



Pengembangan Asesmen Formatif Berbasis Komputer untuk Mengetahui Penguasaan Konsep Siswa pada Materi Hukum Bernoulli

D A Nur'aini, P D Lestari, dan B R Kurniawan*

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5, Malang, 65145, Indonesia.

*E-mail: bakhrul.rizky.fmipa@um.ac.id

Received
15 November 2020
Revised
15 November 2020
Accepted for Publication
16 November 2020
Published
16 November 2020



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Abstract

The purpose of this study was to develop a computer-based formative assessment media on Bernoulli's law material, test the validity and practicality of the media, and find out student responses. Formative assessment is one way to find out student acceptance of a material. One of the innovations in the field of assessment is the application of computer-based assessment. This study uses 4D research methods with stages of defining, designing, developing, and disseminating. The results of media expert and content validation obtained a percentage of 94.6% and 96.2% which are classified as very good and feasible to use. Limited trials obtained a mean percentage of 85.34% which is classified as very good and feasible to use.

Keywords: assessment media, formative assessment, Bernoulli's law, assessment.

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan media asesmen formatif berbasis komputer pada materi hukum Bernoulli, menguji kevalidan dan kepraktisan media, serta mengetahui respon siswa. Asesmen formatif menjadi salah satu cara untuk mengetahui penerimaan siswa terhadap suatu materi. Salah satu inovasi dalam bidang penilaian adalah penerapan asesmen berbasis komputer. Penelitian ini menggunakan metode penelitian 4D dengan tahapan mendefinisikan, mendesain, mengembangkan, dan menyebarkan. Hasil validasi ahli media dan isi diperoleh persentase sebesar 94,6% dan 96,2% yang tergolong sangat baik dan layak digunakan. Uji coba terbatas diperoleh rerata persentase sebesar 85,34% yang tergolong sangat baik dan layak digunakan.

Kata Kunci: media asesmen, asesmen formatif, hukum Bernoulli, penilaian.

1. Pendahuluan

Fisika merupakan bagian dari ilmu pengetahuan alam (IPA) yang berkaitan dengan fenomena alam secara sistematis, sehingga proses pembelajarannya bukan hanya sekedar penguasaan pengetahuan berupa fakta, konsep, atau prinsip saja namun juga proses berpikir ilmiah [1]. Banyak peserta didik yang kesulitan dalam memahami materi fisika. Hal ini disebabkan karena sebagian ilmu fisika merupakan konsep yang abstrak sehingga tidak mudah untuk dipahami [2]. Oleh karena itu, pembelajaran fisika menekankan pada pembelajaran aktif yang mencakup aktivitas *hands-on* dan *minds-on* [2], [3]. Pembelajaran fisika harus diarahkan pada aktivitas inkuiri untuk memperoleh pengalaman dan pemahaman yang lebih mendalam [4].

Pemahaman siswa terhadap materi termasuk kedalam bagian dari penguasaan konsep siswa. Fisika merupakan materi pembelajaran yang berjenjang sehingga prasyarat awal dalam mempelajari fisika adalah pengetahuan konsep dasar dari ilmu fisika [5]. Guru juga harus memperhatikan cara mengajar dan cara siswa belajar memahami konsep-konsep [6]. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan usaha untuk meningkatkan kemampuan bertanya siswa, agar pemahaman konsep yang diperoleh tidak

hanya bersifat informatif, namun juga membangun [7], [8]. Penguasaan konsep tidak sekedar memahami secara sederhana, namun dapat pula dijabarkan sebagai kemampuan mengerti, memahami, mengaplikasikan, mengklasifikasikan, menggeneralisasikan, menyintesis, dan menyimpulkan objek [9]. Oleh karena itu, penting bagi seorang guru mengetahui sejauh mana penguasaan konsep siswanya [6], [10].

Asesmen formatif menjadi salah satu cara untuk mengetahui sejauh mana penerimaan siswa terhadap suatu materi. Asesmen formatif juga dapat didefinisikan sebagai penilaian yang bertujuan untuk mengatur proses belajar mengajar melalui beragam instrumen dengan mempertimbangkan konten konseptual, prosedural, sikap, serta perubahan dari pembelajaran siswa [11]. Asesmen formatif dilakukan secara teratur untuk memeriksa pemahaman dan kebutuhan siswa yang kemudian digunakan untuk mengambil tindak lanjut dan umpan balik. Tindak lanjut dan umpan balik ini ditujukan untuk meningkatkan kinerja siswa [12]. Tujuan umpan balik asesmen formatif adalah pengembangan metakognitif siswa seperti perencanaan, pemantauan, dan refleksi pribadi. Hal ini dilakukan dengan mengawasi dan mengarahkan proses pembelajaran sehingga siswa dapat menjadi pembelajar yang berkomitmen, bertanggung jawab, dan efektif [13].

