



**Pengembangan Media Belajar Fisika Mandiri
Berbasis Aplikasi *Smartphone* pada Materi Suhu dan Kalor**

Anthony Wijaya
Elisabeth Pratidhina
Herwinarso
Budijanto Untung
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
Pos-el: anthony@ukwms.ac.id
elisa.founda@ukwms.ac.id
herwinarso@ukwms.ac.id
budijanto@ukwms.ac.id

DOI: 10.32884/ideas.v10i3.1729

Abstrak

Pada pembelajaran fisika, diperlukan media pembelajaran yang dapat menyajikan visualisasi konsep fisika beserta aplikasinya agar mudah dipahami oleh siswa. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan media pembelajaran berupa aplikasi *smartphone* untuk memfasilitasi siswa belajar fisika pada topik suhu dan kalor, (2) mengetahui kualitas media yang dikembangkan, (3) mengetahui respon pengguna terhadap media yang dikembangkan. Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan dengan kerangka ADDIE yang terdiri dari tahap *analyze*, *design*, *develop*, *implement*, dan *evaluate*. Berdasarkan penilaian ahli, media sangat layak digunakan, skor rata-rata penilaian adalah 3,48 (dari nilai maksimal 4,00). Pada implementasi, aplikasi diujicobakan pada siswa sekolah menengah secara online. Sampel siswa sebanyak 51 orang terlibat pada tahap implementasi. Respon siswa pada saat implementasi sangat positif sehingga aplikasi yang dikembangkan berpotensi untuk digunakan sebagai media pembelajaran mandiri.

Kata Kunci

Aplikasi, *smartphone*, media belajar mandiri

Abstract

In physics learning, learning media are needed that can present visualizations of physics concepts and their applications so that they are easily understood by students. This study aims to: (1) develop learning media in the form of smartphone applications to facilitate students in learning physics on the topic of temperature and heat, (2) determine the quality of the media developed, (3) determine user responses to the media developed. This study uses a development research method with the ADDIE framework consisting of the stages of analyze, design, develop, implement, and evaluate. The application contains several menus including introduction, material, and quizzes. Based on expert assessment, the media is very suitable for use, the average assessment score is 3.48 (out of a maximum value of 4.00). In the implementation, the application was tested on high school students online. A sample of 51 students were involved in the implementation stage. Student responses during implementation were very positive so that the application developed has the potential to be used as an

independent learning medium.

Keywords

Smartphone, applications, independent learning media

Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital telah mentransformasi berbagai aspek kehidupan. Dengan perkembangan teknologi digital yang ada, terdapat tantangan dalam bidang pendidikan untuk mempersiapkan peserta didik berpikir lebih kritis dan adaptif (Hafeez, 2021). Di sisi lain, perkembangan teknologi juga memberikan peluang untuk memperbaiki kualitas pendidikan. Penggunaan teknologi digital dengan pendekatan pedagogis yang tepat dalam desain pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik (Krull & Duarte, 2017). Salah satu produk perkembangan teknologi adalah *smartphone* yang telah digunakan secara luas, *smartphone* memiliki potensi dimanfaatkan sebagai media pembelajaran.

Kemajuan perangkat elektronik melahirkan moda belajar *e-learning* yang kemudian berkembang menjadi *mobile learning* (Kumar Basak dkk., 2018). *Mobile learning* merupakan sebuah istilah merujuk pada proses belajar dalam berbagai konteks melibatkan interaksi sosial dan konten dengan menggunakan perangkat *mobile* seperti *smartphone* (Crompton & Burke, 2018). Moda pembelajaran ini memberikan fleksibilitas waktu dan tempat belajar (Sönmez dkk., 2018). Proses belajar dapat terjadi kapan pun dan dimana pun dengan perangkat digital yang dapat dibawa dengan mudah kemana-mana. Personalisasi belajar juga merupakan hal positif yang ditawarkan dalam *mobile learning* (Criollo-C dkk., 2021). Oleh karenanya *mobile learning* dapat dipakai pada lingkungan belajar formal maupun informal (Viberg dkk., 2021). Selain itu, konten pembelajaran dapat dibuat lebih interaktif dan menarik bagi peserta didik dengan memanfaatkan fitur yang ada pada *smartphone* (Chen & Tsai, 2021; Irawan & Yatri, 2022; Wirjawan dkk., 2020). Beberapa kajian pada berbagai jenjang dan mata pelajaran menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi *mobile* di *smartphone* dalam proses belajar dapat meningkatkan motivasi belajar dan membuat peserta didik lebih memahami materi (Miller & Joshua Cuevas, 2017; Poçan dkk., 2023). Potensi dan bukti empiris manfaat penggunaan teknologi *mobile* menjadi landasan untuk memperluas pemanfaatannya dalam proses pembelajaran.

