



Validitas LKPD Digital Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *PhET Simulation*

Endang Susilawati¹⁾, Agustinasari^{1),*}

¹⁾Pendidikan Fisika, STKIP Taman Siswa Bima

*atinasari23@gmail.com

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan LKPD Digital Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Phet Simulation*. Penelitian ini berfokus pada hasil validitas LKPD yang diujikan ke ahli, guru, dan ujian kepraktisan pada mahasiswa. Metode penelitian ini menggunakan jenis *Reasearch & Development*. Tahapan pengembangan produk LKPD terdiri dari 5 tahapan: a. studi pendahuluan, b. melakukan perencanaan, c. mengembangkan produk awal dan penilaian kelayakan, d. melakukan uji coba terbatas, e. revisi produk berdasarkan uji coba terbatas. Hasil penelitian menunjukkan secara umum kualitas LKPD Digital Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *PhET Simulation* yang telah dikembangkan termasuk pada kategori sangat baik yaitu pada 92%. Dengan demikian produk yang telah dikembangkan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Kata Kunci: LKPD Digital Gerak Harmonik Sederhana, *PhET Simulation*

1. PENDAHULUAN

Pendidikan di sekolah diarahkan tidak semata-mata pada penguasaan dan pemahaman konsep ilmiah, tetapi juga perlu peningkatan kemampuan dan keterampilan. Menurut Piaget (Suparno, 1997), pengetahuan seharusnya tidak ditransfer begitu saja, tetapi harusnya dikonstruksi atau diinterpretasikan oleh peserta didik berdasarkan pengalaman yang diperoleh peserta didik. Sejalan dengan itu menurut Ango (2002), pembelajaran sains seharusnya menanamkan dua aspek yaitu keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Pembelajaran seharusnya berpusat pada peserta didik, sehingga peserta didik mampu membangun pengetahuannya, menemukan konsep serta menyimpulkan sendiri melalui arahan guru. Namun kenyataannya, mata pelajaran fisika masih belum banyak yang megutamakan kegiatan membangun konsep ilmiah. Fisika cenderung disampaikan oleh guru dan tidak berpusat pada peserta didik. Hal ini menyebabkan peserta didik memahami materi secara parsial dan peserta didik tidak optimal dalam membangun pengetahuannya sendiri.

Untuk menjawab hal tersebut, fokus pendidikan abad 21 ini pada kemampuan berpikir tingkat tinggi atau *High Order Thinking Skills* (HOTS). Salah satu jenis HOTS adalah keterampilan berpikir kritis. Lloyd & Bahr (2010) mengatakan bahwa salah satu tujuan utama pendidikan saat ini adalah keterampilan berpikir kritis, termasuk pembelajaran fisika. Pernyataan tersebut sejalan dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2006 mengatakan bahwa cakupan pembelajaran pada kelompok mata pelajaran ilmu pengetahuan dan teknologi dimaksudkan untuk memperoleh kompetensi lanjutan ilmu pengetahuan dan teknologi serta membudayakan berpikir ilmiah secara kritis, kreatif, dan mandiri (Depdiknas, 2006). Oleh karena itu, dalam pembelajaran peserta didik perlu dibekali dengan kemampuan berpikir kritis yang dapat digunakan untuk menganalisis dan memecahkan permasalahan yang akan mereka hadapi dalam kehidupan sehari-hari, termasuk pembelajaran fisika.

Di sisi lain, masa pandemi Covid-19 memberikan pengaruh kepada semua aspek, termasuk diantaranya adalah kegiatan pendidikan. Pembelajaran yang dulunya dilakukan di kelas dan tatap muka, sekarang beralih menjadi belajar dari rumah. Berbagai cara yang menunjang pembelajaran dari rumah dilakukan, termasuk diantaranya pembelajaran dalam jaringan (daring). Hal ini menjadikan pembelajaran fisika yang harusnya memuat pembelajaran eksperimen, menjadikan kegiatan pembelajaran serba terbatas. Upaya mengatasi beberapa permasalahan di atas diperlukan suatu inovasi media pembelajaran sekaligus sumber belajar fisika untuk pembelajaran daring. Salah satunya dengan memanfaatkan teknologi digital untuk mengaplikasikan

LKPD fisika dengan berbantuan *PhET Simulation* untuk pembelajaran daring. Untuk menjawab tantangan tersebut, perlu adanya upaya penerapan cara pembelajaran baru. Salah satunya adalah *virtual laboratory*.

