

Analisis Kesiapan Uji Efektivitas E-Modul Berbasis Dual Space Inquiry terhadap Hasil Belajar Fisika pada Materi Gelombang Bunyi

¹Ummil Aini, ²Fuja Novitra, ³Festiyed, ⁴Hayyu Yumna

^{1,2,3,4}Program Studi Pendidikan Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: ummilaini1002@gmail.com

Received: Juni 2026; Revised: July 2026; Published: August 2026

Abstrak

Studi ini bertujuan untuk menilai kesiapan empiris dan metodologis untuk menguji efektivitas e-modul berbasis Dual Space Inquiry (DSI) terhadap hasil belajar kognitif siswa pada materi gelombang bunyi. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif melalui analisis hasil belajar awal siswa, wawancara guru, telaah bahan ajar, dan uji coba instrumen penelitian. Data hasil belajar awal diperoleh dari 63 siswa kelas XI Fase F, sedangkan uji coba instrumen dilakukan pada 30 responden dengan menggunakan 29 butir soal pilihan ganda. Kualitas instrumen dianalisis berdasarkan validitas butir, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Hasil analisis menunjukkan bahwa hasil belajar awal siswa pada materi gelombang bunyi masih rendah, dengan sebagian besar siswa belum mencapai ketuntasan belajar. Hasil wawancara dan telaah bahan ajar menunjukkan bahwa pembelajaran masih menggunakan sumber belajar yang dominan bersifat statis dan belum mengintegrasikan simulasi, aktivitas inkuiri, serta refleksi pembelajaran secara sistematis. Uji coba instrumen menunjukkan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang memadai berdasarkan nilai reliabilitas KR-20 sebesar 0,79, sehingga dapat digunakan sebagai instrumen awal setelah mempertimbangkan hasil analisis butir. Temuan penelitian ini menunjukkan adanya kebutuhan terhadap bahan ajar yang mampu memfasilitasi pembelajaran fisika yang lebih interaktif dan bermakna. Selain itu, hasil studi pendahuluan ini memberikan dasar empiris dan metodologis untuk melanjutkan pengujian efektivitas e-modul berbasis Dual Space Inquiry terhadap hasil belajar kognitif siswa pada materi gelombang bunyi.

Kata kunci: Analisis kebutuhan, Dual Space Inquiry, e-modul, gelombang bunyi, hasil belajar kognitif.

Analysis of the Readiness of the Effectiveness of a Dual Space Inquiry-Based E-Module on Physics Learning Outcomes on Sound Wave Materials

Abstract

This study aims to assess the empirical and methodological readiness to test the effectiveness of e-modules based on Dual Space Inquiry (DSI) on students' cognitive learning outcomes on sound wave materials. The research uses a quantitative descriptive approach through the analysis of students' initial learning outcomes, teacher interviews, study of teaching materials, and testing of research instruments. Data on initial learning outcomes were obtained from 63 students in grade XI Phase F, while instrument trials were carried out on 30 respondents using 29 multiple-choice questions. The quality of the instruments was analyzed based on the validity of the grain, reliability, level of difficulty, and differentiating power. The results of the analysis showed that students' initial learning outcomes on sound wave material were still low, with most students not yet reaching learning completion. The results of interviews and study of teaching materials show that learning still uses predominantly static learning resources and has not integrated simulations, inquiry activities, and systematic learning reflection. The instrument test showed that the instrument had adequate internal consistency based on the KR-20 reliability value of 0.79, so that it could be used as an initial instrument after considering the results of the item analysis. The findings of this study show that there is a need for teaching materials that are able to facilitate more interactive and meaningful physics learning. In addition, the results of this preliminary study provide an empirical and methodological basis to continue testing the effectiveness of e-modules based on Dual Space Inquiry on students' cognitive learning outcomes on sound wave materials.

Keywords: Needs analysis, Dual Space Inquiry, e-module, sound waves, cognitive learning outcomes.

How to Cite: Aini, U., Novitra, F., Festiyed, F., & Yumna, H. (2026). Analisis Kesiapan Uji Efektivitas E-Modul Berbasis Dual Space Inquiry terhadap Hasil Belajar Fisika pada Materi Gelombang Bunyi. *Journal of Authentic Research*, 5(3), 4665-4676. <https://doi.org/10.36312/gzdd5y87>



<https://doi.org/10.36312/gzdd5y87>

Copyright© 2026, Aini et al.