Fisika merupakan ilmu yang erat dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari (Trisna & Rahmi, 2016). Sayangnya banyak siswa yang tidak tertarik dan mengalami kesulitan dalam belajar fisika (Nova dkk., 2021). Beberapa kendala diantaranya adalah kesulitan siswa menghubungkan antara konsep fisika dengan aplikasi dalam kehidupan (Samudra dkk., 2014). Selain itu, sering kali fisika disampaikan dengan penjelasan yang banyak persamaan matematisnya. Peserta didik kesulitan menghubungkan persamaan matematis dengan fenomena fisika yang terkait (Haqiqi & Sa'adah, 2018; Hidayatulloh, 2020).

Kendala peserta didik dalam memahami konsep fisika, seperti pada materi suhu dan kalor, dapat diatasi dengan menyajikan visualisasi. Visualisasi dapat membantu peserta didik mendapatkan interpretasi fisis, menyoroti elemen penting dalam konsep fisika, dan memahami konsep yang abstrak (Dervic dkk., 2018). Visualisasi menjadi jembatan antara model matematik dan fenomena nyata. Visualisasi konsep fisika ini dapat dibuat dengan memanfaatkan fitur di aplikasi *smartphone*. Aplikasi *smartphone* dapat dirancang menjadi



media belajar fisika untuk membantu peserta didik memahami konsep fisika melalui pengamatan dan simulasi (Astra dkk., 2015). Fitur ilustrasi gambar, video pembelajaran, animasi, dan simulasi dapat dimasukkan pada aplikasi *smartphone* untuk membuat peserta didik lebih paham.

Keterbatasan waktu pada pembelajaran konvensional fisika klasikal dapat menyebabkan miskonsepsi pada beberapa peserta didik. Kesempatan untuk berlatih menerapkan konsep fisika yang dipelajari dalam memecahkan permasalahan juga tidak banyak karena keterbatasan waktu pembelajaran di kelas. *Mobile learning* dengan memanfaatkan aplikasi *smartphone* dapat menjadi moda belajar mandiri di luar kelas untuk memperdalam pemahaman (Diyana dkk., 2019; Nurdiana dkk., 2017), sehingga kemungkinan terjadinya miskonsepsi dapat diminimalisasi. *Mobile learning* juga memberikan kesempatan yang lebih banyak bagi peserta didik untuk berlatih menyelesaikan persoalan fisika dengan konsep yang sudah dipelajari. Penelitian menunjukkan bahwa implementasi *mobile learning* menjadi sarana berlatih soal yang efektif pada beberapa mata pelajaran sehingga mengoptimalkan hasil belajar peserta didik (Kurniasih dkk., 2020; Widyatama & Pratama, 2022).

