



## Pengembangan *Mobile Learning Media* Terintegrasi dengan *Artificial Intelligence* sebagai *Virtual Mentor* pada Materi Pemanasan Global untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains

Mahendra Cipta Pranantya✉

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia  
Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Diterima Agustus 2024

Disetujui Juni 2025

Dipublikasikan Agustus 2025

*Keywords:*

*Artificial Intelligence, Literasi Sains, Mobile Learning Media, Pemanasan Global, Model BRADeR*

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengembangan *mobile learning media* terintegrasi dengan *artificial intelligence* (AI) sebagai *virtual mentor*, mengetahui kelayakan *mobile learning media* terintegrasi dengan AI sebagai *virtual mentor*, mengetahui respons siswa terhadap *mobile learning media* terintegrasi dengan AI sebagai *virtual mentor*, mengetahui efektivitas *mobile learning media* terintegrasi dengan AI sebagai *virtual mentor* dalam meningkatkan literasi sains siswa. Metode penelitian ini adalah *research and development* dengan model 4D, yang terdiri atas tahapan: (1) *Define*, (2) *Design*, (3) *Develop*, dan (4) *Disseminate*. Hasil uji validasi ahli materi yang mencakup aspek isi, penyajian, dan kebahasaan mendapat rerata skor 96% dengan kategori sangat layak. Lalu, validasi ahli media yang mencakup aspek pewarnaan, bahasa, tampilan, penyajian, dan ilustrasi mendapat rerata skor 98% dengan kategori sangat layak. Penelitian ini juga mengukur adanya peningkatan kemampuan literasi sains siswa pada materi pemanasan global, hasil penilaian literasi sains siswa mendapat peningkatan sedang dengan N-gain 0,38. Hasil implementasi media mendapatkan respons yang baik dengan mencakup aspek antusias, kemudahan dan kepraktisan, materi, dan kegrafikan. Secara keseluruhan, respons siswa mendapat nilai sebesar 87% dengan kategori sangat positif.

### Abstract

*This research aims to develop a mobile learning media integrated with AI as a virtual mentor, to know the feasibility of mobile learning media integrated in AI as virtual mentors, to know the student's response to mobile learning media integrated into AI as virtual mentors, and to know the effectiveness of mobile learning media integrated with artificial intelligence as a virtual mentor in improving students' science literacy. This research using research and development method with a 4D model, which have 4 steps: (1) Define, (2) Design, (3) Develop, and (4) Disseminate. The feasibility test from the material expert that covers the aspects of content, presentation, and literacy scores 96% with very feasible category. Then, the feasibility from the media expert covering the aspect of coloring, language, appearance, presentation and illustration scores 98% with very feasible category. The study also measured the increased of students' scientific literacy on global warming material, the student's scientific literacy assessment gains a moderate N-gain of 0.38. Media implementation results showed a good response by covering aspects of enthusiasm, ease and practicality, presentation of material, and graphics. Overall, the student's response scored 87% with a very positive category.*

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi dalam kegiatan belajar mengajar semakin meningkat, hal ini juga sejalan dengan pembelajaran jarak jauh yang dilakukan di Indonesia sejak pandemi COVID-19. Pembelajaran secara daring mengubah kondisi sistem pembelajaran yang semula berupa tatap muka di kelas menjadi bertemu di depan layar atau secara *virtual*. Berlangsungnya kegiatan belajar mengajar secara daring menimbulkan beberapa kendala, antara lain kurangnya interaksi antara murid dan guru dan interaksi lebih didominasi oleh guru (Diraya & Umamah, 2022). Pembelajaran daring atau kini disebut dengan pembelajaran jarak jauh (PJJ) menimbulkan adanya *learning loss* yaitu siswa mengalami hilangnya minat belajar yang memiliki dampak tidak tercapainya tujuan pembelajaran yang sudah dirumuskan (Wahyuningtyas & Ellianawati, 2023).