Virtual laboratory adalah situasi interaktif dan kompleks untuk memecahkan persoalan dalam bentuk simulasi secara berkelompok (Simbolon & Sahyar, 2015). *Virtual laboratory* yang dimanfaatkan salah satunya adalah simulasi PhET. (Nirwana, 2011) mengemukakan ada beberapa manfaat yang diperoleh dengan menggunakan *virtual laboratory*: (1) mengurangi keterbatasan waktu; (2) mengurangi hambatan geografis, sehingga bisa dilakukan oleh peserta didik yang berlokasi jauh dari pusat pembelajaran; (3) ekonomis; yaitu tidak membutuhkan bangunan laboratorium, alat-alat dan bahan-bahan seperti pada laboratorium konvensional; (4) meningkatkan kualitas eksperimen, karena memungkinkan untuk diulang agar memperjelas keraguan pada kegiatan di laboratorium.

PhET (*Physics Education Technology simulation interactive*) adalah media pembelajaran hasil pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi yang dikembangkan oleh Universitas Colorado. *PhET Simulation* dapat diakses secara gratis baik secara *online* maupun *offline*, sehingga dapat terjangkau bagi peserta didik untuk belajar di sekolah maupun di rumah selama pandemi *Covid-19*. *PhET Simulation* mampu menampilkan gambaran yang tidak tampak oleh mata dalam bentuk simulasi interaktif sehingga dapat membantu membangun pemahaman peserta didik (Finkelstein et al., 2006). *PhET Simulation* didalamnya memuat beberapa eksperimen mengenai konsep fisika yang dapat dicoba secara tidak langsung oleh peserta didik dimanapun dan kapanpun. Dalam *PhET Simulation* terdapat berbagai alat ukur yang bisa memfasilitasi peserta didik belajar konsep fisika dengan baik.

Selanjutnya Wuryaningsih dan Suharno (Al Fajri et al., 2016) berpendapat bahwa simulasi *PhET Simulation* merupakan gambar bergerak atau animasi interaktif yang dibuat layaknya permainan dimana peserta didik dapat belajar dengan melakukan eksplorasi. Simulasi-simulasi tersebut menekankan korespondensi antara fenomena nyata dan simulasi komputer kemudian menyajikannya dalam model-model konseptual fisika yang mudah dimengerti peserta didik.

Untuk memaksimalkan pemanfaatan *virtual laboratory PhET Simulation* dan mengingat masih kurangnya ketersediaan media pembelajaran yang dapat dimanfaatkan pada proses pembelajaran daring maka dikembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) digital yang diintegrasikan dengan *PhET Simulation* dan *Google Form* yang bertujuan untuk memfasilitasi peserta didik mempelajari materi dan melakukan praktikum secara mandiri. LKPD digital ini dikembangkan berdasarkan materi Gerak Harmonik Sederhana (GHS) dan dirancang menggunakan *Smart App Creator* yang outputnya sebuah aplikasi android yang dapat diakses menggunakan *smartphone*. LKPD digital yang dirancang memuat Petunjuk penggunaan, Kompetensi yang ingin dicapai, Materi Fisika, Kegiatan Praktikum, Referensi dan Kontak.

Kualitas sebuah media pembelajaran yang dikembangkan perlu diuji untuk mengetahui sejauh mana media pembelajaran tersebut dapat memfasilitasi peserta didik mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Begitu juga dengan LKPD digital yang dikembangkan ini perlu diuji kualitasnya. Menurut Yunus (Yudha et al., 2019), kualitas media pembelajaran ditandai dengan validitas yang tinggi. Konsep valid menunjukkan adanya kesesuaian, kebermaknaan, dan kegunaan. Komponen validitas pengembangan LKPD Digital yang dinilai meliputi: 1) Aspek komponen LKPD, 2) Aspek Isi, 3) Aspek Kebahasaan, dan 4) Aspek Penyajian (Depdiknas, 2008).

Dengan penggunaan LKPD digital *virtual laboratory PhET Simulation* diharapkan keterampilan berpikir kritis peserta didik meningkat. Menurut Gunawan & Liliyasi (2012), teknologi komputer pada variasi pembelajaran fisika juga terbukti meningkatkan rasa ingin tahu dan membuka pengetahuan baru. Selain itu, simulasi pada *virtual laboratory* dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran karena mampu membantu peserta didik untuk memahami dan konsep dan mengatasi kelemahan pada teori fisika. (Jimoyiannis & Komis, 2001). Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Cholifa & Wibawa (2016) bahwa LKPD berbasis Android memiliki keefektifan sangat baik dan sangat layak dijadikan sebagai media belajar karena dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. LKPD berorientasi antara materi yang diajarkan dengan situasi dunia nyata (Herman, 2015). Dalam hal ini LKPD akan membantu peserta didik dalam menemukan konsep-konsep melalui aktivitasnya sendiri atau belajar secara kelompok untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan dunia nyata (Hamzah, 2015). Oleh sebab itu, masalah yang diangkat pada penelitian ini

adalah pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) digital gerak harmonik sederhana berbasis *PhET Simulation* yang dibatasi pada uji validitas produk.