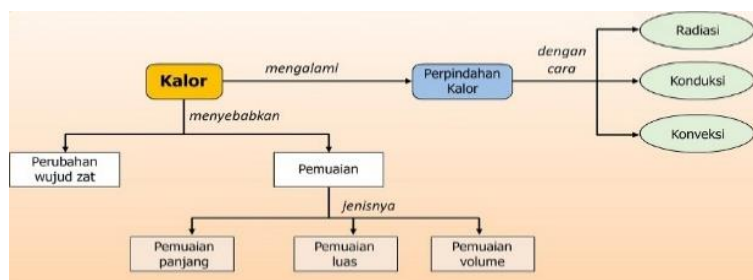
Penggunaan media pembelajaran aplikasi *smartphone* pada pembelajaran fisika telah dikaji melalui beberapa penelitian terdahulu. Pemahaman konseptual adalah hal yang banyak dikaji pada penelitian pengaruh penggunaan aplikasi *smartphone* dalam pembelajaran fisika. Media aplikasi *smartphone* meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik akan konsep fisika karena dapat memvisualisasikan hubungan konsep yang dipelajari dengan contoh-contoh fenomena yang relevan dalam kehidupan sehari-hari (Arista & Kuswanto, 2018; Nanda & Wilujeng, 2018). Dampak positif lainnya adalah meningkatnya motivasi dan minat belajar fisika peserta didik dengan penggunaan media aplikasi *smartphone*. Penelitian eksperimen yang dilakukan oleh Edwana dkk. (2023) menunjukkan motivasi belajar peserta didik pada materi gelombang bunyi di kelas yang melibatkan penggunaan aplikasi *smartphone* lebih tinggi daripada kelas konvensional. Dampak positif lain yang telah diteliti dari penggunaan aplikasi *smartphone* sebagai media belajar fisika diantaranya adalah meningkatkan kemandirian belajar (Rahmawati & Wiyatmo, 2021). Fleksibilitas *smartphone* berpotensi mendorong peserta didik belajar di luar kelas lebih sering. Memasukan teknologi *smartphone* dengan pendekatan pedagogis yang tepat dan berpusat pada peserta didik terbukti dapat menstimulus pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Edwana dkk., 2023). Dengan perencanaan dan implementasi yang tepat, aplikasi *smartphone* memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pendidikan fisika.

Melihat potensi penggunaan *smartphone* dan kebutuhan akan media pembelajaran fisika, penulis telah mengembangkan media pembelajaran berbasis *smartphone* pada materi Suhu dan Kalor. Materi suhu dan kalor adalah salah satu topik penting dalam fisika yang sering kali dianggap sulit oleh siswa. Pemahaman konsep-konsep dasar seperti suhu, kalor, perpindahan kalor, dan hukum termodinamika sangat krusial sehingga perlu media pembelajaran yang mampu menyajikan materi ini dengan cara yang mudah dipahami dan menarik perhatian siswa. Pengembangan media aplikasi *smartphone* memperhatikan beberapa aspek penting seperti interaktifitas konten, adanya fasilitas evaluasi dan umpan balik, dan desain menarik. Media pembelajaran juga melalui serangkaian proses uji coba untuk memastikan kualitas dan daya

tariknya bagi calon pengguna. Keterbaruan dalam penelitian ini adalah media dikembangkan dengan fitur lengkap yang terdiri dari petunjuk belajar, materi, ilustrasi berupa gambar dan animasi, serta evaluasi sehingga sesuai untuk digunakan sebagai sumber belajar mandiri para siswa.

Metode

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis *smartphone* pada materi Suhu dan Kalor yang ada pada mata pelajaran fisika. Model pengembangan menggunakan kerangka ADDIE yang terdiri dari tahap *analyze*, *design*, *develop*, *implement*, dan *evaluate* (Aldoobie, 2015). Pengembangan diawali dengan analisis karakteristik pembelajar, kebutuhan, dan topik pembelajaran. Calon pengguna yang menjadi target adalah para siswa di sekolah menengah. Siswa di sekolah menengah telah familiar dengan teknologi *smartphone* sehingga media yang dirancang tepat sasaran. Hasil analisis awal menjadi bahan pertimbangan dalam mendesain aplikasi media pembelajaran pada tahap *design*. Adapun topik yang dikembangkan adalah mengenai suhu dan kalor. Gambar 1 menunjukkan peta konsep dari materi yang dikembangkan dalam aplikasi. Setelah materi disusun, prototipe aplikasi dirancang menggunakan program Adobe Animate CC. Adobe Animate adalah sebuah *software* yang dapat digunakan untuk membuat konten *mobile* interaktif dengan beragam ilustrasi dan animasi.



Gambar 1. Peta Konsep Materi Suhu dan Kalor
Sumber: Dokumentasi Peneliti

Tahap *develop* adalah tahap pengembangan dimana rancangan media pembelajaran yang telah didesain disempurnakan melalui rangkaian *review* dan revisi. Media di-*review* oleh ahli di bidang pendidikan untuk mendapatkan masukan perbaikan kualitas aplikasi. Hasil *review* menjadi dasar pertimbangan untuk melakukan revisi pada aplikasi.