Seiring berkembangnya teknologi, teknik asesmen juga mengalami perubahan. Salah satu inovasi dalam bidang penilaian adalah penerapan asesmen berbasis komputer. Asesmen formatif berbasis komputer memiliki beberapa keunggulan, salah satunya adalah dalam pemberian umpan balik. Umpan balik asesmen formatif berbasis komputer mengarah kepada sumber daya yang dapat berupa situs atau web, pengulangan pertanyaan, pemberian informasi tambahan, dan penyampaian jawaban yang benar [14]. Penilaian berbasis komputer ini dirancang untuk meningkatkan setiap tahap pada proses pendidikan terutama dalam hal efektivitas dan fleksibilitas [15], [16]. Meskipun penggunaan asesmen berbasis komputer sedang diperkenalkan dan diperluas, namun kegiatan ini masih jarang dilakukan [17]. Berdasarkan uraian tersebut, peneliti mengembangkan asesmen formatif berbasis komputer untuk mengetahui penguasaan konsep siswa pada materi hukum Bernoulli.

2. Metode

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*research and development*). Penelitian dan pengembangan merupakan cara yang digunakan untuk menemukan, mengembangkan, dan menguji suatu produk berdasarkan prosedur yang sistematis, sehingga produk yang dihasilkan memiliki nilai ilmiah yang tinggi dan dapat dipercaya [18]. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa asesmen formatif yang dapat diakses melalui perangkat seluler untuk membantu guru dalam mengetahui kemampuan penguasaan konsep siswa terhadap materi hukum Bernoulli. Produk yang dikembangkan divalidasi oleh ahli dan validasi secara empiris dilakukan dengan menggunakan angket tanggapan pengguna media yang terdiri dari mahasiswa dan siswa.

Metode penelitian dan pengembangan yang digunakan adalah 4D. Metode 4D memiliki empat tahapan yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Data diambil dengan pedoman wawancara, lembar validasi, dan angket respon terhadap media. Analisis data penelitian dilakukan untuk mengetahui kualitas/kelayakan dan efektivitas media penilaian. Analisis dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut, (a) Pengubahan hasil data berupa pengisian lembar validasi *checklist* menjadi data kuantitatif berupa skor menggunakan skala Likert. Aturan pemberian skor terdapat pada Tabel 1; (b) Menghitung jumlah total skor pada lembar validasi dengan persamaan 1; dan (c) Persentase skor tiap aspek yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria interpretasi skor pada Tabel 2.

$$\text{Persentase skor} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor ideal}} \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 1. Aturan pemberian skor.

Peringkat	Skor
Sangat baik/Sangat setuju	4
Baik/Setuju	3
Kurang/Kurang setuju	2
Sangat kurang/Sangat kurang setuju	1

Tabel 2. Kriteria interpretasi skor.

Tingkat Penilaian (%)	Kategori
0–25	Sangat kurang
26–50	Kurang
51–75	Baik
76–100	Sangat baik

