



Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ) Universitas Papua

website: <https://journal.fkip.unipa.org/index.php/kpej>



Development of an Inquiry Based and Deep Learning Animate Physics Module with 4D Models to the Develop Stage

Mukholiffatul Maisaroh*, Moh. Toifur, & Okimustava

Magister Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

*Corresponding author: 2408041011@webmail.uad.ac.id

Abstract: This research aims to develop an animate physics module based on an inquiry approach and deep learning. The method used is Research and Development (R&D) with a 4D model consisting of the Define, Design, Develop, and Disseminate stages. The research was carried out up to the Develop stage which includes analysis of the curriculum, materials, and student needs (Define); module structure design (Design); and expert validation and limited trials (Develop). The research instruments consisted of an expert validation questionnaire, a student response questionnaire, and learning outcome tests (pretest and posttest). The validation results showed that the module obtained a score of 87% (very suitable) from material experts, 85% (very suitable) from media expert, and 83% (suitable) from language experts. Limited trials on 25 grade XI students showed a practicality score of 86% (very practical). Furthermore, student learning outcomes improved, with an average pretest score of 58.4, a posttest score of 80.6, and an N-Gain of 0.062 (medium-high category). These findings demonstrate that the inquiry based and immersive learning based physics module is feasible, practical, and effective for improving conceptual understanding and higher order thinking skills in physics learning. This study provides a significant contribution to the development of innovative learning materials aligned with the demands of the 21st century, offering an alternative solution for creating meaningful, contextual, and critical-thinking-oriented physics learning.

Keywords: 4D development model, deep learning, inquiry learning, physics module

Pengembangan Modul Fisika Bernyawa Berbasis Inkuiri dan Pembelajaran Mendalam dengan Model 4D hingga Tahap *Develop*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul fisika bernyawa berbasis pendekatan inkuiri dan pembelajaran mendalam (*deep learning*). Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model 4D yang terdiri dari tahap *Define*, *Design*, *Develop* dan *Disseminate*. Penelitian dilaksanakan hingga tahap *Develop* yang mencakup analisis kurikulum, materi, dan kebutuhan peserta didik (*Define*); perancangan struktur modul (*Design*); serta validasi ahli dan uji coba terbatas (*Develop*). Instrumen penelitian terdiri dari angket validasi ahli, angket respon peserta didik, dan tes hasil belajar (*pretest* dan *posttest*). Hasil validasi menunjukkan modul memperoleh skor 87% (sangat layak) dari ahli materi, 85% (sangat layak) dari ahli media, dan 83% (layak) dari ahli bahasa. Uji coba terbatas pada 25 peserta didik kelas XI menunjukkan skor kepraktisan 86% (sangat praktis). Selain itu, hasil belajar peserta didik meningkat dengan rata-rata nilai *pretest* 58,4 dan *posttest* 80,6 serta N-Gain 0,062 (kategori sedang-tinggi). Temuan ini membuktikan bahwa modul fisika bernyawa berbasis inkuiri dan pembelajaran mendalam layak, praktis dan efektif digunakan untuk meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran fisika. Penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan bahan ajar inovatif yang selaras dengan tuntutan abad ke-21, sehingga dapat menjadi alternatif solusi dalam menciptakan pembelajaran fisika yang lebih bermakna, kontekstual, dan berorientasi pada penguatan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Kata Kunci: modul fisika, pembelajaran inkuiri, pembelajaran mendalam, model pengembangan 4D

PENDAHULUAN

Pendidikan pada abad ke-21 menuntut peserta didik tidak hanya menguasai pengetahuan teoritis, tetapi juga memiliki keterampilan berpikir kritis, kreatif, komunikatif, dan kolaboratif (Romlah et al., 2024). Menurut Riska (2021), proses pembelajaran di sekolah dirancang secara interaktif, menyenangkan, menantang dan mampu memotivasi peserta didik untuk aktif mengembangkan potensi dirinya.

