

Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Mobile Learning Berbasis STEM-PBL untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kolaborasi Siswa

Diana Arin Wahyuningsih¹, Putut Marwoto¹ dan Siti Wahyuni²

¹Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang, Sekaran, Kecamatan Gunung Pati, Kota Semarang

²Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

*E-mail: dianaarinwahyuningsih@students.unnes.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran fisika berbasis mobile learning dengan pendekatan STEM-PBL guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kolaborasi siswa kelas XI pada pokok bahasan termodinamika. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan yang diadaptasi dari model ADDIE, yang terdiri dari lima tahap, yaitu Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Proses pengembangan dilakukan untuk menghasilkan dan mengevaluasi kelayakan dan efektivitas media pembelajaran. Uji coba dilakukan dalam dua tahap, yaitu uji coba skala kecil dan uji coba skala besar. Hasil validasi menunjukkan bahwa media tersebut masuk dalam kategori sangat layak. Efektivitas produk dianalisis menggunakan uji N-Gain, dengan hasil perolehan skor gain sebesar 0,59 pada uji coba skala kecil dan 0,62 pada uji coba skala besar, keduanya tergolong efektifitas sedang. Selain itu, aktivitas pembelajaran kolaboratif menunjukkan peningkatan dalam pengambilan keputusan bersama, penyelesaian tugas, menghargai pendapat orang lain, dan berbagi ide. Berdasarkan hasil tersebut, media pembelajaran fisika mobile yang dikembangkan dengan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dinilai layak digunakan.

Kata kunci: STEM-PBL, Keterampilan Berpikir Kritis, Kolaborasi

Abstract. This study aims to develop a mobile learning-based physics instructional media using the STEM-PBL approach to enhance the critical thinking and collaboration skills of Grade XI students on the topic of thermodynamics. The research employed a development method adapted from the ADDIE model, which consists of five stages: Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The development process was carried out to produce and evaluate the feasibility and effectiveness of the learning media. The trial was conducted in two stages: small-scale and large-scale testing. The validation results indicated that the media is categorized as highly feasible. The product's effectiveness was analyzed using the N-Gain test, with results showing a gain score of 0.59 in the small-scale trial and 0.62 in the large-scale trial, both classified as moderate effectiveness. Furthermore, collaborative learning activities showed improvements in joint decision-making, task completion, respecting others' opinions, and sharing ideas. Based on the results, the mobile physics learning media developed with the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach is considered feasible and suitable for classroom use.

Keywords: STEM-PBL, Critical Thinking, Collaboration

1. Pendahuluan

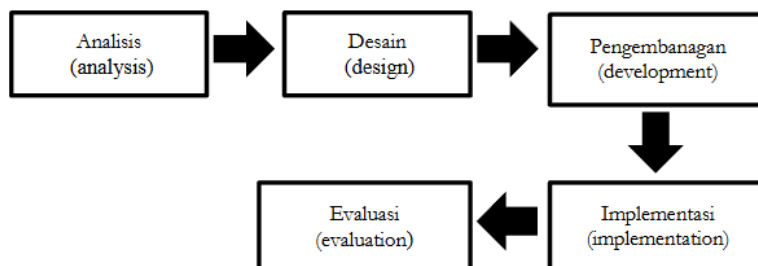
Pembelajaran adalah interaksi antara guru dengan siswa pada suatu lingkungan belajar. Media memegang peranan penting yaitu sebagai wadah agar lebih dipahami oleh siswa dalam kegiatan pembelajaran. Era globalisasi seperti saat ini, penggunaan *smartphone* sudah menjadi suatu kebutuhan di dalam kehidupan sehari-hari. Hampir seluruh siswa sudah memiliki *smartphone*, namun dalam penggunaannya *smartphone* di kalangan siswa hanya dimanfaatkan untuk memutar musik dan mengakses video, bermain games, serta mengakses berbagai macam media sosial. *Smartphone* dapat dimanfaatkan menjadi sebuah media pembelajaran yang menarik dan menyenangkan apabila diisi berbagai aplikasi dan konten-konten edukasi. Media pembelajaran berbasis *mobile learning* semakin banyak dikembangkan untuk menunjang proses pembelajaran yang fleksibel dan mandiri. Penelitian Fitriani (2021) menunjukkan bahwa penggunaan media *mobile learning* berbasis Android mampu meningkatkan motivasi belajar siswa serta memberikan kemudahan dalam mengakses materi pembelajaran secara mandiri [1]. Selain itu, Sari, dkk. (2020) mengembangkan aplikasi fisika berbasis *mobile* dan menyimpulkan bahwa media tersebut valid dan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa [2].