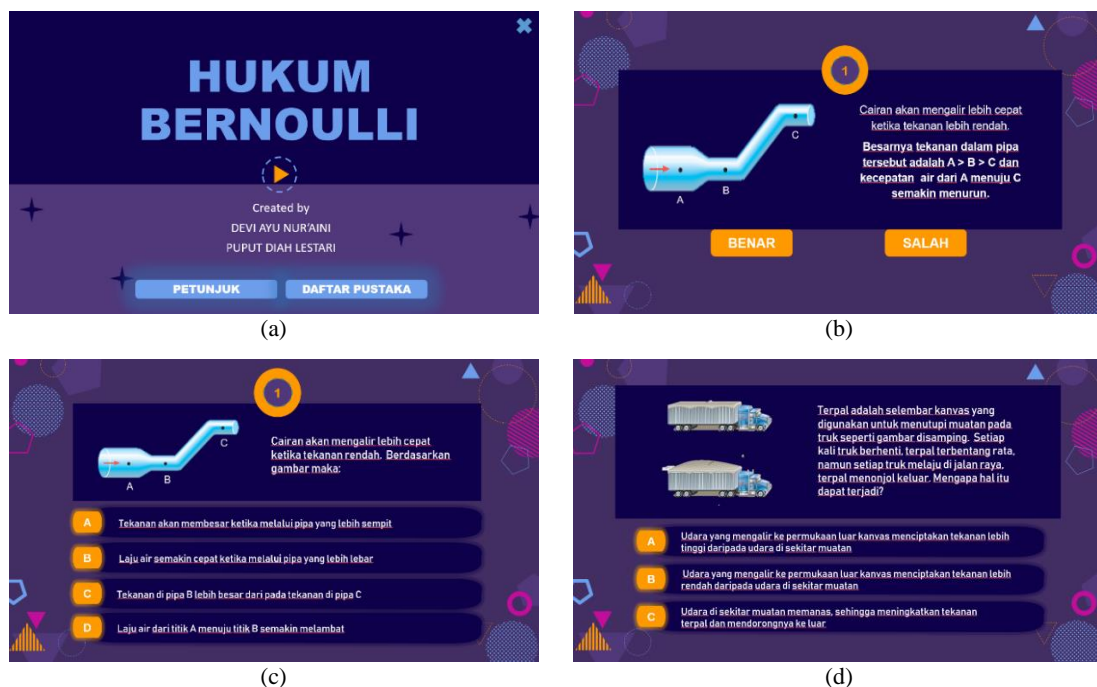
Data hasil uji coba berupa hasil observasi dan wawancara dianalisis secara kualitatif. Tahap analisis yang dilakukan sebagai berikut, (a) Reduksi data sebagai proses penyeleksian dan penyederhanaan data, dan memfokuskan serta mengabstrakan data mentah kedalam bentuk yang lebih terarah dan terorganisir; (b) Penyajian data dilakukan melalui proses penampilan data secara sederhana dalam bentuk naratif dan disajikan dalam laporan yang sistematis; dan (c) Penarikan kesimpulan dan verifikasi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Media yang dihasilkan dalam format *.pptx* berupa pengembangan asesmen formatif untuk mengetahui penguasaan konsep siswa terhadap materi hukum Bernoulli. Media terdiri dari tampilan awal, tiga level soal, *feedback*, dan penguatan materi. Selama mengerjakan soal di setiap level, siswa hanya akan menerima *feedback* pada akhir level. Jika siswa belum dapat menjawab dengan tepat semua soal, maka siswa akan memperoleh *feedback* belum menguasai konsep dan dapat mengikuti penguatan materi yang telah disediakan. Setelah mengikuti penguatan materi, siswa selanjutnya mengerjakan kembali soal pada level tersebut. Jika siswa telah mampu menyelesaikan semua pertanyaan dengan benar, maka siswa akan memperoleh *feedback* telah menguasai konsep dan dapat melanjutkan pada level berikutnya.

Tampilan awal media berisi judul dan tombol yang mengarah pada petunjuk pengerjaan, *play* untuk memulai dan tombol yang mengarah pada referensi terkait pemilihan soal yang digunakan dalam media serta tombol *close*. Tampilan awal media dapat dilihat pada Gambar 1.a.



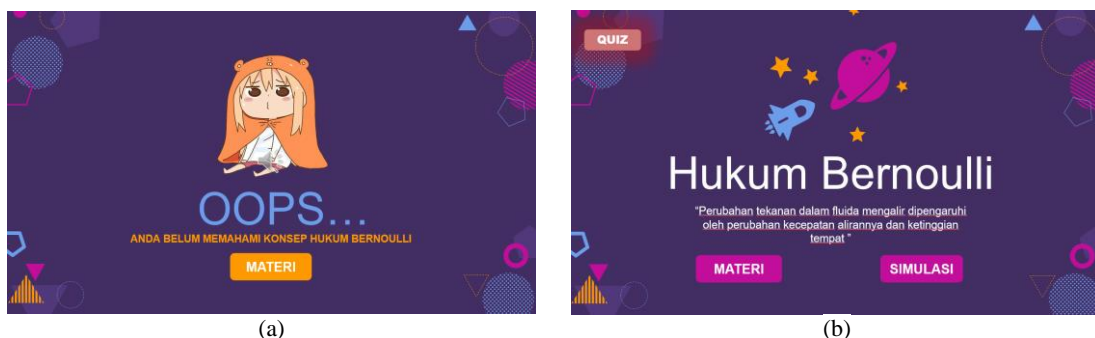
Gambar 1. (a) Tampilan awal media, (b) tampilan soal pada level pertama, (c) tampilan soal pada level kedua, dan (d) tampilan soal pada level ketiga.