2. METODE

Metode penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R & D) yaitu suatu metode untuk menghasilkan produk dan menguji keefektifan produk dengan mengadopsi pengembangan Borg & Gall (1983). Produk yang dikembangkan pada penelitian ini berupa LKPD Digital Gerak Harmonik Sederhana berbasis *PhET Simulation*. Fokus penelitian ini hanya sampai pada tahap validasi dan kelayakan produk.

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Agustus sampai Oktober, semester ganjil 2021. Tahapan pengembangan produk LKPD terdiri dari 5 tahapan: a. studi pendahuluan, b. melakukan perencanaan, c. mengembangkan produk awal dan penilaian kelayakan, d. melakukan uji coba terbatas, e. revisi produk berdasarkan uji coba terbatas.

Pada penelitian ini uji kelayakan dilakukan oleh dua ahli, dua praktisi pendidikan yaitu guru Fisika, serta mahasiswa. Responden yang digunakan adalah mahasiswa Pendidikan Matematika yang tengah memprogram matakuliah Fisika Dasar di STKIP Taman Siswa Bima.

Penelitian ini dibatasi sampai pada proses validitas dan kepraktisan LKPD digital. Instrumen yang digunakan adalah angket validitas dan kepraktisan. Kuesioner validitas dan kepraktisan berdasarkan skala likert yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala Likert.

| Pilihan jawaban | Skor |
|-------------------|------|
| Sangat tidak baik | 1 |
| Tidak baik | 2 |
| Baik | 3 |
| Sangat baik | 4 |

Perhitungan data hasil uji validitas dan pertanyaan-pertanyaan kepraktisan kemudian dianalisis menggunakan persamaan berikut:

$$Presentase = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100\%$$

Hasil persentase penilaian kemudian disesuaikan dengan kategori yang telah ditetapkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Deskripsi Interpretasi

| No | Skor Persentase (%) | Interpretasi |
|----|---------------------|---------------------|
| 1 | 0% - 25% | Sangat Kurang Layak |
| 2 | 26% - 50% | Kurang Layak |
| 3 | 51% - 75% | Layak |
| 4 | 76% - 100% | Sangat Layak |

3. Hasil dan Pembahasan

Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan terdiri dari dua tahapan yaitu mengumpulkan informasi melalui studi literatur dan studi lapangan. Studi literatur dilakukan dengan menentukan materi dan isi yang akan digunakan untuk LKPD digital. Studi lapangan dilakukan dengan wawancara kepada dosen fisika dasar serta observasi saat proses pembelajaran daring. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi diperoleh informasi bahwa pembelajaran fisika dasar secara daring masih terbatas pada pembelajaran menggunakan WA grup. Peserta didik cenderung menghafal materi tanpa melakukan kegiatan eksperimen atau penyelidikan. Dosen hanya memberikan latihan soal dan materi saja sehingga pembelajaran. Dosen juga jarang mengoptimalkan ketersediaan aplikasi *virtual laboratory* untuk mengoptimalkan pembelajaran eksperimen atau penyelidikan sehingga pembelajaran menjadi serba terbatas. Hal ini sejalan dengan penelitian Ravista, et al (Ravista, 2021)

yaitu ada hal terkait proses pembelajaran: 1) Pendidik memiliki beberapa metode pembelajaran seperti ceramah dan diskusi tapi belum menggunakan model pembelajaran inovatif; 2) Pendidik jarang menjalankan kegiatan eksperimen; 3) Materi pembelajaran masih konvensional atau menggunakan bahan cetak (*print*), yaitu materi yang ditampilkan belum memfasilitasi siswa untuk melakukan aktivitas *discovery* dan melatih melakukan kegiatan saintifik.

Melakukan perencanaan

Pada tahap ini peneliti melakukan: (a) menganalisis pokok bahasan; (b) menganalisis kompetensi yang akan dicapai; (c) merumuskan indikator pembelajaran yang akan dicapai; (d) menyesuaikan tema dengan *PhET Simulation*; (e) menentukan format dan visualisasi isi dari LKPD digital.