Salah satu faktor penting dalam menciptakan pembelajaran bermakna adalah ketersediaan bahan ajar yang berkualitas. Bahan ajar disusun secara sistematis, relevan dengan kebutuhan peserta didik, dan mampu mendorong keterlibatan aktif dalam memahami konsep pembelajaran (Maisaroh, 2024). Salah satu bentuk bahan ajar yang efektif, fleksibel, serta mendukung pembelajaran mandiri adalah modul. Modul merupakan perangkat pembelajaran yang berisi materi, aktivitas belajar, latihan soal dan evaluasi yang dirancang agar peserta didik dapat belajar secara mandiri (Riska et al., 2021).

Modul dirancang secara menarik dan interaktif memberikan peluang bagi peserta didik untuk meninjau kembali materi, mengeksplorasi konsep lebih mendalam, serta menumbuhkan kemandirian dan tanggung jawab belajar (Depari, 2025; Zainuddin et al., 2021). Hal ini sejalan dengan temuan Latifatun (2020) yang menyatakan bahwa penggunaan modul interaktif dapat melatih peserta didik dalam merumuskan masalah, mengemukakan argumen serta mengevaluasi permasalahan yang diberikan. Dengan demikian, modul memiliki potensi besar dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan analitis peserta didik. Kebutuhan bahan ajar dapat menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi sangat relevan dalam pelajaran fisika yang bersifat konseptual dan menuntut pemahaman mendalam (Widiyaningrum et al., 2023). Fisika tidak hanya menekankan penguasaan teori dan rumus, tetapi juga menghubungkan konsep dengan fenomena alam dan kehidupan sehari-hari (Nirmala et al., 2024).

Pendekatan inkuiri merupakan strategi yang relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika. Pendekatan ini mendorong peserta didik untuk aktif menemukan konsep melalui tahapan ilmiah, seperti merumuskan masalah, menyusun hipotesis, melakukan investigasi, serta menarik kesimpulan (Sinensis et al., 2022). Menurut Tisa & Syafriani (2022), Pendekatan inkuiri efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang logis, analitis dan reflektif.

Selain itu pembelajaran mendalam (*Deep Learning*) penting diterapkan dalam pengembangan modul fisika. *Deep Learning* menekankan pemahaman konseptual yang komprehensif, keterkaitan antarkonsep, serta penerapannya dalam konteks nyata (Oktavianus et al., 2024). Integrasi inkuiri dan pembelajaran mendalam diyakini mampu menciptakan pengalaman belajar yang aktif, reflektif dan bermakna. Hal ini sejalan dengan pendapat Trisnani (2024) bahwa pembelajaran inkuiri mendorong eksplorasi dan pemecahan masalah melalui penyelidikan mandiri, sedangkan pembelajaran mendalam berfokus pada penguasaan konsep yang komprehensif. Penerapan keduanya secara terpadu diyakini dapat membentuk peserta didik yang berpikir kritis, kreatif dan solutif (Madhakomala et al., 2025).

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop* dan *Disseminate*). Fokus penelitian hingga tahap *Develop* meliputi analisis kebutuhan, perancangan modul serta validasi ahli dan uji coba terbatas. Melalui tahap ini diperoleh data empiris berupa hasil validasi dan uji coba yang memperkuat temuan, sehingga modul fisika bernyawa berbasis inkuiri dan pembelajaran mendalam dapat dinyatakan layak, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran fisika di sekolah menengah.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* dengan model 4D terdiri atas empat tahap yaitu: *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran) (Sinensis et al., 2022). Pada penelitian ini, proses pengembangan dilaksanakan sampai tahap *Develop*. Hal ini dikarenakan penelitian difokuskan untuk memperoleh data empiris berupa validasi ahli dan uji coba terbatas sebagai dasar penilaian kelayakan, kepraktisan dan efektivitas modul. Tahap *Disseminate* belum dilaksanakan karena keterbatasan waktu, sumber daya serta cakupan penelitian yang masih terbatas pada skala kecil. Dengan demikian, hasil penelitian pada tahap *Develop* dapat dijadikan pijakan awal untuk pengembangan lebih lanjut menuju tahap *Disseminate* pada penelitian selanjutnya.

