

PENERAPAN E-LKPD INTERAKTIF BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING BERBANTUAN LIVEWORKSHEETS UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN HASIL BELAJAR FISIKA

¹⁾Trapsilo Prihandono, ¹⁾Agung Supriyono, ^{1*)}Ike Lusi Meilina, ¹⁾Ernasari

¹ Prodi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Jember, Jember, Indonesia

Email: *ikelusimeilina@gmail.com

Abstract

The aim of this research is to determine the effectiveness of using Electronic Student Worksheets (E-LKS) assisted by liveworksheets based on the Problem Based Learning (PBL) model in improving critical thinking skills and learning outcomes. This research is Classroom Action Research with a One Groups Pretest-Posttest Design. The subjects of this research were all 36 students of class XI MIPA 1 SMA Negeri 1 Jember for the 2022/2023 academic year. Data collection for the critical thinking ability variable was obtained through a three-item essay test and for the learning outcome variable through a 15-item multiple choice test. The data obtained was analyzed using the N-Gain formula and the classical completeness formula. Based on the analysis, the N-Gain value for critical thinking skills was 0.531 (medium category) and learning outcomes increased with an N-Gain value of 0.26 (low category) in cycle I and 0.67 (medium category) in cycle II. Based on the results obtained, the use of multi-representation E-LKS assisted by live worksheets based on the PBL model has an effect on critical thinking skills and physics learning outcomes.

Keyword: Critical Thinking Skills, Learning Outcomes, E-LKS, Problem Based Learning

PENDAHULUAN

Pembelajaran abad 21 merupakan sebab akibat dari perkembangan masyarakat dari waktu ke waktu (Rahayu et al., 2022). Pembelajaran abad 21 berfokus pada *student center learning* (SCL) yang bertujuan untuk meningkatkan empat kompetensi belajar yaitu berpikir kritis, bekerja sama, berkomunikasi, dan berpikir kreatif (Keterampilan 4C). Pembelajaran fisika tentu harus didesain sedemikian rupa guna meningkatkan keterampilan 4C tersebut terutama keterampilan berpikir kritis. Berpikir kritis diartikan sebagai proses kognitif dan keterampilan dalam memilih strategi dalam memecahkan masalah serta pengambilan keputusan yang tepat. Pada proses berpikir kritis melibatkan beberapa langkah yaitu memecahkan masalah, merumuskan kesimpulan, mengevaluasi

kemungkinan ketepatan, dan membuat keputusan (Bao & Koenig, 2019).

Keterampilan berpikir kritis sangat penting dikembangkan pada pembelajaran fisika, sebab keterampilan ini dapat meningkatkan kemampuan analisis dalam memecahkan masalah. Pemilihan strategi tentu sangat diperhatikan dalam mengupayakan kebermaknaan pembelajaran serta mengasah keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa (Satriawan et al., 2019). Kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan analisis yang baik memungkinkan siswa untuk menarik kesimpulan yang tepat dari suatu masalah dan mengevaluasi jawaban tersebut untuk memastikan kebenarannya (Syamsinar et al., 2023).

Fisika merupakan bagian dari ilmu yang membahas tentang fenomena alam yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari dan

teknologi dalam memecahkan masalah dalam kehidupan (Saputra et al., 2019). Hal ini seharusnya menjadikan mata pelajaran fisika menarik untuk dipelajari. Namun, paradigma yang berkembang di masyarakat hingga saat ini menganggap bahwa fisika merupakan mata pelajaran yang susah dan menjadi momok bagi siswa sehingga hasil belajar berkategori rendah (Gusmayenti, 2023).

Berdasarkan hasil wawancara dan hasil tes diagnostik didapatkan temuan bahwa terdapat siswa kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 1 Jember yang kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal fisika berbasis masalah kontekstual materi gelombang berjalan dan stasioner. Hal ini dapat terjadi dikarenakan kurangnya pengaplikasian konsep gelombang berjalan dan stasioner untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan nyata menjadi salah satu faktor kesulitan proses pemecahan masalah (Herawati et al., 2022).

