Methodology.
- Hidayati, W., & Kasmolan, M. (2013). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Untuk Mendukung Media Pembelajaran Phet Simulation Pada Materi Hukum Newton Kelas X. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 2(3).
- Munandar, H. (2015). Pengembangan LKPD Berorientasi Nilai Islami Pada Materi Hidrolisis Garam. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 3(1).
- Perkins, K., Moore, E., Podolefsky, N., Kelly Lancaster, K., & Denison, C. (2011). Towards Research-based Strategies For Using PhET Simulations In Middle School Physical Science Classes. *Physics Education Research Conference*.
- Sholikhah, Z., & Sucahyo, I. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbantuan Simulasi PhET pada Materi Fluida Dinamis. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(3), 372-378.
- Sugiharti & Sugandi. (2020). Media Praktikum Online Untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa Di Masa Pandemi. Majalengka: Universitas Majalengka.
- Suparwoto. (2007). *Dasar-Dasar dan Proses Pembelajaran Fisika*. Yogyakarta: DIP-UNY.
- Sukardi. (2013). *Metodologi Penelitian Pendidikan Kompetensi dan Praktiknya*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Suryaningsih. Y. (2017). Pembelajaran Berbasis Praktikum Sebagai Sarana Siswa Untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains dalam Materi Biologi. *Jurnal Bioeducation*, 2(1).
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Indiana: Indiana University.
- Trianto. (2010). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana.
- Widyoko, E. P. (2012). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Yulia, I., Connie, C., & Risdianto, E. (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.