Mengembangkan produk awal dan menilai kelayakan

Pada tahapan ini, pengembangan LKPD digital dan membuat komponen isi dari LKPD digital yang terdiri dari teks, gambar, video, dan *virtual* laboratorium. Selanjutnya segala detail secara bersamaan dirancang diaplikasi *smart app creator*. Menautkan link *PhET Simulation* dan *Google Form* untuk menginput data hasil penyelidikan. Tampilan LKPD digital dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Tampilan depan LKPD Digital Berbasis Simulasi Phet

Gambar 1 merupakan tampilan depan pada layar LKPD digital. Pada bagian tengah terdapat menu untuk masuk, menu tampilan utama, sekaligus pengaturan untuk suara.



Gambar 2. Tampilan menu.

Gambar 2 ada menu utama pada penampakan layar ketika menekan masuk pada pertama masuk. Menu-menunya terdiri dari petunjuk penggunaan LKPD digital, kompetensi, materi, kegiatan, referensi, dan kontak.



Gambar 3. Tampilan prosedur kerja yang memuat tautan untu menu *PhET Simulation*.

Gambar 3 merupakan tampilan untuk menghubungkan mahasiswa dengan *PhET Simulation*. Pada prosedur kerja, mahasiswa dituntun untuk melakukan kegiatan penyelidikan secara *virtual* menggunakan *PhET Simulation*.

Setelah produk dikembangkan, selanjutnya dilakukan uji validasi LKPD. Fokuskan validasi pada aspek komponen LKPD, aspek isi, aspek kebahasaan, dan aspek penyajian.

Tabel 3. Hasil Penilaian Kelayakan Oleh Ahli dan Guru

| Indikator | Nilai | Persentase | Kriteria |
|---------------|-------|------------|--------------|
| Komponen LKPD | 92 | 96% | Sangat Layak |
| Isi | 146 | 91% | Sangat Layak |
| Kebahasaan | 76 | 95% | Sangat Layak |
| Penyajian | 227 | 87% | Sangat layak |
| Total | | 92% | |

Pada Tabel 3 tampak bahwa semua aspek penilaian kelayakan masuk pada kategori sangat layak. Pada indikator komponen LKPD, kelayakan pada komponen LKPD adalah sebesar 96%. Perangkat pembelajaran dengan menggunakan kompetensi dasar, indikator, dan tujuan pembelajaran yang baik dapat dengan mudah digunakan (Depdiknas, 2008).

Pada aspek bahasa, kelayakan mencapai 95%. Hal ini menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan pada LKPD digital komunikatif. Penggunaan bahasa yang komunikatif dapat meningkatkan motivasi belajar (Hamdani, 2011).

Kelayakan pada aspek penyajian memperoleh skor 87%. Ini membuktikan bahwa LKPD digital terdiri dari komponen lengkap untuk memfasilitasi keterlibatan siswa dalam proses belajar (Ravista, 2021).

Selain melakukan analisis tiap indikator, dianalisis juga penilaian kelayakan untuk semua aspek yang terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Total Penilaian Kelayakan pada Semua Indikator

| Komponen | Nilai | Persentase | Kriteria |
|----------|-------|------------|--------------|
| Total | 541 | 91% | Sangat Layak |

Setelah melakukan penilaian, produk juga diberikan masukan oleh ahli dan guru. Berikut merupakan rekapan saran untuk perbaikan dari para ahli.

Tabel 5. Saran Validator

| Aspek | Saran Validator |
|---------------|--|
| Komponen LKPD | Langkah kegiatan menggunakan bahasa ambigu Pada bagian awal petunjuk, PhET tidak hanya untuk FISIKA (PhET untuk Sains) |
| Isi | Pada materi yang dijelaskan pertama kali bukan tentang PEGAS tetapi konsep GHS Untuk bagian sub judul biar lebih jelas di cantumkan saja, contoh sub judul Gerak Harmoni Sederhana pada Pegas. Sebetulnya dijelaskan juga kl GHS itu tidak hanya terjadi pada pegas saja. Contoh lainya pada Bandul Sederhana. |
| Kebahasaan | Prosedur Kerja No. 9 diubah menjadi “ <i>ukurlah Panjang pegas setelah beban terpasang pada pegas</i> ” Analisis: No. 2. “Berdasarkan hasil penelitian, jawablah pertanyaan-pertanyaan pada link di bawah ini” |
| Penyajian | Pada bagian layar diluar papan, yang tampak hanya gelas kimia. Tampilkan gambar2 yang berbau fisika Perbaiki beberapa kata yang salah, serta beberapa yang belum di spasi Sebaiknya ubah tombol next dan Back menjadi warna merah agar lebih mencolok |

Berikut merupakan tampilan LKPD sebelum dan setelah direvisi sesuai dengan saran dari validator.