Media yang dihasilkan memuat soal-soal yang menguji penguasaan konsep siswa. Soal-soal yang disajikan dikelompokkan dalam tiga level. Level pertama berupa soal benar salah yang terdiri dari tiga soal dengan waktu pengerjaan masing-masing soal adalah 30 detik. Tampilan soal level pertama disajikan pada Gambar 1.b. Level kedua berupa tiga soal pilihan ganda yang merupakan soal yang sama pada level pertama. Hal ini dilakukan untuk memastikan siswa telah menguasai konsep dan menghindari pengerjaan dengan menebak pada level pertama. Waktu pengerjaan pada level kedua masing-masing soal adalah 60 detik. Tampilan soal level kedua disajikan pada Gambar 1.c. Level ketiga disajikan tiga soal pilihan ganda dengan jenis soal yang berbeda dengan level pertama dan level kedua. Pada level ketiga, soal yang disajikan merupakan penerapan hukum Bernoulli. Pada level ini tidak ada batasan waktu dalam pengerjaannya. Tampilan level ketiga disajikan pada Gambar 1.d.

Penguatan materi diberikan setelah adanya *feedback* seperti pada gambar 2.a. Penguatan materi disajikan dalam format teks dan dilengkapi dengan video seperti pada Gambar 2.b. Tidak disajikan kunci jawaban pada setiap level dengan tujuan agar siswa membangun pengetahuannya sendiri melalui tahapan proses pada tiap level dan mempelajarinya secara umum sekaligus evaluasi secara menyeluruh pada materi yang disajikan.

Validasi media dilakukan terkait penyajian media dan isi. Validasi pada bentuk penyajian media meliputi tiga aspek utama yaitu tampilan media, penggunaan kalimat dan bahasa, serta animasi dan audio. Pada aspek tampilan media, indikator penilaian meliputi kombinasi warna, kesesuaian penyajian gambar dengan soal, desain menarik minat belajar, tipe huruf yang digunakan, kesesuaian gradasi warna, dan kesesuaian tombol dengan kebutuhan. Pada aspek kalimat dan bahasa indikator penilaian meliputi penggunaan bahasa yang mudah dimengerti, kesantunan penggunaan bahasa, ketepatan penyusunan teks dengan materi, penyusunan soal tidak menimbulkan penafsiran ganda, gambar disertai dengan keterangan yang jelas. Pada aspek animasi dan audio, indikator penilaian meliputi hubungan animasi/video dengan materi, efek suara jelas dan menarik, serta kemudahan akses animasi/video. Data hasil validasi selanjutnya dianalisis dengan persentase dan diperoleh persentase sebesar 94,6%. Berdasarkan perolehan persentase, media asesmen formatif berbasis komputer pada materi hukum Bernoulli ini dinyatakan sangat layak dalam hal penyajian media.

Validasi terkait isi yang disajikan dalam media dilakukan meliputi tiga aspek yaitu kesesuaian materi, kebenaran konsep, dan pemilihan soal. Pada aspek kesesuaian materi, indikator penilaian meliputi hubungan materi dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa, kelengkapan materi sesuai dengan tingkat perkembangan siswa, kecukupan materi dalam memenuhi tuntutan kurikulum, hubungan animasi/video dengan materi, kesesuaian pembahasan dengan teori, dan ketepatan pembahasan materi dalam membantu siswa memahami konsep. Pada aspek kebenaran konsep dilakukan penilaian terhadap kebenaran materi secara keilmuan, kesesuaian materi dengan kehidupan sehari-hari, dan kesesuaian materi dengan perkembangan yang mutakhir. Validasi terkait pemilihan soal dilakukan dengan indikator antara lain butir soal merepresentasikan pemahaman konsep materi, soal memotivasi siswa untuk belajar, mendorong siswa membangun pengetahuannya sendiri, level soal menunjukkan penguasaan konsep yang semakin baik. Data hasil validasi selanjutnya dianalisis dan diperoleh persentase sebesar 96,2%. Berdasarkan perolehan persentase tersebut, media asesmen formatif berbasis komputer pada materi hukum Bernoulli ini dinyatakan sangat layak pada segi isi media. Secara keseluruhan hasil validasi menunjukkan bahwa media asesmen formatif berbasis komputer pada materi hukum Bernoulli memperoleh kategori sangat layak pada penyajian dan isi.



