



**Pengembangan LKPD Digital Berorientasi *Nature of Science* dan Berbantuan PhET *Interactive Simulation* pada Materi Gerak Harmonik Sederhana**

**Zhenk Eka Mahendra\*, Unang Purwana, dan Winny Liliawati**

Program Studi Pendidikan Fisika, FPMIPA

Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

\*mahendrazhenk@upi.edu

**Abstrak**

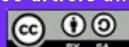
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menganalisis kelayakan LKPD digital berorientasi *nature of science* dan berbantuan PhET *Interactive Simulation*. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan dengan model ADDIE. Partisipan penelitian ini terdiri dari 4 orang validator dan 32 peserta didik kelas X SMA. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar validasi LKPD, lembar wawancara semi terstruktur, dan angket respon peserta didik. Berdasarkan data hasil validasi LKPD didapatkan indeks validitas Aiken sebesar 0,83 dengan kategori validitas tinggi. Respon yang diberikan peserta didik sangat positif dengan rata-rata persentase hasil respon sebesar 87,31%. Penilaian LKPD digital mendapatkan hasil rata-rata nilai sebesar 85,85 yang termasuk ke dalam kategori baik. Dengan demikian, LKPD digital berorientasi *nature of science* dan berbantuan PhET *Interactive Simulation* pada materi gerak harmonik sederhana sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran dan dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri oleh peserta didik.

**Kata Kunci:** Gerak Harmonik Sederhana; *Interactive Simulation*; LKPD Digital; *Nature of science* (NoS); PhET

**Abstract**

*This study aims to develop and determine the feasibility of the nature of science-oriented digital student worksheets and is assisted by PhET Interactive Simulation. This study uses research and development methods with the ADDIE model. The subjects of this study consisted of 4 validators and 32 students of class X senior high school. The instruments used in this study were student worksheets, validation sheets, semi-structured interview sheets, and student response questionnaires. Based on the student worksheets validation results data, Aiken's validation index is 0.83, with a high validity category. The responses given by students were very positive, with an average percentage of response results of 87,31%. The digital student worksheets assessment got an average score of 85.85, which included a good category. Thus, digital worksheets oriented to the nature of science and assisted by PhET Interactive Simulation on simple harmonic motion material are very suitable for learning and can be used as a source of independent learning by students.*

**Keywords:** *Simple Harmonic Motion; Digital Student Worksheets; Interactive Simulation; Nature of Science (NoS); PhET*



*Received* : 20 Januari 2022

*Accepted* : 17 November 2022

*Published* : 16 Desember 2022

DOI : <https://doi.org/10.20527/jipf.v6i3.4797>

© 2022 Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika

**How to cite:** Mahendra, Z. E., Purnama, U., & Liliawati, W. (2022). Pengembangan LKPD digital berorientasi nature of science dan berbantuan PhET *interactive simulation* pada materi gerak harmonik sederhana. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(3), 549-559.

## PENDAHULUAN

Berdasarkan Surat Keputusan Bersama Mendikbud, Menteri Agama, Menteri Kesehatan, dan Menteri dalam Negeri yang dikeluarkan pada tanggal 30 Maret 2021 tentang panduan penyelenggaraan pembelajaran di masa pandemi *Coronavirus disease* 2019 (COVID-19) menetapkan bahwa proses belajar mengajar dapat dilakukan secara jarak jauh, dan/atau pembelajaran tatap muka terbatas dengan menerapkan protokol kesehatan. Namun demikian, pembelajaran masih belum sepenuhnya dilakukan secara tatap muka. Pendidik masih menggunakan pembelajaran jarak jauh dengan maksud agar tujuan pembelajaran tercapai.

Berdasarkan studi lapangan di salah satu SMA di kecamatan Panawangan, Ciamis, Jawa Barat, ditemukan beberapa masalah terkait pembelajaran daring yakni, 1) pembelajaran daring membuat interaksi dengan peserta didik berkurang, 2) peserta didik merasa kesulitan memahami konsep karena bahan ajar yang digunakan berupa modul yang kurang interaktif, 3) alokasi waktu yang kurang. Isi dari LKPD berupa ringkasan materi serta latihan soal yang peserta didik kerjakan. Penggunaan LKPD sebagai alat bantu belajar karena di dalamnya memuat materi yaitu rangkuman dari beberapa sumber buku yang relevan, sehingga proses pembelajaran efektif pada saat yang diinginkan yang mana di dalamnya terdapat berbagai materi pembelajaran dan soal (Dewi, 2016).

