

PENGEMBANGAN E-MODUL INQUIRY BASED LEARNING BERBASIS ANDROID TERINTEGRASI PHYPHOX UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

Imel Nadya Sari Napitupulu¹⁾, Aslamiyah Rambe^{2*)}, Syahrudin Aritonang³⁾, Elisa Ariani Hasibuan⁴⁾, Rosa Amelia Siagian⁵⁾, Okran Sabil Sormin⁶⁾, Lulu Ikrima Rambe⁷⁾, Muhammad Saukani⁸⁾

¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾ Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan, Padangsidempuan, Sumatera Utara, Indonesia
*e-mail: aslamiyah@um-tapsel.ac.id

(Received 17 Juni 2026, Accepted 16 Juli 2026)

Abstract

This development study produced an Android e-module for sound-wave learning by combining an inquiry-oriented learning sequence with the Phyphox application. The product was arranged to help eleventh-grade students investigate sound phenomena, use smartphone sensors during simple experiments, and practise critical thinking through evidence-based tasks. The study followed a Research and Development design using the 4D procedure, which includes define, design, develop, and disseminate. The trial was conducted with students of grade XI at SMA Negeri 2 Padangsidempuan. Data were collected from expert validation forms, teacher and student practicality questionnaires, learning effectiveness instruments, and a critical-thinking test. The scores were analysed descriptively by converting them into percentages. The resulting e-module obtained a validity score of 85% and was classified as very valid. Practicality reached 85% according to the teacher and 84% according to students, indicating that the product was very practical. The effectiveness score was 79.4%, while the average critical-thinking achievement reached 79.34%. These findings show that the Android e-module integrated with Phyphox and designed through inquiry activities is suitable for use in physics learning and can support students in strengthening critical-thinking skills.

Keywords: Android e-module, inquiry learning, Phyphox, critical thinking, sound waves

Abstrak

Penelitian pengembangan ini menghasilkan e-modul Android pada materi gelombang bunyi dengan menggabungkan alur pembelajaran inkuiri dan penggunaan aplikasi Phyphox. Produk dirancang agar siswa kelas XI dapat menyelidiki fenomena bunyi, memanfaatkan sensor smartphone dalam percobaan sederhana, serta melatih berpikir kritis melalui kegiatan berbasis bukti. Penelitian menggunakan metode Research and Development dengan prosedur 4D, yaitu define, design, develop, dan disseminate. Uji coba dilakukan pada siswa kelas XI SMA Negeri 2 Padangsidempuan. Data dikumpulkan melalui lembar validasi ahli, angket praktikalitas guru dan siswa, instrumen efektivitas pembelajaran, serta tes berpikir kritis. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan mengubah skor menjadi persentase. E-modul yang dikembangkan memperoleh skor validitas 85% dengan kategori sangat valid. Kepraktisan mencapai 85% dari guru dan 84% dari siswa, sehingga produk berada pada kategori sangat praktis. Skor efektivitas sebesar 79,4%, sedangkan rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa mencapai 79,34%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul Android terintegrasi Phyphox dengan aktivitas inkuiri layak digunakan dalam pembelajaran fisika dan dapat mendukung penguatan kemampuan berpikir kritis siswa.

Kata Kunci: e-modul Android, pembelajaran inkuiri, Phyphox, berpikir kritis, gelombang bunyi

PENDAHULUAN

Perubahan teknologi dalam dunia pendidikan membuat pembelajaran fisika perlu diarahkan tidak hanya pada penguasaan konsep, tetapi juga pada pembentukan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Fisika memiliki banyak materi yang bersifat abstrak, berkaitan dengan

perhitungan, dan membutuhkan pembuktian melalui percobaan. Oleh karena itu, kegiatan belajar fisika seharusnya memberi kesempatan kepada siswa untuk menelaah gejala, menilai informasi, serta menyusun kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah. Kemampuan tersebut berkaitan erat dengan berpikir kritis sebagaimana dikemukakan oleh Adzhar (2025).