Pada tahap *implement*, media pembelajaran diujicobakan pada calon pengguna yaitu siswa-siswa sekolah menengah. Uji coba dilakukan secara online dengan memberikan link download aplikasi kepada 51 siswa. Peserta uji coba kemudian mencoba menggunakan media pembelajaran untuk belajar mandiri. Setelah siswa menggunakan media pembelajaran untuk belajar mandiri, mereka diminta memberikan respon terhadap media yang digunakan. Dalam pengambilan data penilaian oleh ahli dan respon siswa, digunakan kuesioner dengan skala Likert. Setiap pernyataan pada kuesioner memiliki respon yang dikonversi menjadi skor 1-4. Skor pada masing-masing aspek atau pertanyaan dirata-rata dengan menggunakan persamaan (1). Skor rata-rata diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria pada Tabel 1.



$$\bar{x} = \frac{\sum Xi}{N} \quad (1)$$

Dengan $\bar{x}$ skor rata-rata, $\sum Xi$ adalah jumlah skor tiap pernyataan/aspek, N adalah jumlah responden.

Tabel 1
 Kriteria Skor Rata-Rata

Skor	Kriteria
$\bar{x} > 3,4$	Sangat baik
$2,8 < \bar{x} \leq 3,4$	Baik
$2,2 < \bar{x} \leq 2,8$	Cukup
$1,6 < \bar{x} \leq 2,2$	Kurang
$\bar{x} \leq 1,6$	Sangat kurang

Pada tahap *evaluate*, hasil dari uji coba terbatas akan dievaluasi dan menjadi pertimbangan untuk melakukan revisi akhir pada media pembelajaran yang dikembangkan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Tahap Analize

Berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan, media pembelajaran fisika mandiri diperlukan oleh para siswa. Kebanyakan siswa sekolah menengah familiar dengan perangkat *smartphone* Android sehingga media pembelajaran dibuat dalam bentuk aplikasi Android.

Tahap Design

Media pembelajaran fisika berbasis *smartphone* dengan materi Suhu dan Kalor dirancang menggunakan aplikasi Adobe Animate dan memiliki beberapa fitur utama, diantaranya adalah:

1) Pendahuluan/pengantar pembelajaran

Pendahuluan berisi tentang deskripsi tujuan peserta didik melakukan kegiatan belajar mandiri dan peta konsep dari materi yang akan dipelajari.

2) Materi

Materi berisi tentang pembahasan topik seputar suhu dan kalor. Sub-topik yang dicakup diantaranya adalah konsep suhu, pengertian kalor, asas Black, perpindahan kalor, pengaruh kalor pada benda. Penyajian materi dilengkapi dengan ilustrasi, gambar, grafik, dan animasi untuk memperjelas ulasan. Materi juga disertai dengan beberapa contoh soal supaya peserta didik dapat berlatih menerapkan konsep untuk penyelesaian masalah.

3) Kuis

Kuis merupakan fitur yang ditujukan sebagai evaluasi mandiri bagi peserta didik. Setelah melalui kegiatan belajar mandiri, peserta didik dapat menguji penguasaan materi dengan mengerjakan soal kuis. Setelah peserta didik memasukan jawaban, aplikasi akan memberikan *feedback* benar atau salah dan akan muncul pembahasannya. Di akhir kuis, juga akan muncul *feedback* secara langsung berupa skor yang diperoleh peserta didik.



Gambar 2. Contoh Tampilan Media Pembelajaran yang Dikembangkan
 Sumber: Dokumentasi Peneliti

Tahap Develop

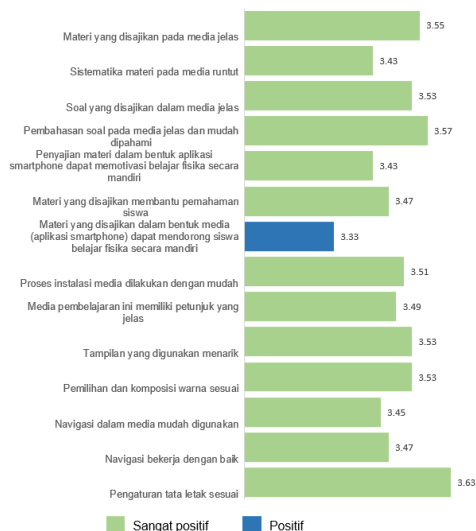
Aplikasi media pembelajaran yang telah didesain lalu dinilai oleh ahli di bidang pendidikan fisika dan fisika. Proses *review* bertujuan untuk menilai kualitas media secara teoritis, menilai potensi media pembelajaran, serta memberikan masukan perbaikan sebelum digunakan oleh siswa. Hasil penilaian ahli ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2
 Hasil Penilaian Ahli