Pada tahap *Define* dilakukan analisis kurikulum, analisis materi, dan analisis kebutuhan peserta didik. Analisis kurikulum bertujuan untuk mengidentifikasi kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, serta capaian pembelajaran yang relevan dengan pengembangan modul. Analisis materi difokuskan pada pemetaan konsep-konsep inti dalam fisika, khususnya pada materi suhu dan kalor. Analisis kebutuhan dilaksanakan melalui wawancara dengan guru dan penyebaran angket kepada peserta didik untuk mengetahui harapan serta kebutuhan peserta didik terhadap bahan ajar fisika (Cuhanazriansyah et al., 2025).

Tahap *Design* difokuskan pada perancangan struktur modul fisika bernyawa. Kegiatan meliputi penyusunan tujuan pembelajaran, pengembangan materi, latihan soal, perancangan kegiatan belajar berbasis inkuiri, serta instrumen evaluasi yang mendukung penerapan pembelajaran mendalam (Triandini et al., 2021).

Tahap *Develop* meliputi validasi oleh ahli dan uji coba terbatas. Validasi dilakukan oleh tiga ahli, yaitu ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa dengan menggunakan angket skala *Likert* empat kategori: sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS), dan sangat tidak setuju (STS) (Nurzana et al., 2025). Hasil validasi dianalisis dengan menghitung skor rata-rata, kemudian dikonversi ke dalam bentuk persentase untuk menentukan kategori kelayakan modul. Validitas dari para ahli dapat dihitung menggunakan persamaan validitas (1).

$$\text{Validitas} = \left(\frac{\text{Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Berdasarkan persentase validitas yang dihitung, modul dapat dikategorikan ke dalam Tabel 1 untuk menentukan tingkat kelayakannya.

Tabel 1. Kategori Validitas

Persentase (%)	Kategori
81-100	Sangat Valid
61-80	Valid
41-60	Cukup Valid
21-40	Tidak Valid
0-20	Sangat Tidak Valid

(Maisaroh, 2024)

Selain itu, uji coba terbatas dilaksanakan pada 25 peserta didik kelas XI SMA dengan tujuan untuk menilai tingkat kepraktisan modul serta efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar. Penilaian kepraktisan dilakukan melalui angket respon peserta didik yang

mencakup beberapa aspek, yaitu kemenarikan tampilan, kesesuaian isi dengan tujuan pembelajaran, kemudahan materi untuk dipahami, serta kemampuan modul dalam memfasilitasi kemandirian belajar. Data yang diperoleh dari angket kemudian dianalisis secara kuantitatif dalam bentuk persentase, sehingga dapat ditentukan kategori kepraktisan modul. Kepraktisan dapat dihitung menggunakan persamaan praktikalisasi (2) berikut:

$$\text{Kepraktisan} = \left(\frac{\text{Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

Kategori kepraktisan modul ditentukan berdasarkan kriteria dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Kepraktisan

Persentase (%)	Kategori
81-100	Sangat Praktis
61-80	Praktis
41-60	Cukup Praktis
21-40	Tidak Praktis
0-20	Sangat Tidak Praktis

(Tisa & Syafriani, 2022)

Sementara itu, efektivitas modul diukur menggunakan tes hasil belajar yang diberikan dalam bentuk pretest sebelum penggunaan modul dan posttest setelah pembelajaran selesai. Hasil kedua tes tersebut dianalisis untuk melihat adanya peningkatan pemahaman konsep. Analisis peningkatan pemahaman konsep peserta didik dihitung dengan menggunakan persamaan N-Gain (3) berikut:

$$N - \text{Gain} = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Maksimal} - \text{Skor Pretest}} \quad (3)$$

Dengan menggunakan persentase N-Gain, efektivitas modul dapat dikategorikan dalam Tabel 3 berdasarkan hasil yang diperoleh.