Pemahaman konsep siswa terhadap materi fisika tergolong pada tingkatan yang rendah (Rahmawati *et al.*, 2022). Hal ini diindikasikan oleh pemahaman siswa terhadap materi fisika yang sudah diajarkan baru sebatas menghafal rumus dan fakta-fakta yang ada. Permasalahan mulai terlihat apabila siswa dihadapkan dengan permasalahan fisika secara kontekstual dan konseptual, maka banyak siswa yang mengalami miskonsepsi (Ulina, 2022). Miskonsepsi dapat menghambat proses penerimaan dan penyaluran pengetahuan siswa dalam memecahkan permasalahan dalam konteks fisika dalam kehidupan sehari-hari (Pramono, 2022). Salah satu materi fisika yang erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari adalah konsep Pemanasan Global yang dipelajari siswa kelas X pada Kurikulum Merdeka karena pemanasan global merupakan permasalahan lingkungan yang terjadi di seluruh dunia, dan isu pemanasan global saat ini sedang menjadi fokus dunia untuk diselesaikan. Namun penelitian yang dilakukan oleh

Furqoniyah *et al.*, (2022) di SMA N 1 Cluring menyebutkan bahwa penguasaan materi pemanasan global siswa masih rendah yang dibuktikan dengan hasil belajar siswa yang menunjukkan tidak ada siswa yang mencapai nilai KKM yang ditetapkan yaitu 75. Penelitian lain dari Pramono (2022) menemukan bahwa miskonsepsi siswa tergolong cukup tinggi untuk sub materi *global warming* sebesar 75,86%, Depleksi Lapisan Ozon sebesar 72,41%, Efek Rumah kaca sebesar 41,37% dan Perubahan Iklim dan Suhu sebesar 89,8%. Miskonsepsi pada materi pemanasan global dapat disebabkan karena materi cenderung bersifat abstrak dan sulit dipahami oleh siswa karena siswa tidak dapat mengamati secara langsung proses dan fenomena alam yang terjadi (Almira & Kurniati, 2022).

Penelitian dari Lestari & Chandra (2018) menyatakan bahwa untuk membantu siswa dalam mempelajari materi pemanasan global salah satu media pembelajaran yang dapat dikembangkan adalah multimedia pembelajaran yang dikombinasikan dengan pembelajaran berbasis teknologi (*mobile learning*). *Mobile learning* merupakan salah satu komponen dalam Pendidikan yang dapat memungkinkan siswa untuk mendapatkan pembelajaran di mana pun dan kapan pun secara fleksibel (Rukhiran *et al.*, 2022). Selain itu, pembelajaran dengan memanfaatkan *mobile learning* dinilai dapat meningkatkan motivasi belajar siswa (Toda *et al.*, 2021) dan dapat melakukan pemantauan hasil belajar secara *real time* serta dapat memberikan solusi dari hasil belajar siswa dan dapat langsung mengidentifikasi area-area yang perlu di tingkatkan (Iskandar *et al.*, 2023). *Mobile learning* dapat mendukung penggunaan teknologi tingkat tinggi seperti *artificial intelligence* (AI), pemanfaatan teknologi AI dalam kegiatan pembelajaran dapat menciptakan kesempatan yang baik dalam meningkatkan kualitas Pendidikan, sehingga AI dapat menciptakan suasana belajar yang lebih mudah dan efektif (Mutaqin *et al.*, 2023). AI dalam pembelajaran dapat

dimanfaatkan sebagai mentor virtual, yakni siswa dapat mengajukan pertanyaan terkait kendala yang dialaminya dalam proses pembelajaran serta dapat langsung mendapatkan umpan balik yang dapat menjadi solusi atas ketidakpahamannya (Ismawati & Ramadhanti, 2022). Pemanfaatan AI ini juga dapat menjadi solusi untuk siswa yang tidak paham mengenai materi dan malas untuk bertanya kepada guru (Sugiarni *et al.*, 2021; Yusmar & Fadilah, 2023). AI dapat juga dimanfaatkan untuk menciptakan pembelajaran yang dipersonalisasi untuk tiap siswa, sehingga AI dapat membantu guru dalam membuat materi pembelajaran yang disesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa (Sudirman *et al.*, 2022). Dalam hal ini, AI dapat memberikan latihan tambahan dan penjelasan materi kepada siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami sebuah topik tertentu sehingga dapat membantu guru dalam memberikan pembelajaran yang lebih personal dan adaptif (Aristanto *et al.*, 2023).