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah salah satu media yang mendukung

proses belajar mengajar yang dilakukan oleh pendidik (Latifah et al., 2016). LKPD digital adalah suatu bentuk penyajian bahan ajar yang disusun secara sistematis ke dalam satuan-satuan pembelajaran tertentu yang disajikan dalam bentuk elektronik yang meliputi animasi, gambar, video dan navigasi yang membuat pengguna lebih interaktif dengan program yang dipakai (Puspitasari, 2019). LKPD digital dapat membantu peserta didik lebih mudah dalam belajar secara mandiri sehingga pembelajaran tidak lagi berpusat pada guru tetapi berpusat pada peserta didik (Fuadi et al., 2021). Untuk melengkapi LKPD digital, dapat digunakan aplikasi lab virtual gratis yang tersedia di internet, misalnya PhET *Interactive Simulation*, sehingga LKPD digital atau sering disebut LKPD elektronik bukan hanya menyajikan materi, tetapi dilengkapi juga dengan simulasi bergambar yang dapat membantu memahami dan mempelajari konsep yang disampaikan.

Pemahaman konsep dasar IPA atau Fisika yang baik didapat dari Simulasi PhET *Interactive Simulation*, peserta didik secara tidak langsung merasa seperti ilmuwan, cara kerja PhET *Interactive Simulation* yang membuat pembelajaran menyenangkan karena peserta didik dapat belajar sambil bermain dalam simulasi tersebut, suatu pembelajaran yang memerlukan keterlibatan dan interaksi peserta didik dapat menggunakan PhET *Interactive Simulation* sebagai pendekatan pembelajarannya (Sinulingga et al., 2016).

PhET *Interactive Simulation* adalah *software* (perangkat lunak) atau program simulasi fisika yang mudah dan praktis untuk dipelajari. PhET *Interactive Simulation* adalah simulasi interaktif, gambar bergerak atau animasi yang dibuat layaknya permainan dimana peserta didik dapat belajar dengan mengeksplorasinya (Iryani *et al.*, 2018). Simulasi PhET *Interactive Simulation* merupakan sebuah media pembelajaran fisika berupa laboratorium virtual yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membangun pengetahuannya sendiri. Simulasi PhET *Interactive Simulation* didapatkan secara gratis dengan mengunduh di website resminya <https://phet.org> (Iryani *et al.*, 2018). Simulasi PhET *Interactive Simulation* dapat membantu memperkenalkan topik baru, memperkuat pemikiran peserta didik, dan mengembangkan konsep atau keterampilan dalam mata pelajaran Fisika (Khoirunah *et al.*, 2014). Pembelajaran Fisika dilakukan melalui kegiatan yang berpusat pada peserta didik, seperti melakukan percobaan dalam simulasi PhET *Interactive Simulation* menuntut peserta didik menemukan pengetahuan berdasarkan kegiatan yang dilakukan tersebut. Pengetahuan yang diperoleh melalui suatu kegiatan ilmiah merupakan salah satu hal yang berkaitan dengan *nature of science* (NoS).

NoS merupakan gagasan utama mengenai bagaimana menyusun pembelajaran sains, NoS juga didefinisikan sebagai nilai dan asumsi yang melekat dalam pengembangan pengetahuan ilmiah dan merupakan faktor pembeda antara sains dan non sains (Akerson *et al.*, 2010). NoS mempunyai aspek empiris, inferensial, kreatif, membangun teori, Tentatif, Metode Ilmiah, Hukum Ilmiah, Sosial sains, dan Penerapan sains dalam sosial dan budaya (Abd-El-Khalick *et al.*,

2008). Aspek NoS akan memberikan dampak yang positif terhadap kemampuan peserta didik dalam menggunakan ilmu pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga *nature of science* layak untuk disisipkan dalam belajar mengajar Fisika (Rahayu, 2014). Penelitian terkait LKPD berorientasi *Nature of science* dari (Wulandari *et al.*, 2019) mendapat respon sangat baik dari peserta didik maupun pendidik, sehingga dapat digunakan sebagai bahan ajar yang dapat mendorong peserta didik memperoleh ilmu pengetahuan dengan baik.

LKPD berbantuan simulasi PhET *Interactive Simulation* dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik dalam pembelajaran dengan kategori tinggi di akhir pertemuan pembelajaran, dan mendapat tanggapan redaksional sangat baik dari peserta didik (Yulia *et al.*, 2018).

Peneliti mengembangkan lembar kerja peserta didik berorientasi NoS yang dapat digunakan secara daring dengan memanfaatkan teknologi internet dan web *live worksheets*. LKPD digital menjadi lebih menarik untuk digunakan dengan penambahan gambar dan video ilustrasi, percobaan interaktif dll. LKPD digital yang dihasilkan lebih hemat dari segi ekonomi, lebih ramah lingkungan, penggunaan yang praktis yang dapat digunakan kapanpun dan LKPD digital serupa ketersediaanya masih jarang. Peneliti bertujuan untuk mengembangkan LKPD digital berorientasi *nature of science* dan berbantuan PhET *Interactive Simulation* pada materi gerak harmonik sederhana berdasarkan dari hasil validasi oleh validator dan respon peserta didik.