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika pada abad ke-21 tidak hanya menekankan pada penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan berpikir matematis, melakukan penyelidikan, dan memanfaatkan teknologi digital dalam proses belajar. Teknologi dapat memperluas akses siswa terhadap representasi visual, eksperimen virtual, sumber informasi, serta umpan balik, tetapi penggunaannya harus diarahkan untuk membangun aktivitas belajar yang aktif dan bertanggung jawab, bukan sekadar memindahkan bahan cetak ke layar (Maritsa et al., 2021). Kebutuhan tersebut sejalan dengan karakteristik peserta didik abad ke-21 yang diharapkan mampu mengamati fenomena, merumuskan pertanyaan, mengevaluasi informasi, berkolaborasi, dan menarik kesimpulan berbasis bukti (Barus et al., 2023; Mardhiyah et al., 2021). Dalam konteks fisika, penguasaan konsep juga menuntut kemampuan menghubungkan fakta, prinsip, model, dan persamaan dengan gejala alam yang dipelajari (Kemendikbud, 2019; Syahrial et al., 2022). Oleh karena itu, bahan ajar perlu dirancang sebagai lingkungan belajar yang memandu siswa dari pengamatan fenomena menuju konstruksi konsep dan refleksi. E-modul memenuhi kebutuhan tersebut karena dapat menyajikan materi secara sistematis, mendukung belajar mandiri, dan menggabungkan teks, gambar, video, simulasi, latihan, serta umpan balik dalam satu sumber belajar yang adaptif dan mudah digunakan (Lastri, 2023; Chairunisa & Zamhari, 2022).

Kebutuhan terhadap bahan ajar digital menjadi lebih mendesak pada materi gelombang bunyi karena sejumlah konsepnya bersifat abstrak dan tidak seluruhnya dapat diamati secara langsung. Siswa harus menghubungkan getaran sumber, frekuensi, medium rambat, resonansi, efek Doppler, intensitas, dan taraf intensitas dengan representasi matematis serta fenomena sehari-hari. Kesulitan belajar fisika sering muncul ketika penjelasan verbal dan latihan hitungan tidak disertai visualisasi, kegiatan penyelidikan, atau kesempatan untuk menguji dugaan (Amalisholeha et al., 2023). Kondisi serupa ditemukan di SMAN 2 Gunung Talang. Nilai penilaian tengah semester kelas XI F 1 dan XI F 3 masing-masing memiliki rata-rata 48,00 dan 47,03. Dari 63 siswa, 52 siswa atau 82,54% memperoleh nilai di bawah 60, dengan rentang nilai 12-65. Wawancara dengan guru fisika menunjukkan bahwa siswa terutama kesulitan memahami frekuensi dan sumber bunyi karena fenomenanya tidak mudah diamati secara nyata. Data tersebut menunjukkan bahwa rendahnya hasil belajar tidak dapat diatasi hanya dengan menambah latihan soal. Siswa juga membutuhkan media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan konsep serta memberikan pengalaman belajar yang membantu mereka memahami makna fisika secara lebih mendalam.

Table 1. Data awal hasil belajar fisika siswa kelas XI Fase F SMAN 2 Gunung Talang

Kelas	N	Mean	Median	SD	Rentang nilai	Nilai <60
XI F 1	31	48,00	50,00	12,32	25–65	23 siswa (74,19%)
XI F 3	32	47,03	49,00	10,61	12–64	29 siswa (90,62%)
Gabungan	63	47,51	49,00	11,40	12–65	52 siswa (82,54%)

Analisis bahan ajar memperlihatkan adanya kesenjangan antara karakteristik materi dan sumber belajar yang tersedia. Guru telah menggunakan handout, Canva, PowerPoint, dan modul cetak, tetapi belum menggunakan e-modul yang secara eksplisit yang memadukan simulasi, aktivitas inkuiri, penilaian formatif, dan refleksi. Bahan ajar yang dominan statis membatasi kesempatan siswa untuk mengamati perubahan variabel, menguji hipotesis, dan menerima umpan balik secara mandiri. Padahal, penelitian terdahulu menunjukkan bahwa e-modul dapat mendukung pembelajaran fisika sekolah menengah (Fadillah et al., 2024), termasuk pada topik getaran dan gelombang (Fahlevi & Asrizal, 2021) serta gelombang bunyi berbasis web (Ramadhan et al., 2025). E-modul berbasis inkuiri terbimbing dan simulasi juga dilaporkan berkontribusi terhadap hasil belajar dan keterlibatan siswa (Antris & Andromeda, 2023; Azis & Ariani, 2025), sedangkan e-modul dengan konteks autentik membantu menghubungkan konsep fisika dengan situasi nyata (Lasiani & Setiono, 2025). Namun, bukti tersebut belum secara khusus menjelaskan bagaimana ruang digital dan ruang fisik dapat diintegrasikan secara berurutan untuk memfasilitasi penyelidikan pada materi gelombang bunyi di konteks sekolah penelitian ini.