Sistem *mobile learning* terintegrasi dengan AI dibutuhkan untuk mengikuti perkembangan dunia Pendidikan yang sudah sampai pada era digital (Andani *et al.*, 2020; Azmi *et al.*, 2020; Sabella *et al.*, 2023). Penggunaan media pembelajaran terintegrasi dengan AI juga dapat memberikan kemudahan dan dampak positif yang dapat dirasakan oleh siswa dan guru, dampak yang dapat dirasakan oleh guru yakni dapat melakukan pembelajaran secara efektif karena tiap siswa dapat termonitoring tingkat pemahamannya dengan bantuan AI, lalu dampak yang dirasakan oleh siswa dapat menjadi lebih antusias dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar serta siswa dapat lebih cepat dan mudah menangkap materi yang disampaikan dengan bantuan AI (Maufidhoh & Maghfirah, 2023).

Berdasarkan pemahaman kajian di atas maka rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah: (1) Bagaimana kelayakan penggunaan *mobile learning*

*media* terintegrasi dengan *artificial intelligence* sebagai *virtual mentor* pada materi pemanasan global untuk meningkatkan kemampuan literasi sains oleh ahli? (2) Bagaimana efektifitas penggunaan *mobile learning media* terintegrasi dengan *artificial intelligence* sebagai *virtual mentor* pada materi pemanasan global terhadap kemampuan literasi sains? Dan (3) Bagaimana respons peserta didik terhadap penggunaan *mobile learning media* terintegrasi dengan Artificial Intelligence sebagai *virtual mentor* pada materi pemanasan global untuk meningkatkan kemampuan literasi sains?

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D). R&D merupakan metode penelitian yang dapat digunakan untuk membuat, menghasilkan, dan memvalidasi suatu produk kemudian menguji kelayakan dari produk tersebut (Sugiyono, 2016). Hal serupa juga di kemukakan oleh Sudaryono (2016) metode R&D merupakan metode penelitian yang menghasilkan produk tertentu dan dapat diuji keefektifannya.

Model yang digunakan pada penelitian ini adalah 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan (1974). Model pengembangan ini terdiri dari *define*, *design*, *develop* dan *disseminate* yang diadaptasi menjadi 4P yakni pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran (Widiya *et al.*, 2021).

Tahapan *define* dilakukan dengan wawancara dan observasi kegiatan pembelajaran. Hasil wawancara dan observasi ditemukan bahwa pemanfaatan teknologi masih belum dilakukan dengan optimal, pada SMA N 1 Boja siswa mendapatkan beberapa fasilitas seperti lab komputer, proyektor di tiap kelas dan siswa diperbolehkan membawa *smartphone* (*mobile*), namun, pada prakteknya, lab komputer hanya digunakan untuk pelajaran TIK (teknologi informasi dan komunikasi)

belum digunakan untuk pelajaran Fisika, lalu media pembelajaran yang digunakan masih menggunakan buku cetak dan PowerPoint yang belum interaktif. Metode pembelajaran yang digunakan masih tergolong konvensional yaitu ceramah. Setelah wawancara dan observasi dilakukan analisis konsep dan tugas untuk merumuskan tujuan pembelajaran.

Tahap *design* dilakukan dengan pemilihan media berupa *website*, selanjutnya dilakukan perancangan UI membuat sketsa kasar dari *layout website*, termasuk penempatan elemen-elemen seperti navigasi, tombol, teks, video dan gambar dan membuat *wireframe* untuk pengembangan *website*. Lalu, untuk efisiensi penulisan kode maka dilakukan pemilihan *framework* Bootstrap 5. Setelah melalui semua tahapan maka selanjutnya membuat draft awal.

Tahap *develop* dilakukan dengan pembuatan *front end* menggunakan menggunakan Visual Studio Code untuk membangun struktur dasar *website*. seperti halaman utama dan halaman konten yang bersifat statis. Lalu menggunakan bantuan Bootstrap 5 untuk melakukan implementasi UI seperti *navbar*, *carousel* dan *modals*. Selanjutnya pembuatan *back end* menggunakan Replit dan Voiceflow untuk mengintegrasikan AI Assistant ke dalam *website* yang dikembangkan. Lalu, tahapan terakhir adalah menggunakan GitHub Pages untuk melakukan *hosting* secara manual. Setelah draft awal selesai maka akan lanjut kedalam tahap pengujian kelayakan media dan instrumen tes. Validasi media dilakukan oleh validator ahli materi dan ahli media. Selanjutnya instrumen yang digunakan pada penelitian ini berupa instrumen tes literasi sains dan angket respons siswa.