Model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) menjadi solusi untuk mengatasi masalah kemampuan analisis dan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran fisika. Hal ini sesuai dengan tujuan model PBL yaitu membantu siswa dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, memecahkan masalah, dan keterampilan intelektual (Santuthi et al., 2019). Model PBL didasarkan pada teori konstruktivisme yang mana siswa akan mendapatkan pengetahuan baru tentang masalah dalam kehidupan nyata untuk membantu mendapatkan keterampilan berpikir analitis dan pemecahan masalah karena siswa akan dituntut untuk aktif dalam pembelajaran mulai dari menjawab pertanyaan, bekerja sama, dan bertanggung jawab terhadap tugas yang diberikan (Afriani et al., 2019).

Melalui kelima sintaks dalam model PBL, siswa akan mengalami pembelajaran bermakna mulai dari mengorientasikan siswa pada masalah, mengorganisasi siswa untuk belajar, membantu menginvestigasi

penyelesaian masalah, mengembangkan dan menyajikan karya, serta mengevaluasi proses pemecahan masalah. Langkah-langkah tersebut akan memberikan kebermaknaan yang mendalam bagi siswa (Andriani et al., 2023).

Berdasarkan kondisi yang dialami tersebut, model *problem based learning* dinilai cocok untuk diaplikasikan ke dalam pembelajaran untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa. Model PBL ini terintegrasikan dengan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis elektronik untuk mendukung proses pemecahan masalah, mengelola sintesis masalah, mengembangkan penyelidikan, mengembangkan dan menyajikan hasil penyelidikan, dan mengevaluasi hasil. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa LKPB berbasis masalah dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar.

Lembar kerja memiliki pengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dengan skor 0,87 dan berkategori tinggi. LKS model berbasis pemecahan masalah juga memiliki nilai effect size sebesar 1,11 dengan kategori sangat tinggi (Syahdi et al., 2021). LKS berbasis model PBL dengan memanfaatkan aplikasi PhET dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika bab usaha dan energi dengan nilai N-Gain 0,35 dan 0,61 yang termasuk dalam kategori sedang (Putranta et al., 2019). Penggunaan LKS berbasis *mobile learning* atau E-LKS menjadi solusi pembelajaran saat ini sebab siswa dengan kebutuhan khusus tertentu mendapatkan visualisasi secara nyata dengan gerak 3D (Nisa et al., 2022).

Melihat kondisi tersebut, maka peneliti melakukan penelitian lebih lanjut dengan menerapkan E-LKS interaktif berbantuan website *liveworksheets* berbasis model *problem based learning* pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner untuk mengetahui peningkatan kemampuan

berpikir kritis dan hasil belajar fisika. *Liveworksheets* merupakan aplikasi berbasis website untuk memudahkan siswa dalam memahami materi pembelajaran karena guru dapat memasukkan gambar, video, audio, dan teks. Aplikasi *liveworksheets* dapat diakses oleh guru dan siswa secara online. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media *liveworksheets* dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan pengembangan elektronik LKS menggunakan aplikasi *liveworksheets* dapat memudahkan peserta dalam memahami materi pembelajaran (Prabowo 2021; Widiyani & Pramudiani, 2021). Berdasarkan uraian tersebut maka sangat penting untuk dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh penggunaan E-LKS berbantuan *liveworksheets* berbasis model *problem based learning* pada materi gelombang berjalan dan stasioner terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar pada siswa SMA.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah Penelitian Tindakan Kelas. Tujuan penelitian ini untuk meningkatkan kemampuan berpikir

kritis dan hasil belajar fisika menggunakan E-LKS berbantuan *liveworkshees* berbasis model *problem based learning* (PBL). Penelitian ini dilaksanakan sebanyak dua siklus dengan tiap siklusnya dilakukan dua kali tatap muka yang mengacu pada *design* model penelitian Tagart dan Kemmis. Objek penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 1 Jember Semester Genap Tahun Pelajaran 2022/2023.

Teknik pengambilan data yang digunakan yaitu observasi dan tes. Data kemampuan berpikir kritis didapatkan dari hasil pekerjaan dua buah soal tes uraian yang disajikan dalam bentuk ilustrasi. Sedangkan data hasil belajar didapatkan dari sepuluh soal tes yang dilakukan di setiap akhir siklus. Analisis data dilakukan dengan mereduksi data, menyajikan data, dan menarik kesimpulan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar.