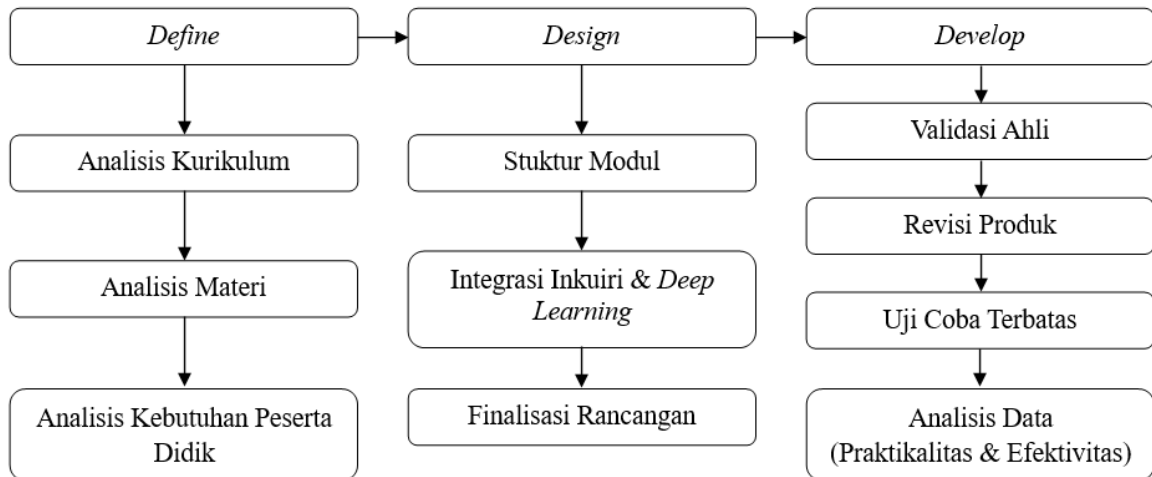
Tabel 3. Kategori Efektivitas (N-Gain)

Interval Koefisien	Kategori
$N\text{-Gain} \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq N\text{-Gain} \leq 0,70$	Sedang
$N\text{-Gain} \leq 0,30$	Rendah

(Maisaroh, 2024)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berfokus pada pengembangan modul fisika bernyawa berbasis pendekatan inkuiri dan pembelajaran mendalam (*Deep Learning*) dengan menggunakan model 4D (*Define, Design, Develop* dan *Disseminate*). Pada penelitian ini, proses pengembangan dilaksanakan hingga tahap *Develop* menghasilkan data validasi ahli dan uji coba terbatas untuk menilai kelayakan, kepraktisan, serta efektivitas modul (Romlah et al., 2024). Alur pelaksanaan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Tahap *Define*, *Design* dan *Develop* Pengembangan Modul Fisika Bernyawa

Tahap *Define* (Pendefinisian)

Tahap pendefinisian bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan dasar yang menjadi acuan dalam perancangan modul. Pada tahap ini dilakukan analisis kurikulum untuk menyesuaikan materi fisika yang dikembangkan dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD), serta menelaah kesesuaiannya dengan pendekatan inkuiri dan pembelajaran mendalam (Oktavianus et al., 2024; Widiyaningrum et al., 2023). Selain itu, analisis materi dilakukan untuk mengidentifikasi dan memetakan materi inti fisika pada topik suhu dan kalor yang relevan, yang disusun secara sistematis dan logis (Nirmala, 2024). Analisis kebutuhan peserta didik juga dilaksanakan melalui penyebaran angket dan wawancara dengan guru guna memahami kebutuhan belajar, gaya belajar, serta kemampuan berpikir peserta didik. Hasil analisis menunjukkan bahwa peserta didik memerlukan bahan ajar yang bersifat interaktif, kontekstual, dan mampu mendorong eksplorasi belajar secara mandiri (Maisaroh, 2024). Secara keseluruhan, hasil analisis pada tahap pendefinisian menegaskan bahwa pendekatan inkuiri dan pembelajaran mendalam relevan digunakan sebagai kerangka pengembangan modul fisika bernyawa.

Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap perancangan bertujuan untuk menyusun struktur, isi, dan tampilan modul dengan mengintegrasikan pendekatan inkuiri dan pembelajaran mendalam. Proses ini dilakukan melalui tiga langkah utama, yaitu penyusunan struktur modul, integrasi pendekatan inkuiri dan *deep learning*, serta finalisasi rancangan modul.

1. Penyusunan Struktur Modul

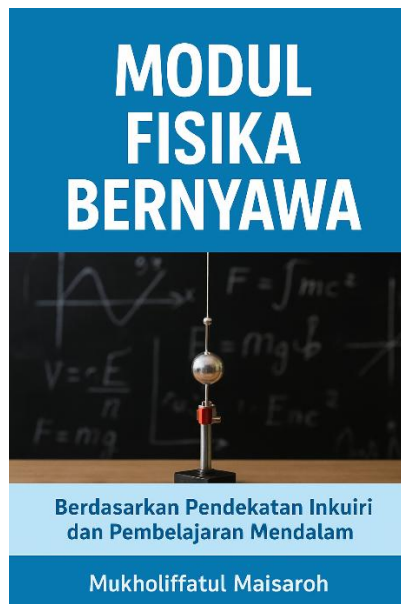
Modul fisika bernyawa disusun menjadi tiga bagian utama, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Struktur Modul Fisika Bernyawa

Bagian Modul	Komponen Utama	Pendekatan yang Digunakan
Bagian Awal	Cover, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan	Deskriptif & informatif
Bagian Inti	KD, tujuan pembelajaran, peta konsep, materi, aktivitas inkuiri, soal, evaluasi	Inkuiri, pembelajaran mendalam

Bagian Modul	Komponen Utama	Pendekatan yang Digunakan
Bagian Penutup	Glosarium, daftar pustaka, profil penulis, cover belakang	Reflektif dan informatif

Bagian awal modul memuat beberapa komponen, yaitu *cover*, kata pengantar, daftar isi dan petunjuk penggunaan. *Cover* dirancang sederhana namun informatif, menampilkan judul modul, identitas penyusun serta memberikan kesan pertama yang positif bagi pembaca. Kata pengantar berisi gambaran umum mengenai isi dan tujuan pengembangan modul. Daftar isi disusun secara sistematis dan rinci untuk memudahkan pengguna dalam menavigasi materi. Petunjuk penggunaan berfungsi sebagai panduan bagi guru dan peserta didik dalam memanfaatkan modul secara efektif dalam proses pembelajaran.



Gambar 2. *Desain Cover Modul Fisika Bernyawa*

Bagian isi modul merupakan komponen utama yang mengintegrasikan pendekatan inkuiri dan pembelajaran mendalam. Komponen pertama adalah Kompetensi Dasar (KD) sebagai acuan capaian pembelajaran. Tujuan pembelajaran dirumuskan secara spesifik untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Peta konsep disajikan dalam bentuk visual untuk menggambarkan hubungan antar konsep fisika yang dipelajari. Materi pembelajaran disusun secara bertahap, kontekstual, dan disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik. Aktivitas pembelajaran dirancang berbasis inkuiri melalui tahapan orientasi masalah, perumusan pertanyaan, penyusunan hipotesis, eksplorasi data, analisis hasil, refleksi, serta penarikan kesimpulan. Selain itu, latihan soal dan rangkuman disisipkan untuk memperkuat pemahaman peserta didik terhadap inti konsep. Evaluasi digunakan untuk mengukur penguasaan konsep serta mengidentifikasi kesulitan yang dialami peserta didik selama proses belajar.