(a) Prosedur kerja sebelum direvisi



(b). Prosedur kerja setelah direvisi.

Gambar 4. Tampilan LKPD sebelum dan setelah revisi

Pada Gambar 4 tampak bahwa prosedur kerja sebelum direvisi belum menggunakan kata-kata baku, khususnya pada nomor 9. Setelah direvisi sesuai saran ahli, tampak seperti gambar 1 (b).

Melakukan uji coba terbatas

Proses uji coba produk yang dikembangkan dilakukan di STKIP Taman Siswa Bima. Proses uji coba ini dilakukan sebanyak satu kali yaitu uji coba terbatas. Uji coba terbatas dilakukan pada 11 mahasiswa yang diambil dari prodi pendidikan Matematika semester I. Data hasil respon peserta didik ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji one to one ke mahasiswa.

| Komponen | Skor | Persentase | Kriteria |
|----------|------|------------|-------------|
| Total | 664 | 86% | Sangat Baik |

Revisi produk berdasarkan hasil uji coba terbatas

Pada tahap ini tidak ada perubahan terhadap LKPD yang secara signifikan. Menurut responden LKPD digital yang disusun sudah sangat bagus dan menarik sehingga bisa meningkatkan semangat belajar. Oleh karena itu, LKPD digital dapat digunakan di lapangan tanpa revisi.

LKPD Digital fisika berbantuan *PhET Simulation* materi Gerak Harmonik Sederhana telah selesai dikembangkan. Prosedur pengembangan LKPD fisika berbantuan *PhET Simulation* ini dikembangkan dengan memodifikasi prosedur pengembangan Borg & Gull. Akan tetapi hanya dilakukan dari langkah pertama sampai langkah ke lima. Produk LKPD Digital berbantuan *PhET Simulation* telah melalui tahap uji kelayakan dan telah dinilai oleh 2 ahli dan 2 guru fisika serta telah diujicobakan secara terbatas pada 11 orang mahasiswa pendidikan matematika STKIP Taman Siswa Bima.

LKPD ini telah direvisi berdasarkan saran dan masukan dari para ahli agar LKPD yang dikembangkan lebih berkualitas lagi. Secara umum skor hasil penilaian kualitas dan kelayakan LKPD Digital Berbasis *PhET Simulation* yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan. Hal ini berdasarkan penilaian dari para ahli sebagai reviewer yaitu 91% dengan total nilai 541.

Setelah dinyatakan layak oleh ahli, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba kepada peserta didik. Berdasarkan respon peserta didik terhadap penggunaan produk yang telah dikembangkan termasuk dalam kategori sangat praktis dengan persentase 87,8%. Ini menandakan bahwa LKPD mendapat respon positif dari peserta didik untuk dijadikan sebagai media pembelajaran selama pembelajaran daring yaitu sebesar 86% dengan total nilai 664.

Beberapa masukan dari peserta didik diantaranya adalah sebaiknya LKPD Digital memuat contoh soal agar memudahkan peserta didik dalam memahami konsep. Melatih siswa untuk menyelesaikan soal menjadikan siswa merasa tertantang untuk menyelesaikan soal serta mendalami materi (Susilawati et al., 2020). Hal ini sejalan dengan Astra & Jannah (2012) yang mengatakan bahwa dengan soal siswa akan terpacu dalam menggali dan mengembangkan sendiri materi.

Selain itu, masukan lain adalah memperbesar ukuran huruf. Hal ini agar peserta didik lebih mudah dalam membaca teks yang ada di LKPD. Tujuannya agar memudahkan peserta didik dalam membaca materi maupun instruksi di LKPD.

Salah satu alternatifnya adalah mengembangkan bahan ajar desains digital seperti Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang bisa diakses menggunakan *handphone* dan laptop (Basilaia & Kvavadze, 2020; Gunawan et al., 2017).