Pendidikan abad 21 menuntut siswa untuk memiliki keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, metakognisi, keterampilan berkomunikasi, berkolaborasi, literasi informasi, inovasi dan kreasi. STEM merupakan pengintegrasian empat disiplin ilmu yaitu *science, technology, engineering, mathematics* (STEM) [3]. Integrasi STEM dalam pembelajaran fisika menjadikan siswa mempunyai penguasaan konsep dan prinsip teknologi sehingga yang dimiliki siswa tidak hanya memiliki pemahaman tentang konsep materi dan matematis saja. Dalam ranah pedagogik, pendekatan pembelajaran berbasis STEM yang dikombinasikan dengan *Problem Based Learning* (PBL) dinilai mampu mendorong pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan bekerja sama. Nuzula, dkk (2023) mengungkapkan bahwa penerapan pembelajaran STEM-PBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis [4]. Penerapan pendekatan ini masih banyak dilakukan secara konvensional atau berbasis cetak, belum terintegrasi dalam media berbasis *mobile learning*. PBL adalah suatu pendekatan pembelajaran yang dimulai dengan pengajuan masalah dan dilanjutkan dengan menyelesaikannya. Biasanya masalah didasarkan pada kehidupan nyata yang telah dipilih untuk memenuhi tujuan pendidikan.

Pembelajaran yang disusun secara kolaboratif melibatkan siswa untuk aktif dalam proses pembelajaran sehingga dapat mengembangkan cara berpikir kritis siswa. Sebagian besar penelitian yang sudah ada belum mengintegrasikan pendekatan pembelajaran yang mendorong keterlibatan aktif siswa dalam memecahkan masalah secara kolaboratif. Pada aspek materi pembelajaran, Termodinamika merupakan salah satu topik dalam fisika yang bersifat abstrak dan kompleks sehingga membutuhkan strategi pembelajaran yang inovatif dan mendukung visualisasi konsep. Jati, dkk (2024) mengembangkan E-LKPD berbasis *problem solving* untuk materi Termodinamika dan menunjukkan adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis [5]. Namun, media tersebut masih berbentuk cetak dan belum memanfaatkan potensi teknologi digital. Sari, dkk (2022) mengembangkan media berbasis android untuk materi Termodinamika dan menemukan bahwa media tersebut baik digunakan untuk pembelajaran daring maupun tatap muka, namun belum mengintegrasikan pendekatan STEM maupun PBL serta belum diuji untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi siswa [6]. Berdasarkan studi-studi tersebut, dapat diidentifikasi yaitu masih minimnya pengembangan media pembelajaran berbasis *mobile learning* yang secara terpadu mengintegrasikan pendekatan STEM-PBL khususnya pada materi Termodinamika. Selain itu, belum banyak penelitian yang secara eksplisit mengukur dampak media terhadap peningkatan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis dan kolaborasi siswa secara bersamaan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran *mobile learning* berbasis STEM-PBL sebagai solusi inovatif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi siswa kelas XI pada materi Termodinamika.

2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan menggunakan model ADDIE yang terdiri dari lima tahap: Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI. Instrumen yang digunakan mencakup lembar validasi, angket respons siswa, soal tes keterampilan berpikir kritis, dan lembar observasi keterampilan kolaborasi. Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif melalui perhitungan skor persentase dan gain ternormalisasi untuk menilai peningkatan hasil belajar. Bagan alur model ADDIE disajikan dalam bentuk bagan pada gambar 1 (Sugiyono, 2017) [7].



Gambar 1. Bagan Model Pengembangan ADDIE

Berdasarkan prosedur di atas, berikut uraian langkah model pengembangan ADDIE:

2.1 Tahap Analisis (Analysis)

Analisis dilaksanakan guna menyesuaikan media yang dikembangkan dengan karakter siswa dan untuk mengetahui kesenangan mereka saat belajar, sehingga media dapat diterima oleh siswa dan membuat siswa tertarik untuk mempelajarinya.