Bagian penutup modul terdiri atas glosarium, daftar pustaka, profil penulis dan *cover* belakang. Glosarium memuat daftar istilah penting dalam fisika beserta penjelasannya, sehingga membantu peserta didik memahami terminologi ilmiah. Daftar pustaka mencantumkan sumber referensi yang digunakan dalam penyusunan modul. Profil penulis memberikan informasi singkat mengenai latar belakang penyusun. Sedangkan, *cover* belakang berisi ringkasan isi modul, kutipan motivasi atau informasi tambahan lainnya.

2. Integrasi Inkuiri dan *Deep Learning*

Setiap bagian modul dirancang untuk mengintegrasikan kedua pendekatan pembelajaran. Pendekatan inkuiri mendorong peserta didik menemukan konsep dan melatih keterampilan mereka melalui penyelidikan mandiri dan kolaboratif (Sinensis et al., 2022; Rismawati et al., 2017), serta dapat dipadukan dengan media pembelajaran inovatif untuk memudahkan dalam belajar fisika (Yusuf et al., 2024). Sementara, pembelajaran mendalam menekankan keterkaitan antar konsep dan penerapannya dalam konteks nyata (Trisnani et al., 2024). Strategi ini sejalan dengan temuan Madhakomala (2025) yang menyatakan bahwa kombinasi keduanya efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis, analitis dan kreatif.

3. Finalisasi Rancangan Modul

Tahap akhir perancangan dilakukan dengan meninjau dan menyempurnakan modul untuk memastikan konsistensi antar komponen sesuai dengan karakteristik peserta didik, dan terpadu dengan pendekatan inkuiri serta pembelajaran mendalam (Triandini et al., 2021).

Tahap *Develop* (Pengembangan)

Tahap pengembangan mencakup validasi ahli, uji coba terbatas dan analisis efektivitas modul. Validasi dilakukan oleh tiga ahli, yakni ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Untuk memberikan gambaran yang lebih terstruktur, hasil dari proses validasi, uji kepraktisan dan uji efektivitas disajikan dalam bentuk tabel sehingga lebih sistematis, jelas dan mudah dianalisis.

Tabel 5. Hasil Validasi Modul

Aspek Validasi	Skor (%)	Kategori
Validasi Ahli Materi	87	Sangat Layak
Validasi Ahli Media	85	Sangat Layak
Validasi Ahli Bahasa	83	Layak
Rata-Rata	85	Sangat Layak

Hasil validasi modul dari ketiga ahli menunjukkan bahwa modul memperoleh skor rata-rata 85% dengan kategori sangat layak. Skor dari ahli materi sebesar 87% dengan kategori sangat layak menandakan isi materi sesuai kurikulum dan mendukung pencapaian kompetensi. Ahli media memberi skor 85% dengan kategori sangat layak menunjukkan desain dan tampilan modul menarik serta mudah digunakan. Ahli bahasa memberi skor 83% dengan kategori layak, artinya bahasa modul komunikatif dan mudah dipahami. Secara keseluruhan, modul dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran, sejalan dengan pendapat Nurzana et al., (2025) bahwa modul dengan skor di atas 80% tergolong sangat layak untuk diimplementasikan di sekolah.

Tabel 6. Hasil Kepraktisan Modul

Subjek Penilaian	Skor (%)	Kategori
Respon Peserta Didik	86	Sangat Praktis

Uji coba terbatas pada 25 peserta didik menghasilkan skor rata-rata 86% dengan kategori sangat praktis. Hal ini menunjukkan bahwa modul mudah dipahami, menarik dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Aspek kepraktisan meliputi kemenarikan tampilan,

kesesuaian isi, serta kemampuan modul mendukung kemandirian belajar. Hasil ini sejalan dengan penelitian Tisa & Syafriani (2022) yang menyatakan bahwa modul dengan kategori sangat praktis mampu meningkatkan motivasi serta keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran.