## METODE

Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE. Penelitian ini memiliki lima tahapan yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Pada tahap analisis, ada

dua bagian utama yakni analisis kebutuhan dan analisis syarat-syarat dan kelayakan pengembangan LKPD. Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengetahui LKPD seperti apa yang harus dikembangkan. Pada tahap *design*, terdapat tiga tahapan yaitu merumuskan indikator dan cakupan materi, membuat desain awal LKPD digital, mengunggah desain awal ke website *live worksheets*. Selanjutnya, pada tahap pengembangan desain awal LKPD diberikan kepada validator dengan tujuan untuk melihat kelayakan dari LKPD yang dibuat. Pada tahap implementasi, dilakukan uji coba kepada peserta didik kelas X MIPA dan setelah uji coba, peserta didik diberikan angket untuk mengetahui respon dan dilakukan wawancara kepada guru dengan tujuan untuk mengetahui tanggapan guru terhadap LKPD digital. Terakhir, pada tahap evaluasi dilakukan revisi akhir produk LKPD.

Populasi dari penelitian ini ialah peserta didik kelas X SMA yang ada di Kecamatan Panawangan, Kabupaten Ciamis, Provinsi Jawa Barat. Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Penelitian ini melibatkan 32 peserta didik kelas X MIPA, satu orang guru Fisika dan empat orang dosen ahli fisika sebagai validator LKPD digital yang telah dirancang. Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan lembar validasi LKPD digital, lembar wawancara semi-terstruktur, dan angket respon peserta didik.

Lembar wawancara yang digunakan terdiri dari dua jenis yakni lembar wawancara yang digunakan pada tahapan analisis dan pada tahapan *implementation*. Pada tahap analisis, wawancara bertujuan untuk mengetahui permasalahan dalam pembelajaran pada saat pandemi Covid-19 dan mengetahui bahan ajar seperti apa yang dibutuhkan.

Pada tahapan *implementation*, wawancara digunakan untuk mengetahui

tanggapan guru terhadap LKPD digital yang telah diimplementasikan.

Teknik analisis data menggunakan analisis data kualitatif dan kuantitatif. Data kuantitatif berupa hasil dari validasi kelayakan diolah menggunakan metode validitas Aiken. Data hasil pengolahan dibandingkan dengan indeks validitas Aiken pada Tabel 1 (Retnawati, 2016).

Tabel 1 Indeks Validitas Aiken

No.	Indeks Validitas Aiken ( $V$ )	Kategori
1	$0,8 \leq V \leq 1$	Validitas tinggi
2	$0,4 < V < 0,8$	Validitas sedang
3	$0 \leq V \leq 0,4$	Validitas kurang

Jawaban dari peserta didik dinilai berdasarkan rubrik penilaian yang telah dibuat. Teknik penskoran yang digunakan adalah teknik penskoran analitik. Penskoran analitik digunakan untuk permasalahan yang batas jawabannya sudah jelas dan terbatas (Sumaryanta, 2015).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil wawancara semi terstruktur pada salah satu guru fisika menunjukkan bahwa terdapat berbagai macam kendala yang dialami oleh guru dalam melakukan pembelajaran di sekolah. Mulai dari alokasi waktu, bahan ajar yang digunakan, media yang digunakan, belum terbiasanya guru menggunakan teknologi hingga minat dan antusias peserta didik terhadap pembelajaran fisika, menjadi suatu kendala dalam pembelajaran di sekolah. Terdapat berbagai media yang sering digunakan oleh guru yakni web sekolah, *Zoom Meeting*, *Google Classroom*, *Google Meet*, dan *WhatsApp group*. Walaupun media tersebut membantu proses pembelajaran akan tetapi pengurangan alokasi waktu pembelajaran serta tatap muka secara virtual yang terbatas membuat peserta didik kesulitan memahami konsep yang diajarkan.

Selain kendala yang telah disebutkan di atas, kualitas jaringan peserta didik seringkali menimbulkan gangguan koneksi internet sehingga tidak semua

peserta didik dapat hadir dan menyimak materi secara utuh. Oleh karena itu Guru membutuhkan pembelajaran tambahan yang interaktif dan dapat menuntun peserta didik mempelajari konsep yang diajarkan serta peserta didik dapat mempelajarinya secara mandiri tanpa sepenuhnya dibimbing oleh guru.

Penyajian bahan ajar tidak sebatas media cetak, tetapi juga menggunakan media digital. Salah satu bahan ajar yang dapat dikonversi ke bentuk digital adalah LKPD (Fahmi *et al.*, 2016).

Penggunaan lembar kerja peserta didik digital yang interaktif menjadi salah satu alternatif yang dapat dipakai.