Dual Space Inquiry (DSI) merupakan pendekatan pembelajaran yang dapat menjadi solusi untuk mengatasi kesenjangan tersebut. Inquiry learning menempatkan siswa sebagai pelaku penyelidikan melalui kegiatan mengamati, merumuskan masalah, menyusun hipotesis, mengeksplorasi bukti, mengolah data, mengomunikasikan temuan, dan merefleksikan proses belajar (Depin et al., 2024; Ika et al., 2023). Model DSI mengembangkan proses inkuiri dengan menggabungkan aktivitas pembelajaran di ruang digital dan ruang fisik melalui lima tahapan yang saling berkaitan yaitu orientation, conceptualization, exploration, conclusion and assessment, serta reflection (Novitra et al., 2025). Berbeda dengan e-modul biasa yang umumnya hanya menyajikan kumpulan materi pembelajaran, e-modul berbasis Dual Space Inquiry (DSI) dirancang sebagai suatu sistem pembelajaran yang mengarahkan siswa untuk terlibat dalam berbagai aktivitas belajar, mulai dari pengamatan melalui media digital, diskusi secara langsung, pelaksanaan eksperimen nyata maupun virtual, kegiatan penilaian, hingga refleksi pembelajaran. Kebaruan penelitian ini terletak pada upaya mengintegrasikan tiga komponen yang selama ini sering dikaji secara terpisah, yaitu analisis kebutuhan siswa, penerapan e-modul berbasis DSI pada materi gelombang bunyi, serta kesiapan instrumen untuk mengukur hasil belajar. Integrasi ketiga komponen tersebut diperlukan agar pengujian efektivitas e-modul tidak hanya didasarkan pada kajian teoritis, tetapi juga mempertimbangkan permasalahan nyata yang ditemukan di lapangan.

Penelitian ini bertujuan menganalisis kesiapan empiris dan metodologis untuk menguji efektivitas e-modul berbasis DSI terhadap hasil belajar kognitif fisika siswa SMA pada materi gelombang bunyi. Ruang lingkup kajian mencakup: (1) profil hasil belajar awal dan kebutuhan bahan ajar; (2) kesesuaian sintaks DSI dengan karakteristik materi; (3) kualitas awal instrumen berdasarkan validitas item, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda; serta (4) rancangan analisis efektivitas melalui perbandingan pretest-posttest dan N-Gain. Penelitian utama direncanakan menggunakan one-group pretest-posttest design pada kelas XI F 4 yang dipilih secara purposive. Hipotesis penelitian utama adalah terdapat peningkatan hasil belajar kognitif yang signifikan setelah siswa mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul berbasis DSI. Artikel ini secara khusus melaporkan studi

pendahuluan dan kesiapan instrumen sebagai dasar pelaksanaan uji efektivitas, sehingga kesimpulan dibatasi pada kelayakan rancangan untuk dilanjutkan, bukan pada efektivitas akhir e-modul.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk menilai kebutuhan pembelajaran, kesiapan rancangan intervensi, dan kualitas awal instrumen. Hasil studi ini digunakan untuk menyiapkan penelitian utama berbentuk pre-experimental design dengan one-group pretest-posttest (Abdullah et al., 2022; Sugiyono, 2023). Dalam penelitian utama, kelas sampel akan mengerjakan tes awal (O1), mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul berbasis Dual Space Inquiry (X), kemudian mengerjakan tes akhir (O2). Perubahan skor digunakan untuk menilai peningkatan hasil belajar pada kelompok yang sama. Desain ini dipilih karena sesuai dengan tahap awal implementasi produk di sekolah dan memungkinkan evaluasi sebelum-sesudah secara langsung. Oleh karena itu, interpretasi efektivitas direncanakan menggunakan uji statistik deskriptif, uji normalitas, Uji Hipotesis, N-Gain, dan Effect Size.

Table 2. Desain penelitian one-group pretest-posttest

Pretest	Treatment	Posttest
O1	X	O2
Tes awal hasil belajar kognitif	Pembelajaran menggunakan e-modul berbasis DSI	Tes akhir hasil belajar kognitif

Keterangan: O1 = nilai pretest sebelum perlakuan; X = pembelajaran menggunakan e-modul berbasis Dual Space Inquiry; O2 = nilai posttest setelah perlakuan.

Subjek dan Konteks Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 2 Gunung Talang pada semester II tahun ajaran 2025/2026. Data pendahuluan hasil belajar berasal dari 63 siswa kelas XI Fase F, terdiri atas 31 siswa kelas XI F 1 dan 32 siswa kelas XI F 3. Informasi kebutuhan pembelajaran diperoleh melalui wawancara dengan guru fisika dan telaah terhadap bahan ajar yang digunakan di sekolah. Uji coba instrumen melibatkan 30 responden yang mengerjakan 29 butir pilihan ganda. Penelitian utama direncanakan pada kelas XI F 4 yang terdiri dari 25 siswa dengan teknik purposive sampling berdasarkan kesesuaian karakteristik kelas, kesiapan jadwal, akses terhadap perangkat, dan pertimbangan guru mata pelajaran. Variabel bebas penelitian utama adalah pembelajaran menggunakan e-modul berbasis DSI, sedangkan variabel terikatnya adalah hasil belajar kognitif fisika. Materi dibatasi pada cepat rambat bunyi, sumber bunyi pada dawai dan pipa organa, efek Doppler, intensitas bunyi, serta taraf intensitas bunyi.