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil simpulan: 1) Pengembangan LKPD Digital Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *PhET Simulation* melalui 5 tahapan yaitu studi pendahuluan, perencanaan, pengembangan produk awal, validasi ahli dan uji coba terbatas; 2) Secara umum kualitas LKPD Digital Harmonik Sederhana Berbasis *PhET Simulation* yang telah dikembangkan termasuk pada kategori sangat baik yaitu pada 92%. Dengan demikian produk yang telah dikembangkan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Yayasan Pendidikan Taman Siswa, Lembaga STKIP Taman Siswa Bima serta Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat STKIP Taman Siswa Bima atas pendanaan Penelitian dan Pengabdian Hibah Internal tahun pendanaan 2021.

Daftar Pustaka

- Al Fajri, M. H., Alatas, F., & Daryono. (2016). *Seminar Nasional Pendidikan IPA-Biologi FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 28 September 2016*. September.
- Ango, M. L. (2002). *Mastery of Science Process Skills and Their Effective Use in the Teaching of Science : An Educology*

- of Science Education in the Nigerian Context*. 16(1), 11–30.
- Astra, I. M., & Jannah, M. (2012). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Posing Tipe Pre-Solution Posing Terhadap Hasil Belajar Fisika Dan Karakter Siswa Sma. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8(2), 135–143. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v8i2.2153>
- Basilaia, G., & Kvavadze, D. (2020). Transition to Online Education in Schools during a SARS-CoV-2 Coronavirus (COVID-19) Pandemic in Georgia. *Pedagogical Research*, 5(4). <https://doi.org/10.29333/pr/7937>
- Cholifa, R., & Wibawa, S. C. (2016). Pembuatan Lembar Kerja Siswa Berbasis Android Pada Mata Pelajaran Produktif Multimedia Kelas XI Di SMKN 1 Driyorejo. *It-Edu*, 1(02).
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*.
- Finkelstein, N., Adams, W., Keller, C., Perkins, K., & Wieman, C. (2006). High-tech tools for teaching physics: The physics education technology project. *Physics Education*, 2(3), 110–121. <http://jolt.merlot.org/vol2no3/finkelstein.htm>
- Gunawan, G., Harjono, A., Sahidu, H., & Herayanti, L. (2017). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 6(2), 257–264. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.8750>
- Gunawan, G., & Liliarsari, L. (2012). MODEL VIRTUAL LABORATORY FISIKA MODERN UNTUK MENINGKATKAN DISPOSISI BERPIKIR KRITIS CALON GURU. *Cakrawala Pendidikan*, 2, 185–199. <https://doi.org/10.1109/iceta.2013.6674403>
- Hamdani. (2011). *Strategi Belajar Mengajar*. Pustaka Setia.
- Hamzah, F. (2015). *Studi Pengembangan Modul Pembelajaran IPA berbasis Integrasi ISLAM-SAINS Pada Pokok Bahasan Sistem Reproduksi Kelas IX madrasah Tsanawiyah*. 1(September), 41–54.
- Herman. (2015). Pengembangan LKPD Tekanan Hidrostatik Berbasis Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika UNM*, 11(2), 120–131. <https://ojs.unm.ac.id/index.php/JSdPF/article/download/1478/557>.
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001). *Computer simulations in physics teaching and learning : a case study on students' understanding of trajectory motion*. 36, 183–204.
- Lloyd, M., & Bahr, N. (2010). *Thinking Critically about Critical Thinking in Higher Education*. 4(2).
- Menteri, P. (2006). *Peraturan Menteri nomor 22 Tahun 2006* 1. 1–43.
- Nirwana, R. (2011). Pemanfaatan Laboratorium Virtual Dan E-Reference Dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Phenomenon*, 1(1), 115–123.
- Ravista, N. D. (2021). *Validity and Practicality of Guided Inquiry-Based E-Modules accompanied by Virtual Laboratory to Empower Critical Thinking Skills*. 7. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7iSpecialIssue.1083>
- Simbolon, D. H., & Sahyar. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis Eksperimen Riil Dan Laboratorium Virtual Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Effects of Guided Inquiry Learning Model Based Real Experiments and Virtual Laboratory Towards the Results of Students' Ph. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 21, 299–316.
- Suparno, P. (1997). *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Kanisius.
- Susilawati, E., Siahaan, P., Agustinasari, Yulianci, S., & Samsudin, A. (2020). *Developing Physics Learning Module Based on Guided Inquiry (PLM-BGI) for Work and Energy*. 456(Bicmst), 172–175. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201021.040>
- Yudha, S. F. A., Yulkifli, & Yohandri. (2019). Validity of student worksheet based on guided inquiry learning model assisted by digital practicum tool. *Journal of Physics: Conference Series*, 1185(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1185/1/012058>