Indikator tes kemampuan berpikir kritis yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada indikator yang dikemukakan oleh Facione. Namun, hanya mengambil 4 indikator saja sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Berpikir Kritis

No.	Indikator	Penjelasan
1	Klasifikasi	Merumuskan pokok-pokok permasalahan
2	Asesmen	Kemampuan memberikan alasan untuk menghasilkan kesimpulan yang benar
3	Inferensi	Menarik kesimpulan secara padat, jelas, dan logis dari premis-premis yang diketahui
4	Strategi dan Taktik	Menyelesaikan masalah dengan beragam alternatif penyelesaian berdasarkan konsep

Tingkat pencapaian kemampuan berpikir kritis siswa diketahui dengan menggunakan rumus 1. Kemudian, hasil persentase yang didapatkan akan dikategorikan sesuai dengan Tabel 2.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 2. Kategori Kemampuan Berpikir Kritis

Persentase	Kategori
$81,25 < x \leq 100$	Sangat Tinggi
$71,5 < x \leq 81,25$	Tinggi
$62,5 < x \leq 71,5$	Sedang
$43,75 < x \leq 62,5$	Rendah
$0 < x \leq 43,75$	Sangat Rendah

(Setyowati *et al.*, 2011)

Adapun untuk mengetahui tingkat pencapaian hasil belajar menggunakan teknik analisis ketuntasan klasikal (kriteria minimum ≥ 76) yaitu rumus 2. Hasil persentase yang diperoleh akan dikategorikan sesuai dengan Tabel 3.

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

NP : Nilai persen yang dicari

R : Jumlah siswa dengan nilai ≥ 76

SM : Jumlah seluruh siswa

Tabel 3. Kriteria Ketuntasan Belajar

Ketuntasan Belajar (%)	Kriteria
80-100	Baik sekali
66-79	Baik
56-65	Cukup
40-55	Kurang
<40	Kurang sekali

Peningkatan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar dianalisis menggunakan uji

N-Gain dengan mengacu pada kriteria Hake sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria N-Gain

Nilai N-Gain	Kategori
$g < 0,3$	Rendah
$0,7 > g \geq 0,3$	Sedang
$g \geq 0,7$	Tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Electronic Student Worksheets Assited Liveworksheets Application

Lembar Kerja Siswa interaktif berbantuan *liveworksheets* merupakan E-LKS berbasis aplikasi *website* yang dapat diakses oleh siswa melalui *smartphone* dan PC atau laptop. *Liveworksheets* merupakan aplikasi berbasis *website* yang memberikan manfaat bagi siswa karena dapat

meningkatkan motivasi dalam mengerjakan soal atau tugas yang diberikan guru (Fuada & Fajriati, 2021). Aplikasi *Liveworksheets* dapat diakses secara gratis menggunakan link www.liveworksheets.com. Guru dapat membuat LKS yang kemudian akan diakses oleh siswa. E-LKS pada penelitian ini dirancang dengan konten yang berisi masalah kontekstual terkait materi gelombang berjalan dan stasioner. Masalah yang diberikan pada

E-LKS ini adalah gelombang tinggi air laut di Pantai Puger Kabupaten Jember, Jawa Timur.



Gambar 1. Tangkapan Layar *Liveworksheets* LKS Gelombang Berjalan dan Stasioner

Berpikir Kritis

Intrumen yang digunakan adalah tes kemampuan berpikir kritis yang terdiri dari dua soal materi gelombang berjalan dan stasioner. Soal-soal yang diberikan tidak hanya sekedar menerapkan rumus saja melainkan memungkinkan siswa untuk memahami, menganalisis, mengevaluasi, dan menyimpulkan penyelesaian. Hasil kemampuan berpikir kritis dilihat dari

kemampuan siswa dalam mengidentifikasi informasi yang ada, memberikan alasan secara jelas dari permasalahan yang ada, kemampuan dalam memberikan kesimpulan, dan kemampuan dalam menyelesaikan permasalahan dengan penyelesaian dan perhitungan yang tepat. Hasil analisis distribusi kemampuan berpikir kritis yang didapatkan dari tes awal dan tes akhir ditunjukkan pada Tabel 5. berikut ini.