Instrumen dan Prosedur

Prosedur pembelajaran yang akan dilaksanakan terdiri dari lima sintaks DSI yaitu orientation, conceptualization, exploration, conclusion and assessment, dan reflection (Novitra et al., 2025). Pada tahap orientation siswa mengamati fenomena digital; pada

conceptualization siswa merumuskan masalah dan hipotesis; pada exploration siswa melakukan eksperimen nyata atau virtual; pada conclusion and assessment siswa menyusun kesimpulan berbasis bukti dan mengerjakan penilaian; sedangkan pada reflection siswa menilai kesulitan serta kemajuan belajarnya. Rangkaian tersebut diterapkan secara konsisten dalam e-modul dan kegiatan kelas. Data primer penelitian utama berupa skor pretest dan posttest, sedangkan data pendukung meliputi nilai penilaian tengah semester, hasil wawancara guru, hasil telaah bahan ajar, dan data uji coba instrumen.

Integrasi setiap sintaks DSI dengan ruang belajar dan konteks gelombang bunyi dirangkum pada Table 3. Rancangan ini memastikan bahwa penggunaan media digital tetap terhubung dengan diskusi, eksperimen, penilaian, dan refleksi yang dipandu guru.

Table 3. Integrasi sintaks DSI dalam e-modul pada materi gelombang bunyi

Tahap DSI	Aktivitas utama siswa	Konteks materi gelombang bunyi
Orientation	Mengamati gambar, video, atau simulasi awal; mengumpulkan informasi; mengajukan pendapat awal.	Fenomena suara sirene, sumber bunyi, perubahan kuat bunyi, atau video efek Doppler.
Conceptualization	Merumuskan masalah dan hipotesis berdasarkan fenomena yang diamati.	Pertanyaan tentang hubungan frekuensi, sumber bunyi, medium rambat, dan jarak sumber bunyi.
Exploration	Melakukan eksperimen nyata, eksperimen virtual, atau tinjauan literatur untuk menguji hipotesis.	Percobaan efek Doppler menggunakan frequency generator dan pitch tuner; eksplorasi pipa organa atau intensitas bunyi.
Conclusion and assessment	Menyusun kesimpulan berbasis bukti, mengomunikasikan temuan, dan mengerjakan penilaian formatif.	Menjelaskan hubungan data percobaan dengan persamaan dan konsep gelombang bunyi.
Reflection	Mengisi refleksi, mengidentifikasi kesulitan, dan merencanakan perbaikan belajar.	Refleksi terhadap konsep yang masih sulit, seperti Doppler, intensitas, atau pipa organa.

Instrumen utama berupa tes hasil belajar kognitif berbentuk pilihan ganda yang akan digunakan pada pretest dan posttest. Pengembangan instrumen dimulai dengan menyusun kisi-kisi berdasarkan tujuan pembelajaran dan indikator materi gelombang bunyi. Jawaban benar diberi skor 1 dan jawaban salah diberi skor 0. Uji coba awal menggunakan respons 30 siswa terhadap 29 butir. Selain tes, studi pendahuluan menggunakan lembar wawancara guru dan lembar telaah bahan ajar untuk mengidentifikasi kesulitan konsep, bentuk sumber belajar yang digunakan, integrasi teknologi, dan ketersediaan simulasi.

Analisis Data

Data pendahuluan dan uji coba instrumen dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa mean, median, standar deviasi, nilai minimum, nilai maksimum, dan persentase. Validitas butir ditentukan melalui korelasi item-total dengan r tabel 0,361 pada $N = 30$ dan taraf signifikansi 0,05. Reliabilitas tes dikaji menggunakan Kuder-Richardson 20 (KR-20) karena skor butir bersifat dikotomis (Arikunto, 2018; Sundayana, 2020). Tingkat kesukaran dihitung sebagai proporsi peserta yang menjawab benar, sedangkan daya pembeda dihitung dari selisih proporsi jawaban benar kelompok atas dan kelompok bawah 27%. Pada penelitian utama, skor pretest dan posttest akan diuji normalitasnya menggunakan Shapiro-Wilk pada $\alpha = 0,05$. Jika kedua skor memenuhi asumsi normalitas, perbedaan diuji dengan paired-samples t -test; jika asumsi tidak terpenuhi, digunakan Wilcoxon signed-rank test. Besar peningkatan dihitung dengan $N\text{-Gain} = (\text{posttest} - \text{pretest}) / (\text{skor ideal} - \text{pretest})$, dengan kategori tinggi ($g \geq 0,70$), sedang ($0,30 \leq g < 0,70$), rendah ($0 < g < 0,30$), tetap ($g = 0$), dan menurun ($g < 0$). Besar pengaruh bahan ajar yang digunakan dihitung dengan Effect Size dihitung dengan rumus cohen's d dengan kategori kecil ($0,20 < ES < 0,50$), Sedang ($0,50 < ES < 0,80$), Besar ($0,80 < ES < 1,30$).