Tahap *disseminate* dilakukan dengan penyebaran media pembelajaran di SMA N 1 Boja dan SMA N 1 Limbangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

*Mobile learning media* terintegrasi dengan AI sebagai *mentor virtual* memiliki

luaran dengan bentuk *website* yang dapat dibuka oleh siswa dan guru. Penyusunan *mobile learning media* terintegrasi dengan AI sebagai *mentor virtual* melalui beberapa tahapan yakni *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*.

Tahap *define* merupakan tahap identifikasi tentang masalah yang terjadi di sekolah. Tahap ini dilakukan dengan wawancara kepada guru pengampu mata pelajaran fisika di SMA N 1 Boja. Melalui kegiatan wawancara menunjukkan bahwa media pembelajaran yang digunakan berupa bahan ajar cetak dan PowerPoint yang belum interaktif. Kemudian, dari hasil wawancara juga diperoleh bahwa media pembelajaran memuat literasi sains yang tidak seimbang, lalu fasilitas sekolah seperti laboratorium komputer juga belum digunakan untuk pembelajaran fisika.

Tahap *design* merupakan tahap perancangan awal struktur *mobile learning media* terintegrasi dengan AI sebagai *Mentor Virtual* dengan menggunakan *wireframe* hingga menjadi draf awal sebelum masuk ke tahap selanjutnya. struktur *website* terbagi menjadi lima bagian. Bagian pertama terdapat *header* (kotak hijau) yang terbuka ketika pengguna masuk ke dalam laman *website*, pada bagian ini terdapat logo, bar navigasi yang berisi petunjuk penggunaan dan tombol untuk menavigasi pengguna ke bagian lain. Bagian kedua berisi konten utama yang diatur dalam dua baris dengan masing-masing baris berisi tiga kolom yang didalamnya terdapat capaian dan tujuan pembelajaran serta materi pemanasan global yang nantinya dipelajari oleh pengguna, pada bagian ini pengguna dapat membuka tiap konten secara berurutan sesuai dengan sintaks model pembelajaran BRADeR. Bagian ketiga berisi latihan soal sebagai *reflection* pada sintaks BRADeR. Bagian keempat berisi kontak guru untuk berkomunikasi dengan guru melalui email. bagian terakhir pada *wireframe* terdapat footer terdapat *footer* yang berisikan tentang informasi pengembang.

Tahap selanjutnya adalah tahap *develop* membuat kode untuk web *mobile learning media* terintegrasi dengan AI sebagai *mentor virtual*. Pembuatan *frontend website* terdiri dari HTML, CSS, JavaScript dengan menggunakan *framework* Bootstrap 5 untuk efisiensi pengembangan. Semua pengembangan *frontend* dibuat menggunakan *software* Visual Studio Code. Sementara itu, untuk *backend* menggunakan Python dengan menggunakan *framework* flask yang merupakan *framework* web minimalis untuk Python. Pengembangan *backend* dilakukan dengan menggunakan *software* Replit. *Deployment frontend* dilakukan menggunakan GitHub Pages sementara untuk *backend*-nya menggunakan Replit lalu di-*embed* ke dalam kode melalui Voiceflow.

Pengembangan *virtual mentor* dilakukan dengan men-*deploy* backend API (Application Programming Interface) dari AI Assistant ChatGPT pada replit yang berfungsi untuk menangani *endpoint* untuk memulai percakapan dan mengelola interaksi chat yang terjadi pada pengguna dan *virtual mentor*. Lalu untuk mendesain bentuk visual (*frontend*) dari *virtual mentor* menggunakan Voiceflow yang juga berfungsi sebagai pengirim permintaan GET dan POST ke *endpoint* untuk memulai percakapan berdasarkan input pertanyaan dari pengguna untuk mendapatkan respons dari API (*backend*). Lalu, dengan Voiceflow, *virtual mentor* berbentuk *floating chat widget* yang nantinya di-*embed* kedalam *website* yang sudah dibuat