Tabel 5. Persentase Kemampuan Berpikir Kritis

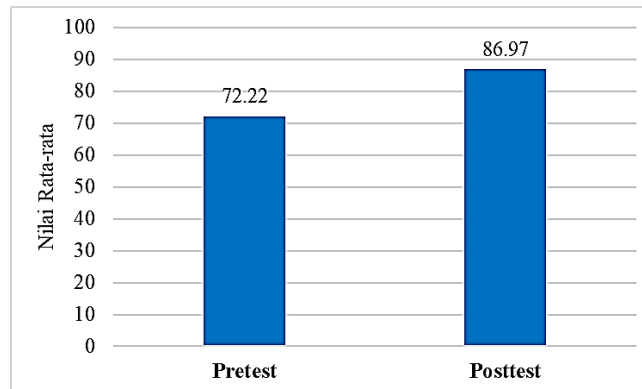
Kategori	Frekuensi		Persentase	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
Sangat Tinggi	4	26	11,11%	72,22%
Tinggi	12	8	33,33%	22,22%
Sedang	18	2	50,00%	5,56%
Rendah	2	0	5,56%	0,00%

Kategori	Frekuensi		Persentase	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
Sangat Rendah	0	0	0,00%	0,00%

Pada Tabel 5 menunjukkan adanya perubahan, pada kategori sangat tinggi mengalami peningkatan dari 4 siswa menjadi 26 siswa. Hal ini menunjukkan telah terjadi peningkatan kemampuan siswa setelah diberikan perlakuan dengan menggunakan E-LKS berbantuan *Liveworksheets*. Adapun masih adanya siswa dengan kemampuan berpikir kritis kategori rendah dan sedang dikarenakan ada beberapa faktor antara lain, yaitu adanya siswa yang kesulitan dalam mengidentifikasi persamaan yang akan digunakan dalam menyelesaikan masalah dan banyak siswa yang kesulitan untuk menghubungkan konsep gelombang berjalan

dan stasioner dalam fenomena permasalahan yang diberikan. Selain itu, *pretest* dilakukan ketika siswa telah mendapatkan pengantar materi gelombang berjalan dan stasioner dari guru yang menggunakan metode konvensional dalam pembelajarannya.

Data nilai rata-rata tes awal kemampuan berpikir kritis siswa sebesar 72,22 dengan kategori tinggi. Hasil tes awal ini menjadi acuan bagi peneliti untuk mengetahui peningkatan setelah diberikan perlakuan. Adapun nilai rata-rata hasil tes akhir kemampuan berpikir kritis siswa mengalami peningkatan sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2. berikut.



Gambar 2. Perbandingan Nilai Rata-Rata Tes Awal dan Tes Akhir Kemampuan Berpikir Kritis

Hasil uji N-Gain dari rata-rata kemampuan berpikir kritis pada *pretest* dan *posttest* diperoleh skor sebesar 0.531. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis dengan kategori sedang. Hasil ini didukung oleh beberapa penelitian antara lain Liu & Pasztor (2022) yang menyatakan bahwa model *problem based learning* (PBL) dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis yang lebih tinggi dibandingkan pembelajaran konvensional. Penelitian Ariska & Sulisworo (2021)

menunjukkan bahwa penggunaan E-LKS berbantuan *liveworksheets* dalam pembelajaran mampu meningkatkan keaktifan siswa dan lebih antusias dalam berpartisipasi menyelesaikan tugas dari guru. E-LKS berbantuan *liveworksheets* yang interaktif disertai simulasi memiliki berbagai keuntungan dan pembelajaran lebih menarik. Penggunaan E-LKS dengan *Liveworksheets* melatih siswa berpikir kritis dan kreatif dalam memecahkan masalah dan mencari solusi dari permasalahan (Noprinda & Soleh, 2019).

Hasil Belajar

Intrumen yang digunakan adalah lembar tes soal pada prasiklus, siklus I, dan

siklus II. Hasil analisis data hasil belajar ditunjukkan oleh Tabel 6.