Observasi di SMA Negeri 2 Padangsidimpuan memperlihatkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa masih belum berkembang secara optimal. Pembelajaran di kelas masih sering berlangsung secara konvensional, yaitu guru menjadi sumber utama informasi dan siswa lebih banyak menerima penjelasan. Akibatnya, siswa cenderung menghafal definisi maupun rumus tanpa banyak kesempatan untuk menguji konsep melalui penyelidikan. Kondisi ini sejalan dengan pandangan Salsabilla dan Ansya (2025) bahwa pembelajaran fisika yang hanya berfokus pada penerimaan materi belum cukup mendorong keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Selain itu, penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi juga belum dimanfaatkan secara maksimal. Padahal, media digital dapat membantu siswa belajar lebih mandiri, memahami konsep yang sulit divisualisasikan, dan mengakses bahan belajar dengan lebih fleksibel. E-modul menjadi salah satu pilihan media yang sesuai karena mampu menyajikan materi, petunjuk kegiatan, latihan, serta evaluasi dalam satu perangkat yang dapat digunakan siswa secara mandiri (Zahwa, 2022).

Pendekatan inquiry based learning relevan digunakan karena menempatkan siswa sebagai pihak yang aktif menemukan konsep. Melalui kegiatan mengamati fenomena, merumuskan masalah, menyusun dugaan, mengumpulkan data, menafsirkan hasil, dan menyimpulkan temuan, siswa dilatih untuk berpikir ilmiah. Galunggung et al. (2024) menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri dapat membantu peserta didik mengembangkan literasi sains dan kemampuan berpikir dengan lebih aktif.

Penggunaan Phyphox dalam e-modul memberi peluang tambahan karena aplikasi ini dapat memanfaatkan sensor smartphone untuk kegiatan pengukuran fisika. Pada materi gelombang bunyi, Phyphox memungkinkan siswa memperoleh data percobaan secara langsung sehingga konsep yang dipelajari menjadi lebih dekat dengan pengalaman nyata. Izzatunnisa dan Zalna (2024) menyatakan bahwa sensor smartphone dapat digunakan untuk pengukuran dan analisis fenomena fisika. Atas dasar itu, pengembangan e-modul Android berbasis inquiry based learning yang terintegrasi Phyphox dipandang penting untuk memperbaiki kualitas pembelajaran sekaligus melatih berpikir kritis siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) karena berorientasi pada pengembangan produk pembelajaran. Produk yang dikembangkan berupa e-modul Android pada materi gelombang bunyi dengan pendekatan inquiry based learning dan integrasi aplikasi Phyphox sebagai pendukung kegiatan eksperimen. Model pengembangan yang digunakan adalah 4D, meliputi define, design, develop, dan disseminate (Surya et al., 2021). Model tersebut dipilih karena tahapannya runtut, dimulai dari analisis kebutuhan hingga uji keterterapan produk.

Tahap define dilakukan melalui identifikasi kebutuhan pembelajaran. Peneliti mengamati kondisi kelas, menganalisis karakteristik Model tersebut dipilih karena tahapannya runtut, dimulai dari analisis kebutuhan hingga uji keterterapan produk. siswa, menelaah materi gelombang bunyi, dan melihat media pembelajaran yang sudah tersedia. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran masih didominasi pola berpusat pada guru dan pemanfaatan media digital belum optimal. Situasi tersebut membuat siswa kurang terlibat dalam aktivitas ilmiah, sehingga kemampuan berpikir kritis belum terlatih dengan baik. Dina et al. (2025) menegaskan bahwa pembelajaran yang minim ruang penyelidikan dapat membuat siswa pasif

dan kurang terbiasa berpikir tingkat tinggi..

Tahap design dilakukan dengan menyusun rancangan awal e-modul. Isi rancangan meliputi tujuan pembelajaran, uraian materi, petunjuk penggunaan, aktivitas inkuiri, kegiatan eksperimen menggunakan Phyphox, latihan, dan evaluasi. Alur kegiatan disusun mengikuti karakter inquiry based learning agar siswa mampu mengamati fenomena, menentukan masalah, mengumpulkan data, menganalisis hasil, serta menyimpulkan pembelajaran. Rancangan ini juga memperhatikan prinsip konstruktivistik yang memandang bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman belajar langsung (Muhtar, 2025).