Table 4. Teknik analisis data dan fungsi interpretasi

Komponen analisis	Data/indikator	Fungsi interpretasi
Statistik deskriptif	Mean, median, modus, SD, minimum, maksimum	Menjelaskan profil skor pretest, posttest, dan uji coba instrumen.
Validitas item	Korelasi item-total; r tabel = 0,361	Menentukan apakah butir mengukur konstruk yang sejalan dengan skor total.
Reliabilitas	KR-20 untuk skor dikotomis	Menilai konsistensi internal instrumen hasil belajar.
Tingkat kesukaran	p = proporsi jawaban benar	Mengklasifikasikan butir menjadi sukar, sedang, atau mudah.
Daya pembeda	D = proporsi benar kelompok atas – kelompok bawah	Menilai kemampuan butir membedakan siswa berkemampuan tinggi dan rendah.
Uji hipotesis	Paired Sample t -Test atau Wilcoxon	Menentukan signifikansi perubahan hasil belajar setelah perlakuan.
N-Gain	Peningkatan ternormalisasi	Menentukan kategori efektivitas peningkatan hasil belajar.
Effect Size	besar dampak / signifikansi praktis	Menentukan besar pengaruh bahan ajar yang digunakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang dilaporkan mencakup kebutuhan empiris, kesesuaian rancangan DSI, dan kualitas awal instrumen. Data intervensi berupa pretest, posttest, uji hipotesis, dan N-Gain belum tersedia. Oleh karena itu, pembahasan difokuskan pada dasar kelayakan pelaksanaan penelitian utama dan tidak digunakan untuk menyatakan bahwa e-modul telah efektif.

1. Kebutuhan empiris dan kesenjangan bahan ajar

Data pada Table 1 menunjukkan bahwa capaian awal fisika siswa masih rendah. Rata-rata gabungan kelas XI F 1 dan XI F 3 adalah 47,51, dengan standar deviasi 11,40 dan rentang skor 12-65. Sebanyak 52 dari 63 siswa (82,54%) memperoleh nilai di bawah 60. Proporsi tersebut menunjukkan bahwa masalah tidak hanya terjadi pada beberapa siswa, tetapi mencakup sebagian besar kelompok. Perbedaan persentase nilai di bawah 60 antara XI F 1 (74,19%) dan XI F 3 (90,62%) juga memperlihatkan variasi antarkelas yang perlu dipertimbangkan ketika memilih sampel dan menafsirkan hasil penelitian utama.

Temuan kuantitatif tersebut konsisten dengan keterangan guru bahwa siswa sulit memahami frekuensi dan sumber bunyi karena proses fisisnya tidak mudah diamati secara langsung. Kesulitan ini dapat muncul ketika siswa menerima persamaan tanpa memperoleh pengalaman untuk menghubungkan perubahan frekuensi, gerak sumber, medium, dan intensitas dengan fenomena yang dapat diamati. Analisis bahan ajar menguatkan penjelasan tersebut: sumber belajar masih didominasi handout, presentasi, dan modul cetak, sedangkan simulasi, kegiatan penyelidikan, serta umpan balik digital belum terintegrasi secara sistematis. Dengan demikian, rendahnya capaian awal dipahami sebagai interaksi antara karakteristik abstrak materi, keterbatasan representasi, dan terbatasnya aktivitas eksplorasi.

Interpretasi ini sejalan dengan laporan bahwa kesulitan belajar fisika berkaitan dengan representasi konsep dan strategi pembelajaran yang belum memberi ruang cukup bagi siswa untuk membangun pemahaman (Amalisholeha et al., 2023). Materi gelombang bunyi memang menuntut keterhubungan antara konsep, persamaan, dan fenomena seperti resonansi, sumber bunyi, efek Doppler, serta intensitas (Radjawane et al., 2022). Karena itu, intervensi yang dipilih perlu menyajikan visualisasi sekaligus membimbing proses berpikir. Table 2 memperlihatkan hubungan langsung antara bukti masalah, dampak pembelajaran, dan respons penelitian, sehingga pemilihan e-modul DSI tidak hanya didasarkan pada tren penggunaan teknologi, tetapi pada kebutuhan yang teridentifikasi di sekolah.