Tabel 6. Analisis Hasil Belajar Siklus I dan Siklus II

Uraian	Hasil Analisis		
	Pra-Siklus	Siklus I	Siklus II
Jumlah Seluruh Siswa	36	36	36
Jumlah yang Mengikuti Tes	36	36	36
Jumlah yang Tuntas Belajar	20	27	35
Nilai Rata-Rata Kelas	67.78	76.25	89.22
Daya Serap Klasikal	67.78%	76.25%	89.22%
Ketuntasan Belajar	55.56%	75.00%	97.22%

Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil tes Pra-siklus masih belum tuntas karena persentase ketuntasan kelas hanya sebanyak 55.56% saja dengan nilai rata-rata kelas 67.78. Angka tersebut masih jauh dibandingkan kriteria ketuntasan yang dijadikan acuan. Hasil analisis pada siklus I diperoleh kesimpulan bahwa pada siklus I belum tuntas dan belum berhasil. Namun telah menunjukkan adanya peningkatan dibandingkan pra-siklus. Nilai rata-rata kelas mencapai di atas kriteria minimum yaitu 76,25 akan tetapi baru 75% saja yang berhasil tuntas.

Ketidakberhasilan ketuntasan belajar pada siklus I tersebut disinyalir karena adanya beberapa faktor. *Pertama*, siswa belum terbiasa menggunakan model *problem based learning* (PBL). *Kedua*, terdapat siswa yang tidak fokus dalam kegiatan berdiskusi dan aktivitas komunikasi masih rendah. Hal ini terjadi karena pembentukan kelompok didasarkan kesiapan level kognitif sehingga kelompok terdiri dari siswa yang homogen. *Ketiga*, siswa masih belum terbiasa menggunakan visual praktikum dengan PhET sehingga siswa kesulitan dalam menjalankan media tersebut dengan benar. Adanya

kekurangan-kekurangan yang ditemukan pada siklus I ini menjadi acuan dalam merencanakan pembelajaran pada siklus II.

Hasil belajar pada siklus II mengalami peningkatan dibandingkan pra-siklus dan siklus I. Nilai rata-rata kelas mencapai 89.22 dengan ketuntasan belajar klasikal sebesar 97.22%. Hasil ini menunjukkan bahwa kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 1 Jember telah berhasil mencapai kriteria ketuntasan hasil belajar. Adapun temuan-temuan tersebut antara lain yaitu *pertama*, guru menjelaskan perangkat dan media yang akan digunakan oleh siswa dengan detail. *Kedua*, guru membagi siswa ke dalam kelompok-kelompok yang heterogen sehingga terdapat interaksi sebagai tutor sebaya. *Ketiga*, siswa lebih aktif dalam pembelajaran dengan bertanya, menjawab, dan menanggapi pernyataan temannya. *Keempat*, guru memberikan refleksi terhadap pemahaman yang diperoleh oleh siswa sehingga mereka memiliki pemahaman materi yang lebih optimal.

Peningkatan hasil belajar pada siklus I dan siklus II terhadap pra-siklus dibuktikan dengan uji N-Gain. Nilai N-Gain pada siklus I sebesar 0.26 yang