2.2 Tahap Perancangan (Design)

Desain antarmuka disusun secara sederhana dan menarik agar mudah digunakan oleh siswa. Langkah yang pertama dilakukan adalah menentukan software yang akan digunakan untuk membangun aplikasi mobile learning dan alur interaksi media mobile learning. Langkah selanjutnya yaitu menentukan fasilitas yang akan digunakan seperti icon, gambar tampilan pembuka, tampilan menu, tampilan materi, evaluasi, dan tentang aplikasi.

2.3 Tahap Pengembangan (Development)

Tahap pengembangan merupakan tahap pembuatan dan pengujian kelayakan produk. Tahap ini merupakan perwujudan dari tahapan rancangan yang diproses hingga menjadi kenyataan. Pada tahap pengembangan hal yang paling penting adalah kevalidan dari produk yang divalidasi oleh validator. Validator diminta untuk menilai hasil media yang telah dikembangkan berdasarkan angket kelayakan media serta memberikan masukan sebagai bahan perbaikan media yang dikembangkan. Proses validasi dilakukan dengan menilai 2 aspek yaitu aspek konten dan aspek desain media.

2.4 Tahap Penerapan (Implementation)

Penerapan atau implementasi merupakan langkah nyata untuk menguji cobakan hasil produk yang telah dikembangkan sedemikian rupa. Setelah melakukan perbaikan, produk yang dikembangkan kemudian diuji cobakan kepada siswa. Uji coba produk media dilakukan melalui metode One Group Pretest-Posttest Design. Pada desain ini terdapat pretest (tes awal) sebelum diberikan perlakuan dan diberikan posttest (tes akhir) diakhir pembelajaran setelah siswa mendapat perlakuan, sehingga hasil perlakuan dapat diketahui lebih akurat karena dapat membandingkan dengan keadaan

sebelum diberikan perlakuan. Uji coba skala luas untuk mengetahui efektivitas media dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi siswa.

2.5 Tahap Evaluasi (Evaluation)

Tahap evaluasi bertujuan untuk melihat apakah produk yang dihasilkan dapat berhasil dan sesuai dengan sasaran atau tidak.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap ini peneliti melakukan analisis karakteristik siswa dengan observasi khususnya di kelas XI-IPA. Berdasarkan hasil observasi media pembelajaran yang digunakan berupa Lembar Kerja Siswa (LKS) dan bahan ajar yang belum memenuhi kebutuhan belajar dan tuntutan abad 21. Didapatkan bahwa banyak siswa yang sudah memiliki smartphone tetapi belum dimanfaatkan secara optimal. Dari permasalahan di atas, maka ditentukan media mobile learning berbasis android.

3.2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap ini telah dilakukan desain pengembangan produk yang terdiri dari desain materi dan desain produk. Media dikembangkan menggunakan MIT App Inventor.

3.3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Media pembelajaran kemudian divalidasi untuk mengetahui masukan dan perbaikan oleh validator yaitu ahli materi, ahli media. Tahap validasi ahli ini dilakukan oleh 8 validator ahli yang terdiri atas 4 dosen dan 4 guru pengampu mata pelajaran fisika. Dari hasil validasi materi diperoleh persentase 85% dengan kategori sangat layak. Hasil validasi media diperoleh persentase 84% dengan kategori sangat layak.

3.4. Tahap Penerapan (*Implementation*)

Dilakukan dua tahap uji coba yaitu uji coba skala terbatas dan uji coba skala luas. Uji coba ini bertujuan untuk menilai kepraktisan, kelayakan, dan efektivitas media dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi.

3.4.1. Hasil Uji Coba Skala Terbatas

Uji coba skala terbatas dilakukan terhadap 23 siswa kelas XI IPA SMA Setiabudhi Semarang. Berdasarkan hasil angket kepraktisan dan observasi, diperoleh bahwa respon siswa terhadap media pembelajaran mobile berada pada kategori "Sangat Baik" dengan rata-rata persentase sebesar 83%. Hasil pretest dari 23 siswa menunjukkan skor 40 dengan kategori "Kurang". Setelah penggunaan media pembelajaran mobile learning, hasil posttest menunjukkan skor sebesar 67 dengan kategori "Baik". Rata-rata keterampilan kolaborasi siswa untuk semua indikator berada pada kategori "Sangat Baik", dengan persentase sebesar 88%.