2. Kesesuaian DSI dengan karakteristik gelombang bunyi

Kesesuaian DSI dengan materi gelombang bunyi terletak pada urutan aktivitasnya. Tahap orientation menghadirkan fenomena melalui video, animasi, atau simulasi; conceptualization membantu siswa merumuskan masalah dan hipotesis; exploration memberi kesempatan menguji dugaan melalui percobaan nyata atau virtual; conclusion and assessment mengarahkan siswa menghubungkan data dengan konsep serta persamaan; dan reflection membantu siswa mengidentifikasi kesulitan yang masih tersisa. Urutan ini memungkinkan e-modul berfungsi sebagai panduan penyelidikan, bukan hanya sebagai bahan bacaan digital. Pada topik efek Doppler,

misalnya, siswa dapat mengamati perubahan nada, memprediksi hubungan gerak sumber-pengamat, menguji prediksi dengan frequency generator dan pitch tuner, kemudian mengevaluasi kesesuaian data dengan model matematis.

Secara teoretis, mekanisme tersebut didukung oleh pembelajaran inkuiri yang memberi siswa peran aktif dalam memperoleh dan memverifikasi konsep (Depin et al., 2024; Ika et al., 2023). Penerapan inkuiri dilaporkan mendukung hasil belajar dan keterampilan berpikir ketika masalah, bukti, dan refleksi disusun secara terarah (Efendi & Wardani, 2021; Jundu et al., 2020; Juniati & Widianana, 2017). Integrasi ruang digital dan tatap muka juga menyediakan fleksibilitas akses tanpa menghilangkan bimbingan guru dan interaksi kelas (Ekayogi, 2023; Rahmani, 2022; Simandalahi et al., 2021). DSI memperjelas hubungan kedua ruang tersebut dalam satu alur penyelidikan (Novitra et al., 2025), sehingga secara konseptual sesuai untuk memfasilitasi pembentukan konsep dan keterampilan proses sains (Susilawati et al., 2024).

3. Konsistensi dan distribusi skor instrumen

Uji coba instrumen terhadap 30 responden menghasilkan rata-rata skor total 21,33 dari 29, median 23,00, dan standar deviasi 4,28. Jika dikonversi ke skala 0-100, rata-rata nilai adalah 73,56, median 79,31, dan rentang 31,03-86,21. Reliabilitas KR-20 sebesar 0,79 menunjukkan konsistensi internal yang memadai untuk penggunaan awal dalam penelitian pendidikan. Nilai tersebut berarti respons antarbutir secara umum bergerak cukup konsisten, tetapi reliabilitas tidak otomatis menjamin setiap butir telah memiliki validitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda yang baik. Oleh karena itu, keputusan penggunaan instrumen tetap harus mempertimbangkan hasil analisis per butir.

Table 5. Statistik deskriptif dan reliabilitas hasil uji coba instrumen

Komponen	Hasil
Jumlah responden	30 siswa
Jumlah butir soal	29 butir
Rata-rata skor total	21,33 dari 29
Median skor total	23,00
Standar deviasi skor total	4,28
Rata-rata nilai akhir	73,56
Median nilai akhir	79,31
Rentang nilai akhir	31,03–86,21
Reliabilitas KR-20	0,79

4. Implikasi terhadap rancangan uji efektivitas

Rancangan one-group pretest-posttest memungkinkan perbandingan langsung antara kondisi sebelum dan sesudah perlakuan pada siswa yang sama. Keuntungannya adalah perubahan individual dapat diamati tanpa dipengaruhi perbedaan karakteristik antarkelompok. Namun, desain ini belum mampu sepenuhnya mengendalikan sejarah, kematangan, efek pengujian, dan pengalaman belajar di luar perlakuan. Karena itu, hasil penelitian utama perlu dinyatakan sebagai

bukti peningkatan setelah penerapan e-modul pada satu kelompok, bukan sebagai bukti kausal yang setara dengan eksperimen berkontrol (Abdullah et al., 2022; Sugiyono, 2023).

Klaim efektivitas harus didasarkan pada beberapa indikator yang saling melengkapi. Statistik deskriptif menjelaskan perubahan pusat dan sebaran skor; uji normalitas menentukan pemilihan uji inferensial; paired-samples t-test atau Wilcoxon menguji kebermaknaan perbedaan; N-Gain menunjukkan besar peningkatan ternormalisasi sedangkan Effect Size menunjukkan besar pengaruh bahan ajar yang digunakan .