menunjukkan telah terjadi peningkatan dengan kategori rendah. Sedangkan pada siklus II nilai N-Gain mencapai 0.67 yang menunjukkan peningkatan dengan kategori sedang. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini didukung penelitian Arifah, *et. al.* (2023) yang menyatakan bahwa LKS berbasis model *problem based learning* terintegrasi mampu meningkatkan hasil belajar siswa dan respon yang diberikan oleh siswa sangat baik. Penelitian lain yang dilakukan oleh Prabowo (2021) menunjukkan bahwa *Liveworksheets* mampu meningkatkan ketuntasan hasil belajar klasikal.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa E-LKS berbantuan *liveworksheets* berbasis model *problem based learning* (PBL) dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dengan nilai N-Gain sebesar 0,531 (kategori sedang) dan meningkatkan hasil belajar fisika dengan nilai N-Gain sebesar 0.26 (kategori rendah) pada siklus I serta 0.67 (kategori sedang) pada siklus II. Adapun rata-rata hasil belajar meningkat dari 67.78 menjadi 76.25 pada siklus I dan 89,22 pada siklus II. Ketuntasan hasil belajar meningkat sebesar 22.22% dari siklus I terhadap siklus II.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Setyaningsih, C. A., & Jalmo, T. (2019). Implementating Multiple Representations-Based Worksheet to Develop Critical Thinking Skills. *Journal of Turkish Science Educations*, 16 (1), 138-155.
<http://dx.doi.org/10.12973/tused.10271a>
- Afriani, D., Wilujeng, I., Jumai, & Kuswanto, H. (2019). Implementation of Problem Based learning Model Assisted Edmodo to Measure Students Scientific Communication Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(012041), 1-8, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012041>
- Alemu, M. (2019). Improving Secondary School Students Physics Achievement Using Reciprocal Peer Tutoring: A Multi-Level Quasi-Experimental Study. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(4), 1-14. <https://doi.org/10.29333/ejmste/115164>
- Amin, S., Utaya, S. Bachri, S., Sumarmi, & Susilo, S. (2020). Effect of Problem Based Learning on Critical Thinking Skill and Enviromental Attitude. *Journal for the Education of Gifted Young Scientist*, 8(2), 743-755. <https://doi.org/10.17478/jegys.650344>
- Andriani, N., Hidayat, A., & Setiawan A. M. (2023). The Development of Electronic Module Based on problem Based Learning on Vibration and Wave. *AIP Conference Proceedings*, 2569, 060011-1-060011-7, <https://doi.org/10.1063/5.0131246>
- Arikunto, S. (2009). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara
- Ariskasari, V., & Sulisworo, D. (2021). Developing The Interactive

- Worksheets Supported by Simulation and Liveworksheet on Physic Learning. *Proceedings of WRS International Conference*. China, 22-23 December 2021.
- Asyisyifa, D. S., Jumadi, Wilujeng, I., & Kuswanto H. (2019). Analysis of Students Critical Thinking Skills using Partial Credit Models (PCM) in Physics Learning. *International Journal of Educational Research Review*, 4(2), 245-253. <https://doi.org/10.24331/ijere.518068>
- Bao, L., & Koenig, K. (2019). Physics Educations Reserch for 21th Century Learning. *Diciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(2), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0007-8>
- Chang, C. J., Chang, M. H., Chiu, B. C., Liu, C. C., Chiang, S. H. F., Wen, C. T., Hwang, F. K., Wu, Y. T. , Chao, P. Y., Lai, C. H., Wu, S. W., Chang, C. K., & Chen, W. (2017). An Analysis Of Student Collaborative Problem Solving Activities Mediated By Collaborative Simulations. *Computers & Education*, 114, 222-235. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.008>
- Chang, K. -E., Chen, H. -Y, & Sung, Y. -T. (2008). Effects Of Learning Support In Simulation-Based Physics Learning. *Computers & Educations*, 51(4), 1486-1498. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.01.007>
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical And Virtual Laboratories In Science And Engineering Education. *Science*, 340(6130), 305-308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- Faour, M. A. & Ayoubi, Z. (2018). The Effect of Using Virtual Laboratory on Grade 10 Students' Conceptual Understanding and their Attitudes towards Physics. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 4(1), 54-68. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jeseh/issue/34933/387482>
- Fuada, S., & N. F. Fajriati. (2021). Pelatihan Pembuatan Modul Interaktif Menggunakan Aplikasi Liveworksheet Bagi Guru di SDN Wiwitan Bandung. *Community Empowerment*, 6(11), 2010-2021, <https://doi.org/10.31603/ce.5499>
- Fuadi, H., Gunawan, & Susilawati. (2022). Feasibility of PBL (Problem Based Learning)-based Sound Wave Electronic Student Worksheet for High School Students Using the Liveworksheet Application. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(4), 1961-1971, <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i4.1982>
- Flegr, S., Kuhn, J., & Scheiter, K. (2023). How To Foster STEM Learning During Covid-19 Remote Schooling: Combining Virtual And Video Experiments. *Learning and Instruction*, 86, Article 101778. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101778>