Setelah pengembangan *website* selesai maka selanjutnya dilakukan uji validasi media oleh ahli materi dan media, validasi dilakukan oleh 3 orang ahli materi dan media. Didapatkan data pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Validasi Media oleh Ahli Materi

| Aspek     | <i>V-aiken's</i> | Kriteria     |
|-----------|------------------|--------------|
| Isi       | 0,96             | Sangat layak |
| Penyajian | 0,92             | Sangat layak |
| Bahasa    | 1,00             | Sangat layak |
| Rata-rata | 0,96             | Sangat layak |

Berdasarkan tabel 1. maka didapatkan kesimpulan bahwa kelayakan materi mendapatkan rerata nilai *V-aiken's* 0,96 dengan kriteria sangat layak. Maka, dapat disimpulkan media yang dikembangkan dari segi materi sangat layak.

**Tabel 2.** Validasi Materi Oleh Ahli Media

| Aspek                     | <i>V-aiken's</i> | Kriteria     |
|---------------------------|------------------|--------------|
| Pewarnaan                 | 0,96             | Sangat layak |
| Pemakaian Kata dan Bahasa | 1,00             | Sangat layak |
| Tampilan                  | 0,92             | Sangat layak |
| Penyajian                 | 1,00             | Sangat layak |
| Ilustrasi                 | 1,00             | Sangat layak |
| Rata-rata                 | 0,98             | Sangat layak |

Berdasarkan Tabel 2, didapatkan kesimpulan bahwa kelayakan media mendapatkan rerata nilai *V-aiken's* 0,98 dengan kriteria sangat layak. Maka dapat disimpulkan media yang dikembangkan dari segi media sangat layak.

Tahap selanjutnya adalah pengujian keefektifan media. Pada tahap ini peneliti melakukan uji coba *mobile learning media* yang telah divalidasi oleh ahli materi dan ahli media dan sudah direvisi berdasarkan saran. Uji coba ini dilakukan secara langsung atau luring yang diikuti oleh 36 peserta didik kelas XG SMA N 1 Boja.

Untuk menguji keefektifan *mobile learning media* dilakukan dengan menggunakan uji N-gain menggunakan desain *pre-experimental one group pretest and posttest*. Uji untuk mengetahui pengaruh yang dihasilkan dalam penggunaan media terhadap literasi sains siswa. Adapun hasil uji N-gain dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil *N-gain* Kemampuan Literasi Sains Siswa

| Komponen       | <i>Pre-Test</i> | <i>Post-Test</i> | <i>N-Gain</i> | Kategori |
|----------------|-----------------|------------------|---------------|----------|
| Jumlah Siswa   | 36              | 36               |               |          |
| Skor Tertinggi | 11              | 12               | 0,38          | Sedang   |
| Skor Terendah  | 0               | 2                |               |          |
| Rata-rata      | 7,52            | 9,28             |               |          |

Dari tabel di atas, diketahui nilai rata-rata *pre-test* hasil belajar peserta didik sebelum dilakukan pembelajaran menggunakan media mendapatkan rata-rata nilai sebesar 7,52 dan untuk nilai *post-test* setelah dilakukan pembelajaran

menggunakan media mendapatkan nilai rata-rata sebesar 9,28. Maka, Nilai *N-gain* menunjukkan peningkatan kemampuan literasi sains dengan nilai 0,38 berkategori sedang. Uji *N-gain* tiap aspek literasi sains dijelaskan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Uji *N-gain* Tiap Aspek Literasi Sains

| Indikator                                                    | <i>Pre-Test</i> | <i>Post-Test</i> | <i>N-Gain</i> | Interpretasi <i>N-Gain</i> |
|--------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|---------------|----------------------------|
| Sains sebagai Batang Tubuh Pengetahuan                       | 66              | 77               | 0,32          | Sedang                     |
| Sains Sebagai Cara untuk Menyelidiki Lingkungan              | 65              | 71               | 0,17          | Rendah                     |
| Sains sebagai Cara Berpikir                                  | 59              | 83               | 0,59          | Sedang                     |
| Interaksi Antara Sains Lingkungan, Teknologi, dan Masyarakat | 61              | 78               | 0,44          | Sedang                     |
| Rata-rata                                                    | 63              | 77               | 0,38          | Sedang                     |