Terdapat beberapa manfaat dari penggunaan LKPD yang interaktif seperti halnya yang dikatakan oleh Yulia *et al.* (2018), LKPD berbantuan simulasi *PhET Interactive Simulation* dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik dalam pembelajaran dengan kategori tinggi di akhir pertemuan pembelajaran.

Bahan ajar online dapat memudahkan guru dalam meningkatkan bahan belajar yang sesuai dengan tuntutan perkembangan teknologi, meningkatkan wawasan dan keterampilan, serta mempermudah dalam menyampaikan materi pelajaran yang bersifat abstrak (Afriani *et al.*, 2021).

*Web live worksheet* dan *PhET Interactive Simulation* dapat dijadikan sebagai platform yang dapat membantu. Penggunaan LKPD digital dengan berbantuan *PhET Interactive Simulation* dan *Live worksheet* dapat dijadikan solusi oleh guru untuk mengatasi permasalahan pembelajaran daring.

Materi pembelajaran yang digunakan yaitu gerak harmonik sederhana yang mengacu pada Kurikulum 2013 edisi revisi. Kegiatan-kegiatan yang ada dalam LKPD digital disusun berorientasi pada aspek aspek NoS. Terdapat 10 aspek aspek yakni tentatif, empiris, *theory-driven*, inferensial, kreatif, metode ilmiah, teori ilmiah, hukum ilmiah, sosial

sains, serta penerapan sains dalam sosial dan budaya (Abd-El-Khalick *et al.*, 2008). Tidak semua aspek NoS bisa diorientasikan pada LKPD karena menyesuaikan dengan materi yang diajarkan. Penyebaran aspek-aspek NoS pada LKPD digital dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Distribusi Aspek NoS dalam LKPD

LKPD	Aspek NoS
<b>Digital ke-</b>	
LKPD	<i>Theory-driven</i>
Digital ke-1	Inferensial Teori Ilmiah Hukum ilmiah Sosial sains
LKPD	Empiris
Digital ke-2	Metode Ilmiah Teori Ilmiah Hukum ilmiah Penerapan sains dalam sosial dan budaya

LKPD digital divalidasi oleh empat orang dosen ahli. Hasil validasi berupa masukan dan skor yang diberikan dari dosen ahli. Setelah hasil validasi didapat, selanjutnya LKPD digital direvisi untuk dapat digunakan pada tahap implementasi. Menurut Depdiknas (2008), terdapat empat aspek yang divalidasi yaitu kelayakan isi, penyajian, bahasa, dan kegrafikaan (tampilan) LKPD digital. Data skor validasi dari empat dosen ahli dianalisis menggunakan rumus Aiken. Hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Rata-rata Hasil Validasi LKPD

Aspek	Nilai rata-rata Indeks V	Kategori
Kelayakan Isi	0,83	Validitas Tinggi
Kelayakan Penyajian	0,81	Validitas Tinggi
Kelayakan Bahasa	0,84	Validitas Tinggi
Kelayakan Tampilan (Kegrafikaan)	0,88	Validitas Tinggi

Pada aspek kelayakan isi terdiri dari Kesesuaian isi LKPD dengan

Kompetensi Dasar (KD) dan Tujuan Pembelajaran, kebenaran konsep materi ditinjau dari aspek keilmuan, kejelasan topik pembelajaran, keruntutan materi, cakupan materi, kejelasan simulasi yang diberikan, kesesuaian percobaan dengan materi dan tujuan pembelajaran, dan manfaat untuk menambah wawasan pengetahuan. Aspek kelayakan isi mendapatkan nilai rata-rata indeks sebesar 0,83 yang termasuk ke dalam kategori validitas tinggi.

Aspek kelayakan penyajian terdiri dari kejelasan indikator yang ingin dicapai, kejelasan tahapan dalam LKPD, pemberian motivasi dan daya tarik, interaksi, dan kelengkapan informasi. Aspek ini mendapat nilai rata-rata indeks sebesar 0,81 yang termasuk ke dalam kategori validitas tinggi.

Aspek kelayakan bahasa terdiri dari keterbacaan, kejelasan informasi, kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar, dan penggunaan bahasa secara efektif dan efisien. Aspek kelayakan bahasa mendapat nilai rata-rata indeks sebesar 0,84 yang termasuk ke dalam kategori validitas tinggi.

Aspek kelayakan tampilan terdiri dari penggunaan *font*, *layout*, ilustrasi, desain tampilan, keefektifan dalam penggunaan dan kemudahan penggunaan. Aspek kelayakan tampilan mendapatkan nilai rata-rata indeks sebesar 0,88 yang termasuk ke dalam kategori validitas tinggi.

Hasil validasi kesesuaian aspek-aspek NoS dalam LKPD digital untuk LKPD ke-1 mendapatkan nilai rata-rata indeks sebesar 0,84 dan untuk LKPD ke-2 mendapatkan nilai rata-rata indeks sebesar 0,80. Masing-masing hasil validasi termasuk ke dalam kategori validitas tinggi.