Gambar 2. (a) *Feedback* belum menguasai konsep, dan (b) tampilan awal penguatan materi.

Tabel 3. Hasil uji coba terbatas.

No.	Pernyataan	Persentase	Interpretasi
1.	Media mudah digunakan	89,3%	Sangat mudah
2.	Petunjuk penggunaan media jelas	89,3%	Sangat jelas
3.	Tampilan media menarik dan interaktif	85,7%	Sangat menarik dan interaktif
4.	Saya senang menggunakan media	85,1%	Sangat senang
5.	Saya merasa bersemangat dan termotivasi saat menggunakan media	85,1%	Sangat bersemangat dan termotivasi
6.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	85,7%	Sangat mudah
7.	Ilustrasi yang disajikan memperjelas materi	84,5%	Sangat jelas
8.	Video/simulasi mudah diakses	78,0%	Sangat mudah

Uji coba terbatas dilakukan dengan menggunakan angket tanggapan pengguna media. Subjek uji coba sebanyak 42 mahasiswa S1 pendidikan fisika yang sedang menempuh semester keenam. Hasil uji coba terbatas disajikan pada Tabel 3. Hasil uji coba menunjukkan respon sangat positif dari pengguna.

3.2. Pembahasan

Pengembangan produk penilaian asesmen formatif dilakukan beberapa revisi setelah dilakukan validasi ahli. Revisi dilakukan pada penggunaan tanda baca pada kalimat yang digunakan pada media, penyusunan materi dibuat menarik dan jelas serta sesuai konsep, konsistensi penggunaan istilah, serta pengulangan pada level yang gagal dikerjakan tidak mengarah pada level dasar tapi sesuai level yang dikerjakan. Produk yang diujikan kepada beberapa mahasiswa dan siswa adalah *Microsoft Office Powerpoint* dalam format penyimpanan *PowerpointShow*. Pemilihan soal pada level-level selanjutnya dimaksudkan untuk memberikan pengecoh pada jawaban sehingga mampu mendiagnosis pengetahuan konsep [19], [20].

Berdasarkan validasi ahli yang dilakukan oleh dosen dengan kriteria yang telah ditentukan, dapat dikatakan bahwa media telah layak, valid, dan praktis digunakan untuk mengetahui pemahaman konsep peserta didik pada materi hukum Bernoulli. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diperoleh persentase kelayakan untuk penilaian media dan isi adalah 94,6% dan 96,2%. Hasil persentase selanjutnya dikonversikan dengan kriteria interpretasi skor pada Tabel 2 sehingga diketahui bahwa media yang digunakan tergolong sangat bagus.

Produk hasil revisi selanjutnya diuji coba terbatas kepada 42 responden. Berdasarkan analisis uji coba terbatas media asesmen formatif pada materi hukum Bernoulli sudah layak digunakan dan dapat dikategorikan valid serta praktis dalam pengembangannya. Hal ini dapat diketahui dengan nilai rerata dari keseluruhan respon pengguna sebesar 85,34% yang dikonversi dalam kriteria interpretasi skor pada Tabel 2 dapat dikategorikan sangat baik. Meskipun media yang dikembangkan dikategorikan sangat baik, berdasarkan angket tanggapan responden yang berupa angket semu terbuka diperoleh beberapa hal yang menjadi bahan pertimbangan dalam pengembangan media yang dibuat. Kritik dan saran yang didapatkan diantaranya adalah waktu yang digunakan untuk mengerjakan soal relatif singkat, diperlukan pengingat waktu agar seseorang yang mengerjakan mengetahui selang waktu yang masih tersisa dalam pengerjaannya, *background* yang digunakan juga dirasa sedikit gelap, perlu adanya *feedback* berupa jawaban atas soal yang dikerjakan, dan pencantuman video simulasi dalam bentuk *link* menimbulkan kesulitan ketika tidak terhubung dengan internet. Meskipun demikian, sebagian besar responden menyatakan sangat suka dan tertarik dengan media yang digunakan. Ketika responden salah dalam menjawab soal pada suatu level mereka tertarik dan termotivasi untuk mengerjakannya hingga didapatkan jawaban yang benar dan melanjutkan ke level selanjutnya.