Tahap develop mencakup pembuatan produk awal, validasi ahli, revisi, dan uji coba terbatas. Validasi dilakukan oleh ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa untuk menilai kesesuaian konsep, kualitas tampilan, navigasi, serta ketepatan bahasa. Masukan validator digunakan sebagai dasar penyempurnaan e-modul sebelum digunakan dalam uji coba. Setelah revisi dilakukan, praktikalitas produk dinilai melalui respon guru dan siswa, sedangkan efektivitas dilihat dari keterlaksanaan pembelajaran dan hasil tes berpikir kritis.

Kemampuan berpikir kritis pada penelitian ini dilihat melalui indikator interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri. Seluruh data dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif berbentuk persentase. Hasil persentase kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori untuk menentukan tingkat validitas, praktikalitas, efektivitas, dan pencapaian berpikir kritis siswa.

Tahap disseminate dilaksanakan secara terbatas di SMA Negeri 2 Padangsidimpuan. Pada tahap ini, e-modul diterapkan dalam pembelajaran gelombang bunyi untuk melihat penggunaannya dalam situasi kelas. Respon siswa selama penggunaan produk juga menjadi bahan pertimbangan untuk menilai apakah e-modul Android yang dikembangkan dapat mendukung pembelajaran fisika secara lebih aktif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul Android berbasis *inquiry based learning* yang terintegrasi *Phyphox* memperoleh capaian positif pada aspek validitas, praktikalitas, efektivitas, dan kemampuan berpikir kritis. Rekapitulasi penilaian produk disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Validitas, Praktikalitas, Efektivitas, dan Berpikir Kritis E-modul

Aspek Penilaian	Indikator	Persentase	Kategori
Validitas	Ahli Materi	85,0%	Sangat valid
Validitas	Ahli Media	85,0%	Sangat valid
Validitas	Ahli Bahasa	85,0%	Sangat valid
Praktikalitas	Respon Guru	85,0%	Sangat praktis
Praktikalitas	Respon Peserta Didik	84,0%	Sangat praktis
Efektivitas	Keterlaksanaan Pembelajaran	79,4%	Efektif
Berpikir Kritis	Nilai Rata-rata Siswa	79,34%	Kritis

Berdasarkan Tabel 1, skor validitas pada masing-masing penilaian ahli mencapai 85,0%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa e-modul telah memenuhi kelayakan dari aspek materi, media, dan bahasa. Pada aspek materi, isi e-modul telah sesuai dengan konsep gelombang bunyi serta kebutuhan pembelajaran fisika di tingkat SMA. Pada aspek media, tampilan, struktur menu, dan navigasi dinilai mendukung penggunaan melalui perangkat Android. Sementara itu, aspek bahasa menunjukkan bahwa kalimat yang digunakan cukup jelas dan sesuai dengan tingkat pemahaman siswa.

Praktikalitas produk juga berada pada kategori sangat praktis. Guru memberikan respon 85,0%, sedangkan siswa memberikan respon 84,0%. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa e-modul mudah digunakan, baik oleh guru sebagai fasilitator maupun oleh siswa sebagai pengguna utama. Akses melalui Android membuat bahan belajar ini lebih fleksibel karena dapat digunakan saat pembelajaran berlangsung maupun ketika siswa belajar mandiri di luar kelas.

Aspek efektivitas memperoleh nilai 79,4% dengan kategori efektif. Temuan ini memperlihatkan bahwa penggunaan e-modul dapat membantu proses pembelajaran fisika berlangsung lebih aktif. Aktivitas inkuiri dalam e-modul mengarahkan siswa untuk tidak hanya membaca informasi, tetapi juga melakukan pengamatan, membuat dugaan, memperoleh data, menafsirkan hasil, dan menyusun kesimpulan berdasarkan bukti. Rangkaian kegiatan tersebut memiliki hubungan langsung dengan latihan berpikir kritis.

Rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa mencapai 79,34% dan berada pada kategori kritis. Capaian ini menunjukkan bahwa e-modul memberikan ruang bagi siswa untuk mengembangkan interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri. Kegiatan eksperimen dengan bantuan Phyphox membuat siswa belajar melalui data nyata karena sensor smartphone dapat menunjukkan hubungan antara konsep fisika dan fenomena bunyi yang diamati.

Dari sudut pandang pedagogis, penguatan berpikir kritis terjadi karena siswa dilibatkan dalam aktivitas yang menuntut proses berpikir ilmiah. Siswa tidak hanya menerima materi, tetapi diarahkan untuk membangun pemahaman melalui pengalaman langsung. Hal ini sejalan dengan prinsip konstruktivisme yang menekankan bahwa pembelajaran menjadi lebih bermakna ketika siswa aktif membentuk pengetahuannya sendiri. Dengan demikian, e-modul *inquiry based learning* terintegrasi *Phyphox* dapat digunakan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran fisika yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

KESIMPULAN

Berdasarkan proses penelitian dan pengembangan, e-modul Android berbasis *inquiry based learning* terintegrasi *Phyphox* pada materi gelombang bunyi berhasil dikembangkan melalui model 4D. Produk ini melewati tahap pendefinisian kebutuhan, perancangan, pengembangan, serta penyebarluasan terbatas di SMA Negeri 2 Padangsidempuan. Hasil penilaian menunjukkan bahwa e-modul memperoleh validitas 85% dengan kategori sangat valid. Praktikalitas produk juga berada pada kategori sangat praktis, dengan respon guru sebesar 85% dan respon siswa sebesar 84%. Pada aspek efektivitas, e-modul memperoleh nilai 79,4% dan termasuk kategori efektif. Selain itu, rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa mencapai 79,34% dengan kategori kritis. Dengan hasil tersebut, e-modul berbasis *inquiry based learning* yang terintegrasi *Phyphox* layak digunakan dalam pembelajaran fisika. Produk ini dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis karena menggabungkan kegiatan inkuiri, penggunaan teknologi Android, dan eksperimen berbasis sensor smartphone pada materi gelombang bunyi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adzhar, M.H. (2025) “Hakikat Belajar dan Pembelajaran Bermakna dalam Perkembangan Kurikulum Pendidikan di Indonesia,” 01(01), hal. 1–14. Tersedia pada: <https://doi.org/10.64131/Paedagogos>.
- Dina, Marfit, A.A. dan Kamal, M. (2025) “Transformasi Pembelajaran PAI melalui Pendekatan Berbasis Penyelidikan (*Inquiry-Implementatif*),” 5(10), hal. 195–213.

- Galunggung, R., Koeshandayanto, S. dan Mashfufah, A. (2024) “Pengembangan E-Modul Berbasis Inkuiri untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar di Kota Blitar,” *Jurnal Manajemen Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 5(5), hal. 1819–1829. Tersedia pada: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.
- Izzatunnisa, A. dan Zalna, Z.N. (2024) “Pengukuran dan Analisis Osilasi Ayunan Sederhana Menggunakan Sensor pada Smartphone dengan Aplikasi Phyphox,” 9(2), hal. 10–15.
- Jihan, Rayendra, Firdha, Fauziyatul, Sri Wahyuni (2025) “Studi Literatur: Peran Model Pembelajaran Inkuiri dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP,” 10, hal. 250–259.
- Machpud (2022) “Pendekatan Model Inquiry untuk Meningkatkan Motivasi Belajar,” *TEACHING: Jurnal Inovasi Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 2(2), hal. 240–248.
- Muhtar, E. (2025) “Peningkatan Hasil Belajar IPA-Fisika melalui Penggunaan Model INQUIRY BASED LEARNING ,” hal. 33–44.
- Salsabilla, T. dan Ansya, U.A. (2025) “*Jurnal Dunia Pendidikan*,” 6(September), hal. 498–512.
- Surya, P., Suma, K. dan Subagia, I.W. (2021) “Pengembangan E-Modul Pembelajaran IPA Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa,” *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 15(3), hal. 86–97.
- Zahwa, F.A. (2022) “Pemilihan Pengembangan Media Pembelajaran,” 19(01), hal. 61–78.