Dari tabel di atas, maka didapatkan bahwa nilai kemampuan literasi sains siswa mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan sebagian besar siswa memiliki pemahaman yang baik mengenai konsep dasar dan prinsip pemanasan global. siswa mampu menjelaskan informasi ilmiah dengan baik dan dapat menghubungkan pengetahuan tersebut dengan fenomena nyata yang terjadi di sekitar mereka. Sebagian besar siswa telah mengembangkan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan logis. Siswa juga sudah terampil dalam mengevaluasi sebuah informasi yang disampaikan, dapat membedakan antara fakta dan opini serta membuat argumen yang didasarkan dengan bukti ilmiah.

Instrumen penelitian ini juga menggunakan instrumen Non tes yaitu angket respons siswa dari penggunaan *mobile learning media*. Adapun hasil uji respons siswa dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Uji Respons Siswa

| Indikator Respons Siswa   | Persentase | Kategori       |
|---------------------------|------------|----------------|
| Antusias                  | 89%        | Sangat Positif |
| Kemudahan dan Kepraktisan | 86%        | Sangat Positif |
| Penyajian Materi          | 87%        | Sangat Positif |
| Penyajian Kefrafikan      | 89%        | Sangat Positif |
| Rata-rata                 | 87%        | Sangat Positif |

Uji respons siswa mendapatkan nilai rerata persentase sebesar 87% dengan kriteria sangat positif. Hal ini menunjukkan bahwa *mobile learning media* terintegrasi dengan AI sebagai *virtual mentor* mendapatkan respons yang sangat positif dan siswa merasa puas dan termotivasi setelah menggunakan *mobile learning media* dalam pembelajaran. Selanjutnya dilakukan tahap yang terakhir, yaitu *disseminate*.

Tahap *disseminate* dilakukan dengan memberikan *mobile learning media* terintegrasi dengan AI sebagai *virtual mentor* pada materi pemanasan global untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa pada SMA N 1 Boja dan SMA N 1 Limbangan.

## SIMPULAN

Berdasarkan analisis data serta pembahasan data yang diperoleh, pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: (1) *Mobile learning media* global sangat layak untuk digunakan dengan hasil uji validitas oleh ahli materi dan media mendapatkan kriteria sangat layak, (2) *Mobile learning media* terintegrasi dengan AI sebagai *virtual mentor* pada materi pemanasan global memiliki kriteria cukup efektif untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa, dan (3) Respons siswa terhadap *mobile learning media* terintegrasi dengan AI sebagai *virtual mentor* pada materi pemanasan global memperoleh kriteria sangat positif

## DAFTAR PUSTAKA

- Almira, A. S., & Kurniati, T. (2022). Model Pembelajaran *think pair share* untuk meningkatkan berpikir kritis siswa pada materi pemanasan global. *Bioedutech: Jurnal Biologi, Pendidikan Biologi, dan Teknologi Kesehatan*, 1(2), 98–108.
- Andani, T., Mawaddah, I. Z., & Yuliani, H. (2020). Analisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran komik berbasis *web* pada pokok bahasan efek Doppler di SMA. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (SNF)*, 4, 26–32.
- Aristanto, A., Supriatna, E., Panggabean, H. M., Apriyanti, E., Hartini, H., Sari, N. I., & Kurniawati, W. (2023). The role of artificial intelligence (AI) at school learning. *Consilium: Education and Counseling Journal*, 3(2), 64-71. <http://dx.doi.org/10.36841/consilium.m.v3i2.3437>
- Azmi, R. A., Rukun, K., & Maksum, H. (2020). Analisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran berbasis *web* mata pelajaran Administrasi Infrastruktur Jaringan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(2), 303–314.
- Diraya, I. and Umamah, C. (2022). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis *web* berbantuan platform wix pada materi gelombang untuk siswa SMK. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(2), 347–359.
- Furqoniyah, Q., Subiki, S., & Maryani, M. (2022). Pengembangan LKPD berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam pembelajaran fisika pemanasan global di SMA. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 76–84. <https://doi.org/10.36706/jip.f.v9i1.15539>
- Iskandar, A., Winata, W., Kurdi, M.S., Sitompul, P.H.S., Kurdi, M.S., Nurhayati, S., Hasanah, M. and Haluti, F. (2023). *Peran Teknologi Dalam Dunia Pendidikan*. Yayasan Cendekiawan Inovasi Digital Indonesia.
- Ismawati, N. A., & Ramadhanti, S. (2022). Penerapan *artificial intelligence* dalam mendukung pembelajaran di era digital. *Prosiding Seminar Nasional Batch I: Nasib Pendidikan Karakter di Masa Pembelajaran Daring dalam Bingkai Merdeka Belajar*, 1(1), 158–166. <https://prosiding.amalinsani.org/index.php/semnas>
- Lestari, W., & Chandra, Y. A. (2018). Development of mathematical comic-strip application as a *mobile learning* media-based learning. *Journal of Mathematics Education (JME)*, 3(2), 54–59.
- Maufidhoh, I., & Maghfirah, I. (2023). Implementasi pembelajaran berbasis *artificial intelligence* melalui media puzzle maker pada siswa sekolah dasar. *ABUYA: Jurnal Pendidikan Dasar*, 1(1), 29–43.