Apabila peningkatan ditemukan, pembahasan perlu menjelaskan mekanisme pedagogisnya berdasarkan keterlaksanaan setiap tahap DSI. Orientation diperkirakan membantu aktivasi pengetahuan awal; conceptualization mengarahkan pembentukan masalah dan hipotesis; exploration menyediakan bukti; conclusion and assessment menguatkan hubungan data-konsep; dan reflection mendorong pemantauan pemahaman. Penjelasan mekanisme ini penting karena penelitian e-modul sebelumnya menunjukkan hasil positif pada pembelajaran fisika, tetapi pengaruhnya bergantung pada desain aktivitas, visualisasi, konteks, dan dukungan inkuiri (Antris & Andromeda, 2023; Azis & Ariani, 2025; Fadillah et al., 2024; Fahlevi & Asrizal, 2021; Lasiani & Setiono, 2025; Ramadhan et al., 2025).

Table 6. Format pelaporan hasil efektivitas setelah intervensi dilaksanakan

Komponen hasil	Data yang perlu dilaporkan	Fungsi pembahasan
Statistik deskriptif	Mean, median, SD, nilai minimum, dan maksimum pretest-posttest	Menunjukkan perubahan capaian hasil belajar secara umum.
Uji normalitas	Nilai Sig. Shapiro-Wilk untuk pretest dan posttest	Menentukan dasar pemilihan uji parametrik atau non-parametrik.
Uji hipotesis	Sig. Paired Sample t-Test atau Wilcoxon	Menentukan apakah perbedaan pretest-posttest signifikan pada $\alpha = 0,05$.
N-Gain	Rata-rata N-Gain dan kategori peningkatan	Menjelaskan tingkat efektivitas peningkatan hasil belajar.
Effect Size	Nilai Effect Size	Menjelaskan besar pengaruh bahan ajar yang digunakan

Secara keseluruhan, studi pendahuluan menunjukkan koherensi antara masalah empiris, solusi teoretis, prosedur implementasi, dan kesiapan alat ukur. Kekuatan utamanya adalah penggunaan bukti lokal untuk menetapkan kebutuhan intervensi serta analisis butir sebelum tes digunakan. Keterbatasannya adalah belum terlaksananya penelitian utama untuk melihat efektivitas penerapan E-modul dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Dengan batasan tersebut, hasil penelitian ini mendukung kelanjutan uji efektivitas, tetapi tidak menggantikan bukti pretest-posttest yang harus dikumpulkan pada penelitian utama.

KESIMPULAN

Studi pendahuluan ini menunjukkan bahwa pengujian efektivitas e-modul berbasis Dual Space Inquiry (DSI) pada materi gelombang bunyi sudah memiliki dasar yang cukup dari sisi permasalahan dan rancangan penelitian. Kebutuhan penggunaan e-modul didukung oleh rendahnya hasil belajar awal siswa, kesulitan memahami konsep gelombang bunyi yang bersifat abstrak, serta bahan ajar yang digunakan belum sepenuhnya memanfaatkan simulasi dan kegiatan inkuiri. Tahapan DSI dinilai sesuai karena dapat mengarahkan siswa untuk mengamati fenomena, merumuskan masalah, melakukan penyelidikan, menarik kesimpulan, serta melakukan refleksi pembelajaran. Selain itu instrumen hasil belajar yang diuji telah memiliki konsistensi yang cukup baik. Dengan demikian, hasil penelitian ini menjadi dasar untuk melanjutkan uji efektivitas e-modul, bukan untuk menyatakan bahwa e-modul telah terbukti efektif. Pengaruh e-modul terhadap peningkatan hasil belajar siswa akan diketahui setelah pelaksanaan penelitian utama melalui analisis data pretest-posttest, uji hipotesis, N-Gain, dan Effect Size.

ACKNOWLEDGMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini, terutama kepada Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Padang dan SMA Negeri 2 Gunung Talang atas segala dukungan dalam penelitian ini agar berjalan dengan lancar.

REFERENSI

- Abdullah, K., dkk. (2022). Metodologi penelitian kuantitatif. Aceh: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Amalishholeha, N., Rokhmat, J., & Gunada, I. W. (2023). Analisis kesulitan belajar peserta didik pada pembelajaran fisika di SMAN 1 Kediri. *Empiricism Journal*, 4(2), 356–364.
- Antris, N. F., & Andromeda, A. (2023). Efektivitas e-modul laju reaksi berbasis inkuiri terbimbing terintegrasi video percobaan terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(1), 205–210.
- Arikunto, S. (2018). Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik. Jakarta: Rineka Cipta.
- Azis, M., & Ariani, T. (2025). Efektivitas e-modul fisika berbasis inquiry terbimbing berbantuan simulasi PhET terhadap hasil dan minat belajar siswa. *U-Teach: Journal Education of Young Physics Teacher*, 6(2), 177–190.
- Barus, C. S. A., Latupeirissa, A. N., & Helmi, D. (2023). Implementasi konsep pembelajaran dan karakteristik peserta didik abad 21. *Jurnal Masyarakat Mengabdikan Nusantara*, 2(3), 183–190. <https://doi.org/10.58374/jmmn.v2i3.187>
- Chairunisa, E. D., & Zamhari, A. (2022). Development e-modul of history learning strategy to improve student digital literacy. *Jurnal Pendidikan Sejarah Criksetra*, 11(1), 84–96.
- Depin, D., Nurwahid, H., Sulla, F. Y., & Barella, Y. (2024). Inquiry learning: Pengertian, sintaks dan contoh implementasi di kelas. *Jurnal IJEN*, 1(2), 39–43.