- Gunawan, Harjono, A., Herayanti, L., & Husein, S. (2019). Problem-Based learning Approach with Supported Interactive Multimedia in Physics Course: its Effects on Critical Thinking Disposition. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(4), 1075-1089, <https://doi.org/10.17478/jegys.627162>
- Gusmayenti. (2023). Upaya Peningkatan Hasil Belajar Siswa dalam Mata pelajaran Fisika Melalui Model Pembelajaran Group to Group Exchange Pada Siswa Kelas XI.IPA-1 MAN 2 Kota Padang. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*. 5(2): 2726-2732. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v5i2.13715>
- Hillmayr, D. Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The Potential Of Digital Tools To Enhance Mathematics And Science Learning In Secondary Schools: A Context-Specific Meta-Analysis. *Computers & Education*, 153, Article 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Ismail, N. S. Harun, J., Zakaria, M. A. Z. M., & Salleh, S. Md. (2018). The Effect of Mobile Problem-Based Learning Application DicScience PBL on Students' Critical Thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 28, 177-195. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.04.002>
- Kardoyo, Nurkhin, A., Muhsin, & Pramusinto, H. (2020). Problem-Based Learning Strategy: Its Impact On Students' Critical And Creative Thinking Skills. *European Journal of Educational Research*, 9(3), 1141-1150. <https://doi.org/10.12973/euler.9.3.1141>
- Liu, Y., & Pasztor, A. (2022). Effects Of Problem-Based Learning Instructional Intervention on Critical Thinking in Higher Education: A Meta-Analysis. *Thinking Skills and Creativity*, 45, Article 101069. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101069>
- Mafarja, N., & Zulnaidi, H. (2022). Relationship Between Critical Thinking And Academic Self-Concept: An Experimental Study Of Reciprocal Teaching Strategy. *Thinking Skills and Creativity*, 45, Article 101113. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101113>
- Nisa, M. C., Furqon, H., & Herry, W. (2022). Benefits of Mobile Learning-Based Student Worksheets in Physical Education Learning for Deaf Students During a Pandemic. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 9(3), 809-813, <http://dx.doi.org/10.18415/ijmmu.v9i3.3447>
- Noprinda, C. T., & Soleh, S. M. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Higher Order Thingking Skill (HOTS). *Indonesia Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 168-176.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.24042/ijjsme.v2i2.4342>.
- Parnawi, A. (2020). *Penelitian Tindakan Kelas (Classroom Action Research)*. Yogyakarta: Deepublish.
- Pol, H., Harskamp, E., & Suhre, C. (2005). Solving Physics Problems With The Help Of Computer-Assisted Instruction. *International Journal of Science Education*, 27(4), 451-469.
<https://doi.org/10.1080/0950069042000266164>
- Putranta, H., Jumadi, & I. Wilujeng. (2019). Physics Learning by PhET Simulations-Assisted Using Problem Based Learning (PBL) Model to Improve Students' Critical Thinking Skills in Work and Energy Chapters in MAN 3 Sleman. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 20(1), 1-44.
- Prabowo, A. (2021). Penggunaan Liveworksheet dengan Aplikasi Berbasis Web untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 1(10), 383-388.
<https://doi.org/10.52436/1.jpti.87>
- Rahayu, R., Iskandar, S., & Abidin, Y. 2022. Inovasi Pembelajaran Abad 21 dan Penerapannya di Indonesia. *Jurnal Basicedu*. 6(2): 2099-2104.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i2.2082>
- Rahman, M. A., Ismail. M., & Nasir, M. (2014). Development and Evaluation of the Effectiveness of Computer-Assisted Physics Instruction. 7(13), 14-22.
<https://doi.org/10.5539/ies.v7n13p14>
- Ramadhani, R., Umam, R., Abdurrahman, A., & Syazali, M. (2019). The Effect Of Flipped-Problem Based Learning Model Integrated With LMS-Google Classroom For Senior High School Students. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(2), 137-158.
<https://doi.org/10.17478/jegys.548350>
- Salajan, F. D., Perschbacher, S., Cash, M., Talwar, R., El-Badrawy, W., & Mount, G. J. (2009). Learning With Web-Based Interactive Objects: An Investigation Into Student Perceptions Of Effectiveness. *Computers & Education*, 53(3), 632-643.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.04.006>
- Santuthi, P. C. P., Suardana, N., & Wijana, N. (2019). The Effect Of Problem based Learning Model on Problem Solving and Critical Thinking Ability of Class VIII Students in SMPN 1 Singaraja of Science. *Journal of Physics: Conference Series*, 1503(2020), 102046.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1503/1/012046>
- Saputra, M. D., Joyoatmojo, S., Wardani, D. K., Sangka, K. B. (2019). Developing Critical-Thinking Skills through the Collaboration of Jigsaw Model with Problem-Based Learning Model. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1077-1094.