Berdasarkan hasil validasi kesesuaian LKPD Digital dengan komponen penyusun bahan ajar dan kesesuaian aspek-aspek *Nature of science* dalam LKPD Digital dengan rata-rata indeks

validitas sebesar 0,83 dapat disimpulkan bahwa hasil validasi secara keseluruhan LKPD digital memiliki nilai validitas yang tinggi. Tetapi, dari data kualitatif yakni masukan dan saran dari dosen ahli terdapat beberapa revisi yang harus dilakukan terhadap LKPD digital ini.

Masukan dan saran dari empat dosen ahli dapat dilihat melalui Tabel 4.

Tabel 4 Masukan dan Saran Validator

No	Masukan dan Saran
1	Memperbaiki redaksi materi Menambahkan soal/ pertanyaan yang mengandung unsur prediksi/ analisis/ sintesis untuk lebih mengenal kemampuan analisisnya
2	Memperbaiki contoh soal pada video pembelajaran
3	Memperbaiki bagian “ <i>Did you know?</i> ” dengan menampilkan teknologi sehari-hari.
4	Pada bagian penerapan lebih baik diganti menjadi video.
5	Memperbaiki redaksi pada soal
6	Mengganti kolom isian penilaian diri menjadi pilihan <i>drop-down list</i>
7	

LKPD digital yang telah direvisi awal kemudian dilakukan uji coba terbatas kepada 32 orang peserta didik kelas X di salah satu SMA di kabupaten Ciamis. Uji coba dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data jawaban dan respon peserta didik terhadap LKPD Digital yang telah di gunakan dan juga dilakukan wawancara kepada salah satu guru fisika untuk mengetahui tanggapan terhadap LKPD digital yang telah diujicobakan. Data wawancara dan respon peserta didik dibutuhkan untuk merevisi akhir LKPD digital, sehingga LKPD digital dapat dikatakan sangat layak digunakan pada pembelajaran fisika.

Hasil respon peserta didik pada aspek kegrafikan mendapatkan rata-rata persentase sebesar 86,57% dengan kategori sangat setuju, hal ini menunjukkan bahwa LKPD digital yang

dikembangkan memiliki tampilan yang dapat membuat peserta didik merasa tertarik untuk mempelajarinya. Pada aspek penyajian mendapatkan rata-rata persentase sebesar 85,63% dengan kategori sangat setuju, hal ini menunjukkan bahwa LKPD digital yang dikembangkan menyajikan konten yang tidak membingungkan dengan kemudahan akses yang fleksibel.

Pada aspek kebahasaan didapatkan rata-rata persentase sebesar 88,13% dengan kategori sangat setuju, hal ini menunjukkan bahwa kalimat dan paragraf yang digunakan dalam LKPD Digital ini jelas dan menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh peserta didik. Bahasa yang digunakan menggunakan bahasa Indonesia baku akan tetapi tidak terlalu formal sehingga mudah dipahami oleh peserta didik.

Pada aspek materi didapatkan rata-rata persentase sebesar 88,13% yang termasuk kategori sangat setuju, hal ini menunjukkan bahwa peserta didik merasa terbantu oleh LKPD digital untuk mempelajari materi yang diajarkan, penjelasan konsep dalam LKPD digital disertai fenomena yang berkaitan dengan kehidupan dapat melatih peserta didik untuk berpikir layaknya ilmuwan dan peserta didik juga sangat setuju jika LKPD digital ini dikembangkan untuk memudahkan pembelajaran daring.

Sesuai dengan yang disampaikan oleh Gondorini (2017), materi dan penggunaan bahasa bahan ajar mudah dipahami oleh peserta didik merupakan kriteria bahan ajar yang baik digunakan.

Secara keseluruhan hasil dari respon peserta didik terhadap LKPD digital yang dikembangkan mendapatkan rata-rata persentase sebesar 87,31% yang termasuk ke kategori sangat setuju. Respon peserta didik dengan kategori sangat setuju menunjukkan bahwa LKPD berbantuan PhET *Interactive Simulation* sangat cocok digunakan sebagai bahan ajar pada materi Gerak harmonik sederhana (Intandari *et al.*, 2018).

LKPD digital dapat membantu peserta didik belajar secara mandiri karena sudah terdapat petunjuk di dalamnya, penggunaannya yang praktis memudahkan peserta didik untuk dapat mengaksesnya tanpa terbatas oleh waktu dan tempat. Peserta didik dapat menggunakan LKPD digital ini sebagai persiapan sebelum pembelajaran tatap muka atau sesudah pembelajaran tatap muka sehingga materi yang telah diajarkan dapat bisa lebih dipahami.