Aspek	Skor	Kriteria
Tampilan	3,64	sangat baik
Keterlaksanaan	3,14	baik
Bahasa	3,50	sangat baik
Instruksional	3,78	sangat baik
Isi materi	3,38	baik
Rata-rata	3,48	sangat baik

Tahap Implement

Tahap *implement* ini merupakan tahap dimana media yang telah dikembangkan diujicobakan ke siswa secara online. Setelah mencoba menggunakan media, siswa diminta untuk mengisi angket respon. Siswa yang mengikuti uji coba secara umum menunjukkan respon sangat positif. Hasil secara lengkap dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Respon Partisipan pada Media Pembelajaran
 Sumber: Dokumentasi Peneliti



Tahap Evaluate

Berdasarkan uji coba terbatas yang telah dilakukan, aplikasi *smartphone* yang dikembangkan dapat dikatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran yang dapat digunakan sebagai sarana belajar mandiri para siswa. Namun demikian, diperlukan pengujian lebih lanjut untuk mengkaji efektifitas proses belajar mandiri menggunakan aplikasi ini.

Pembahasan

Belajar adalah proses yang dapat dilakukan dimana pun dan kapan saja. Dalam lingkungan belajar formal, selain belajar di dalam kelas, peserta didik juga bertanggung jawab untuk belajar mandiri sebagai pengayaan (Sumanjaya & Padmaningrum, 2018). Belajar mandiri perlu didukung dengan media pembelajaran pendukung yang menarik dan fleksibel, seperti media berbasis *smartphone* yang dikembangkan.

Media pembelajaran dikembangkan dengan tahapan ADDIE dengan tujuan media pembelajaran dikembangkan sesuai kebutuhan dan kualitas yang dihasilkan baik. Tahap develop memastikan kualitas tampilan, keterlaksanaan, bahasa, instruksional, dan isi materi. Serangkaian *review* oleh ahli dan revisi telah dijalankan sehingga kualitas media pembelajaran fisika mandiri berbasis aplikasi *smartphone* pada materi suhu dan kalor secara keseluruhan memenuhi kriteria sangat baik.

Potensi penggunaan aplikasi yang dikembangkan telah diinvestigasi melalui tahapan implementasi. Calon pengguna yaitu para peserta didik telah mencoba menggunakan aplikasi yang dikembangkan. Para responden menyatakan bahwa materi yang disajikan jelas dan runtut. Penyajian materi juga dinilai mampu membantu pemahaman siswa. Media pembelajaran dalam bentuk aplikasi *smartphone* memungkinkan elemen pendukung berupa gambar dan animasi yang membantu memvisualisasikan konsep fisika dan fenomena yang terkait (Indriyani & Mufit, 2023; Liliarti & Heru, 2018). Hal ini membuat penjelasan dapat lebih mudah dipahami siswa.

Dari segi tampilan dan penggunaan secara teknis, para responden juga memberikan penilaian yang sangat positif. Para responden menyatakan bahwa media ini cenderung memotivasi mereka dalam belajar. Aplikasi *smartphone* merupakan teknologi yang familiar bagi para siswa, hal ini dapat memacu para siswa untuk belajar. Selain itu, para responden juga menyatakan media ini dapat mendorong para siswa untuk belajar secara mandiri. Dengan fitur yang memuat petunjuk belajar, ilustrasi menarik, dan evaluasi mandiri yang ditawarkan, para siswa dituntun untuk belajar secara mandiri. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Hadiansah & Surjono (2019) yang menunjukkan penggunaan sumber belajar digital berbasis Android membangun lingkungan belajar mandiri dan interaktif.