Tabel 7.Hasil Efektivitas Modul

Indikator	Nilai	Kategori
Rata-Rata Pretest	58,4	Sedang
Rata-Rata Posttest	80,6	Tinggi
N-Gain	0,62	Sedang-Tinggi

Hasil tes belajar menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep. Nilai rata-rata pretest 58,4 dengan kategori sedang, artinya sebelum penggunaan modul peserta didik hanya memiliki pemahaman dasar. Setelah pembelajaran dengan modul, rata-rata posttest meningkat menjadi 80,6 yang berada pada kategori tinggi, menunjukkan penguasaan konsep yang baik. Perhitungan N-Gain sebesar 0,62 termasuk kategori sedang-tinggi, yang menandakan bahwa modul cukup efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Hal ini sesuai dengan penelitian Sinensis et al., (2022) yang menyatakan bahwa nilai N-Gain pada rentang 0,3-0,7 menunjukkan bahwa efektivitas pembelajaran mendalam dalam kategori sedang dan semakin mendekati 0,7 berarti cukup tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pengembangan modul fisika bernyawa berbasis pendekatan inkuiri dan pembelajaran mendalam berhasil dilaksanakan hingga tahap *Develop* dengan menggunakan model 4D. Modul yang dikembangkan telah melalui proses validasi ahli dengan hasil kategori sangat layak, serta uji coba terbatas yang menunjukkan respon peserta didik dalam kategori sangat praktis. Selain itu, hasil tes belajar memperlihatkan adanya peningkatan pemahaman konsep dengan nilai N-Gain pada kategori sedang-tinggi. Dengan demikian, modul ini terbukti layak, praktis, dan efektif digunakan sebagai bahan ajar fisika di sekolah menengah. Modul juga memfasilitasi keterlibatan aktif, refleksi mendalam, serta menghubungkan konsep fisika dengan fenomena kehidupan sehari-hari. Desain yang sistematis, disertai ilustrasi dan aktivitas inkuiri yang mendukung pemahaman konseptual, menjadikan modul ini berpotensi dalam meningkatkan motivasi, kreativitas dan kemandirian belajar peserta didik.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada cakupan uji coba yang masih terbatas pada skala kecil dengan jumlah responden relatif sedikit, serta materi yang difokuskan hanya pada topik suhu dan kalor. Kondisi ini membatasi generalisasi hasil penelitian.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, peneliti selanjutnya disarankan untuk melanjutkan pengembangan ke tahap *Disseminate*, sehingga modul dapat diuji coba dalam skala yang lebih luas dengan melibatkan sekolah dan peserta didik dari berbagai latar belakang. Integrasi dengan media interaktif atau teknologi digital perlu dipertimbangkan untuk meningkatkan daya tarik dan fleksibilitas modul. Selain itu, penelitian lanjutan melibatkan evaluasi yang lebih komprehensif terkait dampak modul terhadap kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta hasil belajar peserta didik dalam berbagai konteks pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

Cuhanazriansyah, Rinov, M., & Arisona, D. (2025). Peran Media Pembelajaran Digital dalam Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Siswa: Jenis dan Strategi. *Journal of Educational Research and Community Service (Jercs)*, 1(1), 38-45.