Untuk masukan dan saran dari peserta didik, peserta didik secara umum memberikan komentar yang positif. Namun peserta didik juga memberikan masukan dan saran perbaikan untuk LKPD digital yang telah dikembangkan, yakni kesulitan saat LKPD digital dikerjakan menggunakan gawai, soal yang terlalu sulit dan tidak adanya fitur yang bisa menyimpan jawaban peserta didik secara otomatis. Masukan dan saran yang sudah didapatkan selanjutnya akan dipertimbangkan sebagai bahan untuk revisi akhir LKPD digital. Hasil penilaian LKPD tertera pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Penilaian dari LKPD

LKPD Digital ke-	Nilai	Kategori
LKPD Digital ke-1	85,83	Baik
LKPD Digital ke-2	85,88	Baik
Rata rata	85,85	Validitas Tinggi

Secara keseluruhan peserta didik dapat menyelesaikan tugas atau soal yang ada pada LKPD digital tanpa permasalahan.

Rata-rata hasil penilaian LKPD berada diatas nilai 70 dengan kategori baik. Dapat dikatakan bahwa LKPD digital berorientasi NoS dapat membantu peserta didik untuk menguasai konsep yang diajarkan meskipun dilakukan secara mandiri tanpa bantuan penjelasan dari guru. Namun terdapat beberapa hal yang menyebabkan nilai rata-rata peserta didik kurang maksimal, hal tersebut yaitu peserta didik tidak mengamati video dan materi yang disajikan dengan baik, pengerjaan yang kurang teliti sehingga ada soal yang terlewat, masih kurangnya pengetahuan peserta didik dalam

menentukan variabel penelitian dalam percobaan, dan terdapat satu soal yang kebanyakan peserta didik tidak menjawab karena merasa soal tersebut terlalu sulit untuk dikerjakan. Sebaiknya disarankan agar LKPD ini diterapkan dengan model pembelajaran yang diawali dengan tahap pengenalan hingga melakukan percobaan seperti model *Inquiry Learning*.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan terhadap guru, didapatkan beberapa masukan dan saran perbaikan. Secara keseluruhan LKPD digital yang dikembangkan sudah layak untuk digunakan pada pembelajaran fisika, baik pembelajaran daring atau pembelajaran tatap muka. Tampilan yang disajikan menarik, materi yang disajikan sesuai dengan indikator, bahasa jelas dan mudah dimengerti, dan cara untuk mengakses LKPD tergolong mudah dan fleksibel. Terdapat beberapa aspek yang perlu diperbaiki menurut guru. Pada aspek kegrafikan, LKPD digital lebih bagus jika diberi *border page* dan nomor halaman sehingga LKPD tidak seperti menyatu dan perbaiki beberapa huruf yang salah ketik. Pada aspek materi, urutan materi lebih baik disesuaikan dengan urutan materi yang biasa digunakan di sekolah, dan jika bisa memasukan simulasi PhET *Interactive Simulation* ke dalam LKPD digital sehingga tidak perlu membuka tab baru.

Setelah tahap implementasi dilakukan evaluasi dengan melakukan revisi akhir dari produk. Revisi akhir dilakukan dengan memperbaiki jenis *font* untuk jawaban yang awalnya adalah tipe *Arial* ukuran 12 pt dengan pengaturan rata tengah dan setelah dilakukan revisi, jenis font diganti menjadi tipe *Open Sans* ukuran 20 pt dengan pengaturan rata kiri sehingga penulisan jawaban dapat terlihat dengan jelas walaupun menggunakan gawai. Untuk ukuran font konten LKPD digital, peneliti tidak melakukan penambahan ukuran atau mengganti jenis font karena dari awal

sebelum LKPD digital diberikan kepada peserta didik, peneliti telah mencoba membuka dan mengisinya menggunakan gawai peneliti sendiri. LKPD digital tidak menemukan kendala tersendiri ketika dibuka menggunakan gawai. Ada beberapa faktor yang menyebabkan kendala ketika LKPD digital dibuka menggunakan gawai, yaitu peserta didik tidak menggunakan *browser* saat membuka LKPD digital, tampilan gawai yang terlalu kecil, ketika membuka LKPD digital tidak menggunakan mode *landscape* sehingga tampilan terlalu kecil.

Perbaikan lainnya yakni menambahkan *border page*, penomoran halaman dan menambahkan warna pada objek yang terlihat membosankan. *Border page* menggunakan ukuran 2,25pt berwarna hitam dengan jarak dari pinggir halaman kertas ialah 1pt di setiap sisinya. Untuk penomoran halaman digunakan *font* jenis *Calibri* ukuran 14pt, ditambahkan juga keterangan di samping nomor halaman agar penomoran tidak terlihat monoton. Penambahan warna digunakan pada bagian soal mencocokkan, warna yang digunakan menggunakan warna yang nyaman untuk dilihat.