- Efendi, D. R., & Wardani, K. W. (2021). Komparasi model pembelajaran problem based learning dan inquiry learning ditinjau dari keterampilan berpikir kritis siswa di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1277–1285. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3.914>
- Ekayogi, I. W. (2023). Blended learning sebagai upaya mengatasi learning lost di sekolah dasar. *Jurnal IKA*, 21(1), 27–35.
- Fadillah, M. A., Asrizal, A., Festiyed, F., & Usmeldi, U. (2024). The effect of e-modules on physics learning in senior high school: A meta-analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 7(3), 574–589. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v5i1.21641>
- Fahlevi, A., & Asrizal. (2021). Efektivitas e-modul getaran dalam kehidupan sehari-hari pada pembelajaran daring untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 7(2), 111–118.
- Ika, Y. E., Yasin, J., Kelelufna, V. P., & Birhi, D. N. (2023). Peningkatan hasil belajar IPA-Fisika melalui penggunaan model inquiry based learning. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 396–409.
- Jundu, R., Tuwa, H., & Seliman, R. (2020). Hasil belajar IPA siswa SD di daerah tertinggal dengan penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 10(2), 103–111.
- Juniati, N. W., & Widiana, I. W. (2017). Penerapan model pembelajaran inkuiri untuk meningkatkan hasil belajar IPA. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 1(1), 20. <https://doi.org/10.23887/jisd.v1i1.10126>
- Kemendikbud. (2019). *Hakikat fisika*. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Lasiani, L., & Setiono, I. A. (2025). Efektivitas penggunaan e-modul berbasis authentic learning konteks lahan basah pada materi Hukum Archimedes. *Unnes Physics Education Journal*, 14(2), 177–186.
- Lastri, Y. (2023). Pengembangan dan pemanfaatan bahan ajar e-modul dalam proses pembelajaran. *Jurnal Citra Pendidikan*, 3(3), 1139–1146. <https://doi.org/10.38048/jcp.v3i3.1914>
- Maritsa, A., Salsabila, U. H., Wafiq, M., Anindya, P. R., & Ma'shum, M. A. (2021). Pengaruh teknologi dalam dunia pendidikan. *Al-Mutharahah: Jurnal Penelitian dan Kajian Sosial Keagamaan*, 18(2), 91–100. <https://doi.org/10.46781/al-mutharahah.v18i2.303>
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya keterampilan belajar di abad 21 sebagai tuntutan dalam pengembangan sumber daya manusia. *Jurnal Pendidikan*, 71(1), 63–71.
- Novitra, F., Abdullah, M. N. S., Özdemir, E., Riyasni, S., Emiliannur, Festiyed, & Metra, P. (2025). Design of Dual Space Inquiry framework for facilitating flexible learning in digital technology era. *International Journal of Educational Research Open*, 8, 100424.
- Radjawane, M. M., Tinambunan, A., & Jono, S. (2022). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Kemendikbudristek.
- Rahmani, A. P. (2022). Penerapan metode blended learning untuk meningkatkan minat belajar peserta didik selama masa pandemi Covid-19. *EduBase: Journal of Basic Education*, 3(1), 21–34.

- Ramadhan, P. H., Nurlaela, A., & Solehat, D. (2025). E-modul berbasis website berbantuan PowerPoint untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi gelombang bunyi. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 13(Special Issue), 198–210.
- Simandalahi, L., Silaban, P. J., & Sinaga, R. (2021). The effect of blended learning model on students' learning outcomes on the theme of lingkungan sahabat kita at grade V SD. *Jurnal PAJAR*, 5(5), 1267–1277.
- Sugiyono. (2023). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sundayana, R. (2020). *Statistika penelitian pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Susilawati, Harjono, A., & Firdaus, F. (2024). Improving students' science process skills through project based learning models: A systematic review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(10), 711–720. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i10.9381>
- Syahrial, A. H., Deliana, W., Cahyani, V. D., & Husaini, A. F. (2022). Pembelajaran fisika materi mekanika benda tegar: Review media, model, dan metode. *Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan, Inovasi, dan Terapan Teknologi*, 1(2). <https://doi.org/10.58797/pilar.0102.06>
- Tabrani, T., Afendi, A., Baitullah, B., Zamzami, Z., & Maspan, M. (2024). Model-model pembelajaran. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 7(4), 14713–14720.