- <https://journal.nabaedukasi.com/index.php/jeracs/article/view/6/6>
- Depari, O. A. (2025). Peran LMS dalam Mendorong Kemandirian Belajar Mahasiswa Pasca Pandemi Digital. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(2), 2012–2016. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i2.790>
- Naj'iyah, A. L., Suyatna, A., & Abdurrahman. (2020). Modul Interaktif Efek Fotolistrik Berbasis LCDS untuk Menstimulus Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 79–94. <https://doi.org/10.24127/jpf.v8i1.1943>
- Madhakomala, Damayanti, I., & Permatasari, I. (2025). Pembelajaran Kolaboratif dan Inkuiri Sebagai Landasan Berpikir Kritis, Kreatif, Solutif dalam Pendidikan. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(8), 9294-9300. <https://doi.org/10.54371/jiip.v8i8.8985>
- Maisaroh, M. (2024). Pengembangan E-Modul Berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*) pada Materi Suhu dan Kalor untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. Universitas PGRI Madiun. <https://eprint.unipma.ac.id/487/>
- Nirmala, D. T., & Malik, A. (2024). Eksperimen: Analisis Pertambahan Panjang Pegas Terhadap Perubahan Massa Benda pada Praktikum Virtual Laboratory. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 7, (2) 114-119. <https://doi.org/10.52188/jpfs.v7i2.758>
- Nurzana, S., Mardianto, & Mahariah. (2025). Pengembangan Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Pendidikan Agama Islam Kelas VIII di SMP Al-Hidayah Meda. *Research and Development Journal of Education*, 11(1), 606-617. <https://www.journal.lppmunindra.ac.id/index.php/RDJE/article/view/28916/7692>
- Oktavianus, A. J. E., Naibaho, L., & Rantung, D. A. (2024). Strategi Desain Pembelajaran Adaptif untuk Meningkatkan Pengalaman Belajar di Era Digital. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, 1(04) 354-362. <https://jurnal.umnu.ac.id/index.php/kst/article/view/975/375>
- Riska, V. N., Zulva, R., & Trisna, S. (2021). Pengembangan Modul Fisika Berorientasi Inquiry untuk Peserta Didik. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 6(1) 31-38. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v6i1.10620>
- Rismawati, R., Sinon, I. L., Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (Guided Inquiry) terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik di SMK Negeri 02 Manokwari. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 8(1). <https://doi.org/10.31849/lectura.v8i1.267>
- Romlah, L. S., Wahid, L., & Purnama, R. (2024). Manajemen Strategis Kurikulum di Era Digital: *Systematic Literature Review*. 13(001), 1057–1072. <https://www.jurnaldidaktika.org/contents/article/view/1401/848>
- Sinensis, A. R., Firdaus, T., & Sofiah, A. (2022). Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika Pengembangan E-Modul Praktikum Fisika Berbasis Inkuiri pada Materi Elastisitas dan Hukum Hooke untuk Siswa SMA / SMK. 4(1), 17–29 . <https://doi.org/10.31540/sjpif.v4i1.1547>
- Tisa, H. C. D., & Syafriani. (2022). Praktikalitas dan Efektifitas E-Modul Fisika SMA Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Etnosains untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 8(1) 10-16 <https://doi.org/10.24036/jppf.v8i1.115684>
- Triandini, W., Kosim, K., & Gunada, I. W. (2021). Pengembangan Modul Fisika Berbasis Guided Inquiry untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Orbita: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 90-97. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i1.3953>
- Trisnani, E. E., Pembelajaran, C., Ibtidaiyah, M., & Aktif, P. (2024). Strategi Pembelajaran

- Inkuiri Terhadap Hasil Belajar IPS Siswa Madrasah Ibtidaiyyah (MI). 2(1) 61-80. <https://doi.org/10.54180/jsped.v2i1.519>
- Widiyaningrum, S., Handhika, J., Huriawati, F., Sasono, M., & Fisika, P. (2023). Analisis Kebutuhan Pengembangan Modul Berbasis OASIS untuk Meningkatkan *Higher Order Thinking Skill* (HOTS) Siswa. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika Ix 2023*, 1–7. <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/snpf>
- Yusuf, I., Setyosari, P., Kuswandi, D., & Ulfa, S. (2024). The Frontier Areas' Student Acceptance of Physics Fun-based Mobile Application: Incorporating the Process-Oriented Guided-Inquiry Learning (POGIL) Strategy. *Participatory Educational Research*, 11(6), 152-171. <https://doi.org/10.17275/per.24.84.11.6>
- Zainuddin, Z., Mastuang, M., Misbah, M., Melisa, M., Ramadhani, F. D., Rianti, D., & Rusmawati, I. (2021). *The Effectiveness of Fluid Physics Practicum Module Based On Wetland Environment to Train Science Process Skills*. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 3(2), 76–84. <https://doi.org/10.37891/kpej.v3i2.145>