Simpulan

Pada penelitian ini, telah dikembangkan media pembelajaran berupa aplikasi *smartphone* untuk mendukung proses belajar fisika pada materi suhu dan kalor. Berdasarkan evaluasi para ahli, aplikasi ini dinilai memiliki kualitas sangat baik dengan skor rata-rata 3.48 (dari maksimal 4.00). Uji coba juga telah dilakukan pada sejumlah siswa sekolah menengah. Berdasarkan uji terbatas tersebut, para siswa memberikan respon sangat positif terhadap penggunaan aplikasi *smartphone* yang dikembangkan pada proses belajar mandiri. Hasil penelitian ini menunjukkan

aplikasi *smartphone* yang dikembangkan berpotensi digunakan sebagai media pembelajaran mandiri. Efektifitas proses belajar menggunakan media aplikasi *smartphone* ini masih perlu dikaji dengan penelitian lanjutan.

Daftar Rujukan

- Aldoobie, N. (2015). ADDIE Model. *American International Journal of Contemporary Research*, 5(6), 68–72.
- Arista, F. S., & Kuswanto, H. (2018). Virtual Physics Laboratory Application Based on the Android Smartphone to Improve Learning Independence and Conceptual Understanding. *International Journal of Instruction*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.12973/iji.2018.1111a>
- Astra, I. M., Nasbey, H., & Nugraha, A. (2015). Development of an Android Application in the Form of a Simulation Lab as Learning Media for Senior High School Students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(5), 1081–1088. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1376a>
- Chen, C. H., & Tsai, C. C. (2021). In-service teachers' conceptions of mobile technology-integrated instruction: Tendency towards student-centered learning. *Computers and Education*, 170(April), 104224. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104224>
- Criollo-C, S., Guerrero-Arias, A., Jaramillo-Alcázar, Á., & Luján-Mora, S. (2021). Mobile learning technologies for education: Benefits and pending issues. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/app11094111>
- Crompton, H., & Burke, D. (2018). The use of mobile learning in higher education: A systematic review. *Computers and Education*, 123(April), 53–64. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.007>
- Dervic, D., Glamocic, D. S., Gazibegovic-Busuladzic, A., & Mesic, V. (2018). Teaching Physics with Simulations: Teacher-Centered Versus Student Centered Approaches. *Journal of Baltic Science Education*, 17(2), 288–299.
- Diyana, T. N., Supriana, E., & Kusairi, S. (2019). Pengembangan Multimedia Interaktif Topik Prinsip Archimedes untuk Mengoptimalkan Student Centered Learning. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 6(2), 171–182.
- Edwana, N., Islami, N., & Zulirfan. (2023). Development of Android-Assisted Sound Wave Experiment Devices as an Effort to Improve High School Student's Motivation and Physics Learning Outcomes. *Journal of Educational Sciences*, 7(4), 598–608.
- Hafeez, M. (2021). Systematic Review on Modern Learning Approaches, Critical Thinking Skills and Students Learning Outcomes. *Indonesian Journal Of Educational Research and Review*, 4(1), 167. <https://doi.org/10.23887/ijerr.v4i1.33192>
- Haqiqi, A. K., & Sa'adah, L. (2018). Deskripsi Kesulitan Belajar Materi Fisika pada Siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP) Di Kota Semarang. *Thabiea : Journal of Natural Science Teaching*, 1(1), 39. <https://doi.org/10.21043/thabiea.v1i1.4044>
- Hediansah, D., & Surjono, H. D. (2019). Building Motivation and Improving Learning Outcomes with Android-based physics books: Education 4.0. *Anatolian Journal of Education*, 4(2), 1–10. <https://doi.org/10.29333/aje.2019.421a>