<https://eric.ed.gov/?id=EJ1201249>

<https://doi.org/10.15294/jpfi.v7i2.1078>

- Saputra, S., Jumadi, & Wilujeng, I. (2019). Physics Based learning Effectiveness PhET Simulation Model Using Problem Based Learning (PBL) for Self-Independent Learning on Material and Energy Enterprises Learners MAN 3 Sleman. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(2020), 032097. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032097>
- Saputro, D. A., Atun, S., Wilujeng, I., Ariyanto, A., & Arifin, S. (2020). Enhancing Pre-Service Elementary Teachers' Self-Efficacy and Critical Thinking using Problem-Based Learning. *European Journal of Educational Research*, 9(2), 765-773. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1250406>
- Satriawan, M., Rosmiati, R., Widia, W., Sarnita, F., Suswati, L., Subhan, M., & Fatimah, F. (2019). Physics Learning Based Contextual Problems to Enhance Students Creative Thinking Skills in Fluid Topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(2020), 022036. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022036>
- Setyowati, A. B. Subali, & Mosik. (2011). Implementasi Pendekatan Konflik Kognitif dalam Pembelajaran Fisika untuk Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Kelas VIII. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 7(2): 89-96.
- Shofiyah, N., & F. E., Wulandari. (2018). Model Problem Based Learning (PBL) Dalam Melatih Scientific Reasoning Siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 3(1): 33-38. <https://doi.org/10.26740/jppipa.v3n1.p33-38>
- Sinaga, P., Setiawan, W., & Liana, M. (2022). The Impact of Electronic Interactive Teaching Materials (EITMs) in E-Learning on Junior High School Students' Critical Thinking Skills. *Thinking Skills and Creativity*, 46, Article 101066. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101066>
- Stephens, A. L., & Clement, J. J. (2015). Use Of Physics Simulations In Whole Class And Small Group Settings: Comparative Case Studies. *Computers & Education*, 86, 137-156. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.02.014>
- Syahdi, N., Desnita, Murtiani, & Wahyuni, S. D. (2021). Meta-Analysis of The Effect of Use Worksheets on Student Critical and Creative Thinking Skills in Learning Natural Science in Junior High School and Physic in Senior High School. *Pillar of Physics Education*. 14(3): 235-241. <http://dx.doi.org/10.24036/11887171074>
- Syamsinar, Sidin, A., & Muhammad A. (2023). The Effect of Critical Thinking Skills and Achievement

- Motivation on Student Physic Learning Outcomes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 9(1): 322-331. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.2327>
- Toheri, Winarso, W., & Haqq, A. A. (2020). Where Exactly Enhance Critical and Creative Thinking: The Use of Problem Posing or Contextual Learning. *European Journal of Educational Research*, 9(2), 877-887. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.2.877>
- Widiyani, A., & Pramudiani, P. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Software Liveworksheet pada Materi PPKn. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 5(1), 132-141. <https://doi.org/10.20961/jdc.v5i1.53176>
- Yang, K. -Y., & Heh, J. -S. (2007). The Impact Of Internet Virtual Physics Laboratory Instruction On The Achievement In Physics, Science Process Skills And Computer Attitudes Of 10th-Grade Students. *Journal of Science Education and Technology*, 16(5), 451-461. <https://doi.org/10.1007/s10956-007-9062-6>
- Yuberti, Latifah, S., Anugrah, A., Saregar, A., Misbah, & Jermisittiparsert, K. (2019). Approaching Problem-Solving Skills Of Momentum And Impulse Phenomena Using Context And Problem-Based Learning. *European Journal of Educational Research*, 8(4), 1217–1227. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.4.1217>