Karakteristik media yang dikembangkan berdasarkan tujuan dan fokus pengembang media yaitu (a) adanya kontrol waktu dalam mengerjakan soal pada level 1 dan 2. Hal ini dimaksudkan pada tujuan media sebagai media asesmen formatif untuk mengetahui pengetahuan konsep siswa secara cepat dan tepat; (b) soal yang digunakan bukan soal hitungan / rumus matematis karena berfokus pada penguasaan konsep peserta didik; (c) tidak banyak aksesoris dan pemilihan warna yang cenderung gelap dimaksudkan agar peserta didik mampu fokus pada soal yang disajikan; dan (d) tidak disertai *feedback* atau jawaban terkait soal secara langsung namun diarahkan pada materi dengan maksud

peserta didik mampu membangun pengetahuannya sendiri secara lebih luas. Tidak bisa melihat soal pada level selanjutnya dimaksudkan agar siswa benar-benar memahami konsep dan memotivasi peserta didik untuk menjawab dengan benar sebelum mengarah pada level selanjutnya meskipun dengan mengulang-ulang pengerjannya.

4. Kesimpulan dan Saran

Media pengembangan asesmen formatif yang dikembangkan merupakan soal serupa (isomorfis) yang dapat digunakan untuk mengetahui pemahaman peserta didik pada materi hukum Bernoulli dan menggali kelemahan dan kesulitan peserta didik pada materi hukum Bernoulli. Media memotivasi siswa untuk mempelajari materi dengan baik. Berdasarkan analisis data secara kuantitatif melalui penilaian jumlah skor yang dikonversi ke dalam kriteria interpretasi skor diperoleh kategori media yang sangat baik yang membuktikan kevalidan soal yang digunakan serta efektivitas penggunaan media dalam mengetahui penguasaan konsep peserta didik dengan cepat sehingga media dapat disimpulkan layak untuk selanjutnya digunakan dalam pembelajaran dengan revisi yang disarankan.

Penelitian dan pengembangan media hendaknya dilakukan dengan beberapa uji coba dan revisi yang dilakukan bukan hanya sekali agar media yang digunakan benar-benar baik dan sesuai dengan kondisi peserta didik serta tidak ditemukan keendala-kendala yang serius terkait penggunaan media. Uji coba terbatas juga harus mencakup siswa, dan guru sehingga mampu memberikan gambaran secara luas mengenai media yang dikembangkan. Media sebaiknya dikembangkan dalam bentuk web yang mampu mengetahui respon dengan cepat dengan pengolahan data yang tidak lagi manual. Media yang dikembangkan sebaiknya juga dilengkapi jawaban sehingga tidak ada kesalahan pemahaman antara guru dan siswa jika digunakan dalam pembelajaran. Media ini juga dapat dikembangkan dalam format *.apk* agar dapat diakses melalui android.