Terdapat beberapa masukan dan saran perbaikan yang tidak dilakukan pada LKPD digital. Saran pertama ialah tentang otomatisasi jawaban tersimpan. Perbaikan terkait otomatisasi jawaban yang langsung tersimpan tidak dapat dilakukan karena keterbatasan dari web yang digunakan, meskipun demikian web sudah menyediakan tombol *finish* dan *save for later* di akhir LKPD. Selanjutnya ialah saran terkait kendala web yang muncul tulisan *error*. Web memunculkan tulisan *error* bisa jadi diakibatkan oleh faktor sinyal peserta didik yang lemah atau web sedang dalam keadaan sibuk. Solusi yang bisa dilakukan ialah saat mengerjakan pastikan sinyal dalam keadaan bagus dan stabil dan jika masih bermasalah peserta didik disarankan

untuk menunggu beberapa saat sebelum membuka kembali web.

Kemudian saran tentang soal yang terlalu sulit untuk dikerjakan dan web menyalahkan jawaban benar. Soal pada LKPD digital tidak diperbaiki karena menurut peneliti, soal tidak terlalu sulit untuk dikerjakan oleh peserta didik jika video pembelajaran yang ada pada LKPD digital ditonton secara keseluruhan. Untuk perbaikan terkait web yang kadang menyalahkan jawaban benar tidak dilakukan karena koding dilakukan sesuai dengan kunci jawaban dan kemungkinan peserta didik merasa benar akan jawaban yang salah.

Saran terakhir ialah untuk menampilkan simulasi PhET *Interactive Simulation* pada LKPD digital. Peneliti berupaya untuk menambahkan simulasi PhET *Interactive Simulation* agar bisa digunakan tanpa membuka tab baru. Upaya yang dilakukan ialah menambahkan kode html simulasi PhET *Interactive Simulation* yang diinginkan ke dalam kolom koding pada LKPD digital, akan tetapi hal tersebut tidak berhasil dilakukan karena adanya keterbatasan dari web *live worksheets* yang dipakai.

Untuk perbaikan soal yang tergolong sulit, peneliti menambahkan beberapa tahapan yang dapat membantu peserta didik dalam mengerjakan soal tersebut dan Untuk permasalahan peserta didik tidak mengamati video dan materi yang disajikan dengan baik dan pengerjaan yang kurang teliti sehingga ada soal yang terlewat, solusi yang dapat diterapkan adalah dilakukannya pendampingan saat pengerjaan LKPD digital. Pendampingan dapat dilakukan secara daring atau tatap muka tergantung pada pembelajaran yang diinginkan. Saat pengerjaan LKPD, guru mengingatkan peserta didik untuk melihat ulang jawaban yang diisi sehingga tidak ada jawaban yang terlewat.

Setelah dilakukan revisi akhir, maka didapatlah hasil produk LKPD digital

berorientasi NoS dan berbantuan PhET *Interactive Simulation* pada materi gerak harmonik sederhana. Tampilan akhir konten dari LKPD yang telah dikembangkan disajikan dalam Gambar 1.

Untuk mengecek pemahaman kalian di pertemuan kali ini silahkan jawab beberapa pertanyaan berikut!

1. Sebuah benda digantung pada tali vertikal sehingga membentuk bandul sederhana. Jika bandul ini diberi gangguan ia akan berosilasi, hal ini disebabkan

2. Perhatikan gambar berikut!



Bima, bermain ayunan di taman bermain bersama peliharaannya. Saat bermain ayunan bima berayun bolak balik dan dianggap bergerak secara harmonik dengan persamaan simpangan  $y = 2 \sin(\pi t)$ .

Tentukan:

- Amplitudo
- Frekuensi
- Periode

**Jawab:** Persamaan simpangan  $y = 2 \sin(\pi t)$  sama dengan persamaan awal simpangan yakni  $y = A \sin(\omega t)$ . Dengan membandingkan kedua persamaan tersebut, didapatkan:

a. Amplitudo =

Untuk mengetahui frekuensi dan periode, kita lihat dari persamaan tersebut didapatkan bahwa  $\omega = \pi$ . Kita ingat kembali hubungan frekuensi dengan kecepatan sudut ( $\omega$ ) bahwa  $\omega = 2\pi f$ . Dengan mensubstitusikan  $\omega = \pi$  ke dalam persamaan  $\omega = 2\pi f$ , maka didapatkan

b. Frekuensi =

c. Periode =

3. Sebuah benda yang diikat dengan seutas benang hanya dapat berayun dengan simpangan kecil. Supaya periodenya semakin besar upaya apa yang kalian lakukan?