- Hidayatulloh, A. (2020). Analisis Kesulitan Belajar Fisika Materi Elastisitas Dan Hukum Hooke Dalam Penyelesaian Soal – Soal Fisika. *Kappa Journal*, 4(1), 69–75.
- Indriyani, R., & Mufit, F. (2023). Interactive Multimedia Design Based on Cognitive Conflict Using Smartphone in Mechanical Wave Characteristics. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 23–36. <https://doi.org/10.59052/edufisika.v8i1.24038>
- Irawan, L., & Yatri, I. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Realty pada Materi Struktur Tumbuhan Sekolah Dasar. *Ideas: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Budaya*, 8(3), 971. <https://doi.org/10.32884/ideas.v8i3.890>
- Krull, G., & Duart, J. M. (2017). Research trends in mobile learning in higher education: A systematic review of articles (2011 - 2015). *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 18(7), 1–23. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v18i7.2893>
- Kumar Basak, S., Wotto, M., & Bélanger, P. (2018). E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis. *E-Learning and Digital Media*, 15(4), 191–216. <https://doi.org/10.1177/2042753018785180>
- Kurniasih, S., Darwan, D., & Muchyidin, A. (2020). Menumbuhkan Kemandirian Belajar Matematika Siswa Melalui Mobile Learning Berbasis Android. *Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, 8(2), 140. <https://doi.org/10.25273/jems.v8i2.7041>
- Liliarti, N., & Heru, K. (2018). Improving the Competence of Diagrammatic and Argumentative Representation in Physics through Android-based Mobile Learning Application. *International Journal of Instruction*, 11(3), 106–122. https://doi.org/http://www.e-iji.net/dosyalar/iji_2018_3_8.pdf
- Miller, H. B., & Joshua Cuevas, G. A. (2017). Mobile Learning and its Effects on Academic Achievement and Student Motivation in Middle Grades Students. *Technology Enhanced Learning*, 1(2), 91–110.
- Nanda, O. A., & Wilujeng, I. (2018). The Effectiveness of Android-assisted Optical Devices Learning to Improve Students' Conceptual Understanding. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 4(2), 105. <https://doi.org/10.30870/jppi.v4i2.4038>
- Nova, D. A. O., Dwikoranto, D., & Lestari, N. A. (2021). Analisis Persepsi Siswa Terhadap Pembelajaran Fisika Berbasis Ecopedagogy Dengan Metode Daring Selama Pandemi Covid-19. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 19. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i1.4213>
- Nurdiana, A. M., Sutarman, & Widjianto. (2017). Pengembangan Media Modul Elektronik Berbasis Android pada Pokok Bahasan Suhu dan Kalor. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 2(1), 30–35.
- Poçan, S., Altay, B., & Yaşaroğlu, C. (2023). The Effects of Mobile Technology on Learning Performance and Motivation in Mathematics Education. *Education and Information Technologies*, 28(1), 683–712. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11166-6>
- Rahmawati, N., & Wiyatmo, Y. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Software iSpring Suite 9 untuk Meningkatkan Minat Belajar dan Kemandirian Belajar Peserta Didik Kelas X pada Mata Pelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 1–6.

- Samudra, G., Suastra, M., & Suma, M. (2014). Permasalahan-Permasalahan Yang Dihadapi Siswa SMA Di Kota Singaraja Dalam Mempelajari Fisika. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 4(1), 1–7.
- Sönmez, A., Göçmez, L., Uygun, D., & Ataizi, M. (2018). A Review of Current Studies of Mobile Learning. *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 1(1), 13–27. <http://dergipark.gov.tr/jetol>
- Sumanjaya, U., & Padmaningrum, R. T. (2018). Pengembangan Webtoon Kimia untuk Pembelajaran Materi Kimia Makromolekul Sebagai Media Belajar Mandiri Siswa Development of Chemistry Webtoon for Learning of Macromolecule Material. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 7(5), 210–219.
- Trisna, S., & Rahmi, A. (2016). Validitas Modul Pembelajaran Berbasis Guided Inquiry pada Materi Fluida di STKIP PGRI Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 2(1), 9–14. <https://doi.org/10.21009/1.02102>
- Viberg, O., Andersson, A., & Wiklund, M. (2021). Designing for sustainable mobile learning—re-evaluating the concepts “formal” and “informal.” *Interactive Learning Environments*, 29(1), 130–141. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1548488>
- Widyatama, A., & Pratama, F. W. (2022). Pengembangan Mobile Learning PINTHIR Berbasis Android sebagai Sumber Belajar dan Sarana Mengerjakan Soal Trigonometri SMA. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(1), 25–36. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v11i1.1043>
- Wirjawan, J. V. D., Pratama, D., Pratidhina, E., Wijaya, A., Untung, B., & Herwinarso. (2020). Development of Smartphone App as Media to Learn Impulse-Momentum Topics for High School Students. *International Journal of Instruction*, 13(3), 17–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.29333/iji.2020.1332a>