3.4.2. Hasil Uji Coba Skala Luas

Tes berpikir kritis diberikan sebelum dan sesudah pembelajaran. Hasil analisis dari ketiga SMA di Semarang dapat dilihat pada Tabel 1. Efektivitas media dianalisis melalui hasil pretest dan posttest keterampilan berpikir kritis siswa. Pada uji coba skala kecil, nilai rata-rata pretest sebesar 40, sedangkan posttest sebesar 67, dengan nilai N-Gain sebesar 0,44 (kategori Sedang). Tahap uji coba skala luas, rata-rata pretest sebesar 35, dan posttest 85, menghasilkan N-Gain sebesar 0,76 (kategori tinggi).

Sekolah	Pretest	Posttest	N-Gain	Kategori
SMA 1	34	84	0,83	Tinggi
SMA 2	18	61	0,5	Sedang
SMA 3	18	30	0,2	Rendah

Tabel 1. Hasil Keterampilan Berpikir Kritis Uji Coba Skala Luas

Instrumen yang digunakan untuk keterampilan kolaborasi siswa, yaitu lembar observasi keterampilan kolaborasi yang berfungsi untuk mengamati dan mengukur keterampilan kolaborasi siswa saat kegiatan pembelajaran berlangsung. Hasil keterampilan kolaborasi disajikan dalam Tabel 2.

Sekolah	Persentase	Kategori
SMA 1	88%	Sangat baik
SMA 2	97%	Sangat baik
SMA 3	95%	Sangat baik

Tabel 2. Hasil Angket Keterampilan Kolaborasi Uji Coba Skala Luas

Hasil observasi menunjukkan bahwa kolaborasi siswa dalam kategori sangat baik. Indikator tertinggi pada pengambilan keputusan bersama, menyelesaikan tugas bersama, menghargai pendapat orang lain, dan berbagi ide dan pendapat.

4. Simpulan

Hasil penelitian pengembangan kelayakan produk berdasarkan hasil analisis data meliputi validasi ahli materi yang mendapatkan hasil 85% dan ahli media sebesar 84%. Respon siswa uji coba skala terbatas diperoleh sebesar 83% dan uji coba skala luas memperoleh rata-rata sebesar 81%. Maka dari hasil keseluruhan termasuk dalam kategori sangat baik, dapat disimpulkan bahwa media *mobile learning* materi termodinamika kelas XI layak untuk digunakan. Keterampilan berpikir kritis siswa setelah menggunakan media *mobile learning* didapat hasil N-Gain pada uji coba skala terbatas yaitu 0,44 dalam kategori sedang. Hasil N-Gain keterampilan berpikir kritis mengalami peningkatan pada uji coba skala luas di SMA yang pertama dilakukan penelitian dengan skor 0,76 dalam kategori tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kolaborasi siswa mengalami peningkatan setelah pembelajaran menggunakan media berbasis STEM-PBL. Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan menambahkan fitur evaluasi otomatis dan diskusi daring, serta mengukur dampak jangka panjang terhadap pembentukan karakter atau soft skills siswa.

Daftar Pustaka

- [1] Fitriani N M A D & Negara I G A O 2021 Pengembangan aplikasi daring pembelajaran ipa pada pokok bahasan organ gerak manusia *Mimbar PGSD Undiksha* **9**(1) p 82-92.
- [2] Sari N I, Sulus S, & Pramono N A 2020 Pengembangan M-Learning Physics for Fun Berbasis Android pada Materi Listrik Statis untuk Siswa SMA/MA *J. Ris. Pendidik. Fis* **4** p 13-17.
- [3] Gonzalez H B & Kuenzi J J 2012 Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer *Washington, DC: Congressional Research Service, Library of Congress*.

- [4] Nuzula F & Jatmiko B 2023 Pembelajaran fisika dengan model pbl berbasis stem untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik SMA *Student Scientific Creativity Journal* **1**(5) p 311-323.
- [5] Jati P L, Emiliannur E, & Winarno N 2024 Pengembangan E-Lkpd Berbasis Problem Solving Berbantuan Liveworksheet Untuk Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Termodinamika *Jurnal MIPA Dan Pembelajarannya* **4**(11).
- [6] Sari M Y, Okyranida I Y, & Suhendri H 2022 Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis Android pada pokok bahasan termodinamika *In SINASIS (Seminar Nasional Sains)* **3**(1).
- [7] Sugiyono 2017 Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D *Bandung: CV. Alfabeta*.