LKPD3-1 | LKPD Digital Berorientasi Nature of Science | 11

Gambar 1 Konten LKPD

## SIMPULAN

Hasil validasi terhadap LKPD digital berorientasi NoS, menunjukkan bahwa LKPD memiliki validitas yang tinggi dari seluruh aspek, berarti LKPD dapat menjadi salah satu alternatif bahan ajar yang digunakan pada pembelajaran fisika. Peserta didik dapat menguasai konsep dengan baik. Peserta memberikan tanggapan sangat positif terhadap seluruh aspek dan mendukung dikembangkannya LKPD digital berorientasi NoS ini. Dengan demikian, LKPD digital berorientasi *nature of science* dan berbantuan PhET *Interactive Simulation* pada materi gerak harmonik sederhana sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Peneliti berkeyakinan bahwa LKPD digital berorientasi NoS dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri oleh peserta didik. Guru dapat menggunakan LKPD digital berorientasi

NoS sebagai bahan ajar pendukung di samping pembelajaran tatap muka dan juga dapat digunakan sebagai penugasan terstruktur.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abd-El-Khalick, F., Waters, M., & Le, A. P. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835–855. <https://doi.org/10.1002/TEA.20226>
- Afriani, R., Muti'ah, M., & Idrus, S. W. al. (2021). Pengembangan bahan ajar online sebagai media pembelajaran selama covid-19. *Chemistry Education Practice*, 4(2), 201–205. <https://doi.org/10.29303/CEP.V4I2.2672>
- Akerson, V. L., Weiland, I., Pongsanon, K., & Nargund, V. (2010). Evidence-based strategies for teaching nature of science to young children. *Evidence-Based Strategies for Teaching Nature of Science to Young Children.*, 11(4), 61–78.
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Dewi, T. N. C. (2016). Pengembangan lks dalam rangka menunjang pembelajaran berbasis scientific approach pada materi laporan keuangan perusahaan jasa. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, 4(3). <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/35/article/view/17055>
- Fahmi, R., Awaluddin, D., & Wanarti, P. (2016). Pengembangan modul elektronik plc pada standar kompetensi memprogram peralatan sistem pengendali elektronik dengan plc untuk smk raden patah kota mojokerto. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 5(3). <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/17/article/view/16080>
- Fuadi, H., Melita, A. S., Siswadi, S., Jamaluddin, J., & Syukur, A. (2021). Inovasi LKPD dengan desains digital sebagai media pembelajaran ipa di smpn 7 mataram pada masa pandemi covid-19. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 6(2), 167–174. <https://doi.org/10.29303/JIPP.V6I2.184>
- Gondorini, A. (2017). *Pengembangan bahan ajar menulis pengalaman dengan pendekatan whole language dalam pembelajaran bahasa indonesia sekolah dasar kelas v*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Intandari, R., Astutik, S., & Maryani, M. (2018). Pengembangan lks (lembar kerja siswa) berbantuan simulasi phet pada materi getaran harmonis untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada siswa sma. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(4), 349–355. <https://doi.org/10.19184/JPF.V7I4.9659>
- Iryani, Tandililing, E., & Hamdani. (2018). Remediasi miskonsepsi siswa dengan model pembelajaran children learning in science (clis) berbantuan simulasi PhET. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 7(4). <https://doi.org/10.26418/JPPK.V7I4.24725>
- Khoirunah, N., Pratini, U., & Soekamto, I. (2014). Pengembangan lembar kegiatan siswa ipa terpadu berbasis phet dengan strategi pembelajaran inkuiri. *Prosiding Seminar*

- Nasional Pendidikan Sains Unesa*, 208–212.
- Latifah, S., Setiawati, E., & Basith, A. (2016). Pengembangan lembar kerja peserta didik (lkpd) berorientasi nilai-nilai agama islam melalui pendekatan inkuiri terbimbing pada materi suhu dan kalor. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5(1), 43–51. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v5i1.104>
- Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan media pembelajaran fisika menggunakan modul cetak dan modul elektronik pada siswa sma. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 17–25.
- Rahayu, S. (2014). Inovasi pembelajaran kimia abad 21 dan perkembangan riset kimia. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan Pembelajarannya (SNKP)*.
- Retnawati, H. (2016). *Analisis kuantitatif instrumen penelitian (panduan peneliti, mahasiswa, dan psikometrian)*. Parama Publishing.
- Sinulingga, P., Hartanto, T. J., & Santoso, B. (2016). Implementasi Pembelajaran Fisika Berbantuan Media Simulasi PhET untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada materi listrik dinamis. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 2(1), 57–64. <https://doi.org/10.21009/1.02109>
- Sumaryanta. (2015). Pedoman penskoran. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 2(3), 181–190.
- Wulandari, P., Widiyawati, Y., & Sari, D. S. (2019). Pengembangan lkpd berbasis nature of science untuk meningkatkan keterampilan proses sains. *Saintifika*, 212, 22–34. <http://jurnal.unej.ac.id/index.php/STF>
- 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 Desember), 64–70. <https://doi.org/10.33369/JKF.1.3.64-70>