- Mutaqin, F. M., Jubaedah, I., Koestianto, H., & Setiabudi, D. I. (2023). Efektif *artificial intelligence* (AI) dalam belajar dan mengajar. *Seroja: Jurnal Pendidikan*, 1(2), 128–138.
- Pramono, A. (2022). *Desain Multimedia Interaktif Berbasis Konflik Kognitif untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Pemanasan Global*. Universitas negeri Padang.
- Rahmawati, R., Wahdah Anugrah Yusuf, & Khaeruddin. (2022). Penerapan model *problem based learning* (PBL) dengan metode brainstorming untuk membenahi pemahaman konsep siswa SMA pada topik gelombang mekanik. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 8(1), 27–36.
- Rukhiran, M., Phokajang, A., & Netinant, P. (2022). Development of mobile learning english web application: Adoption of technology in the digital teaching and learning framework. *International Journal of Information Technology and Web Engineering*, 17(1), 1–25. <https://doi.org/10.4018/IJITWE.313571>
- Sabella, B., Rhomadhona, H., & Arrahimi, A. R. (2023). Pelatihan pembuatan *game* sederhana sebagai media pembelajaran untuk pengajar smp berbasis *artificial intellegent*. *Jurnal Widya Laksmi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 69–76.
- Sudaryono, S. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan*. Kencana.
- Sudirman, S., Sarjan, M., Rokhmat, J., & Hamidi, H. (2022). Penilaian pendidikan IPA secara *realtime* dan terintegrasi dengan *artificial intelligence*: Perspektif filsafat. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(4b), 2658–2668.
- Sugiarni, R., Septian, A., Juandi, D., & Julaeha, S. (2021). Studi penelitian tindakan kelas: Bagaimana meningkatkan pemahaman matematis pada siswa? *Journal of Instructional Mathematics*, 2(1), 21–35.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Thiagarajan, S. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Indiana center for innovative teaching and learning.
- Toda, S. Y. G., Harso, A., & Astro, R. B. (2021). Pengembangan *mobile learning* sebagai sumber belajar fisika pada materi gerak lurus untuk siswa kelas X. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 9(2), 124–141.
- Ulina, N. S. (2022). Pengembangan modul berbasis pemecahan masalah dalam pembelajaran fisika SMA materi pemanasan global. *Navigation Physics: Journal of Physics Education*, 4(4), 90–100.
- Wahyuningtyas, E. P., & Ellianawati. (2023). Analysis of the suitability of eleventh grade physics textbooks with the independent curriculum. *Unnes Physics Education Journal*, 2(12), 1–24.
- Widiya, M., Lokaria, E., & Sepriyaningsih, S. (2021). Pengembangan modul pembelajaran IPA berbasis kearifan lokal kelas tinggi di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 3314–3320. <https://jbasic.org/index.php/basicedu/article/view/1281>
- Yusmar, F., & Fadilah, R. E. (2023). Analisis rendahnya literasi sains peserta didik Indonesia: Hasil PISA dan faktor penyebab. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 11–19. <https://doi.org/10.24929/lensa.v13i1.283>