Daftar Rujukan

- [1] R. Sirait and Sahyar, "Analisis Penguasaan Konsep Awal Fisika dan Hasil Belajar Fisika pada Pembelajaran Menggunakan Model Inquiry Training pada Materi Listrik Dinamis," *J. Pendidik. Fis.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–24, 2013.
- [2] K. Fikri, Wiyanto, and Susilo, "Penerapan Pembelajaran Fisika dengan Analogi untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA," *Phys. Educ. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–4, 2012.
- [3] D. Oktasari, J. Jumadi, W. Warsono, M. H. Hariadi, and E. L. Syari, "3D Page-Flipped Worksheet on Impulse-Momentum to Develop Students' Scientific Communication Skills," *J. Pendidik. IPA Indo.*, vol. 8, no. 2, pp. 211–219, 2019.
- [4] Sutarno, A. Setiawan, I. Kaniawati, and A. Suhandi, "Learning Outcome dalam Pembelajaran Fisika Berbasis Virtual Lab," in *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Entrepreneurship IV*, Semarang, Indonesia, 2017, pp. 194–201.
- [5] S. Kusairi, "Analisis Asesmen Formatif Fisika SMA Berbantuan Komputer," *J. Penelitian dan Eval. Pendidik.*, vol. 16, pp. 68–87, 2012.
- [6] H. Akhsan, K. Wiyono, M. Ariska, and N. E. Melvany, "Development of HOTS (Higher Order Thinking Skills) Test Instruments for the Concept of Fluid and Harmonic Vibrations for High Schools," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1480, no. 1, p. 012071, 2020.
- [7] E. Y. S. Asmawati, "Lembar Kerja Siswa (LKS) Menggunakan Model Guided Inquiry untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Penguasaan Konsep Siswa," *J. Pendidik. Fis.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–16, 2015.
- [8] D. Mulhayatiah, E. K. Yuningsih, and R. M. Zulfikar, "Work and Energy by Guided Inquiry Worksheet: Analysis of Critical Thinking Skill in Madrasah," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1155, no. 1, p. 012072, 2019.
- [9] Hermawanto, S. Kusairi, and Wartono, "Pengaruh Blended Learning terhadap Penguasaan Konsep dan Penalaran Fisika Peserta Didik Kelas X," *J. Pendidik. Fis. Indo.*, vol. 9, no. 1, pp. 67–76, 2013.
- [10] G. Gunawan, N. Nisrina, N. M. Y. Suranti, L. Herayanti, and R. Rahmatiah, "Virtual Laboratory to Improve Students' Conceptual Understanding in Physics Learning," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1108, no. 1, p. 012049, 2018.
- [11] L. L. Lozano, E. Solís, and P. Azcárate, "Evolution of Ideas About Assessment in Science: Incidence of A Formative Process," *Res. Sci. Educ.*, vol. 48, no. 5, pp. 915–937, 2018.

- [12] D. Kent, "Plickers and the Pedagogical Practicality of Fast Formative Assessment," *Teach. Eng. Technol.*, vol. 19, no. 3, pp. 90–104, 2019.
- [13] I. Clark, "Formative Assessment: Assessment is for Self-Regulated Learning," *Canadian J. Educ.*, vol. 35, no. 2, pp. 24–40, 2012.
- [14] T. Brahm, T. Jenert, and D. Wagner, "The Crucial First Year: A Longitudinal Study of Students' Motivational Development at A Swiss Business School," *Higher Educ.*, vol. 73, no. 3, pp. 459–478, 2017.
- [15] S. Suyoso, E. Istiyono, and S. Subroto, "Pengembangan Instrumen Asesmen Pengetahuan Fisika Berbasis Komputer untuk Meningkatkan Kesiapan Peserta Didik dalam Menghadapi Ujian Nasional Berbasis Komputer," *J. Pendidik. Matematika dan Sains*, vol. 5, no. 1, p. 123085, 2017.
- [16] E. Istiyono, W. S. B. Dwandaru, and R. Faizah, "Mapping of Physics Problem-Solving Skills of Senior High School Students using PhysProSS-CAT," *REiD (Res. Eval. Educ.)*, vol. 4, no. 2, pp. 144–154, 2018.
- [17] J. M. Fuentes, A. I. Garcia, A. R. Gomez, and F. Ayuga, "Computer-Based Tools for the Assessment of Learning Processes in Higher Education: A Comparative Analysis," in *Proc. INTED2014: 8Th International Technology, Education and Development Conf.*, vol. 8, pp. 976–984, 2014.
- [18] K. W. B. Putra, I. M. A. Wirawan, and G. A. Pradnyana, "Pengembangan E-Modul Berbasis Model Pembelajaran Discovery Learning pada Mata Pelajaran "Sistem Komputer" untuk Siswa Kelas X Multimedia SMK Negeri 3 Singaraja," *J. Pendidik. Teknol. Kejuruan*, vol. 14, no. 1, pp. 40–49, 2017.
- [19] M. A. Nadhiif, M. Diantoro, and S. Sutopo, "Tes Isomorfik Berbasis Komputer untuk Diagnostik Miskonsepsi Diri pada Materi Gaya dan Hukum Newton," *J. Pendidik. Sains*, vol. 3, no. 2, pp. 58–67, 2015.
- [20] P. A. C. Dinata, "Problem-Based Learning with Jukung and Balogo to Improve Students' Mental Model in South Borneo," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1097, no. 1, p. 012026, 2018.