

**PENGEMBANGAN MODUL FISIKA BERBASIS *DEEP LEARNING* PADA
POKOK BAHASAN FLUIDA STATIS UNTUK MENINGKATKAN HASIL
BELAJAR SISWA KELAS XI SMA**

Joy Cathrine Okta Kasih¹, Irham Ramadhani^{2*}

^{1, 2}Universitas Negeri Medan

¹joytobing0910@gmail.com, ²Irhamramadhani@unimed.ac.id

ABSTRACT

This research aims to develop a physics module based on deep learning on the topic of static fluids to improve the learning outcomes of eleventh-grade students. The ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) was used as the development framework. The module integrates three deep learning principles: mindful, meaningful, and joyful, along with the stages of understanding, applying, and reflecting. The product's quality was assessed through validity tests by material and media experts, practicality tests based on teacher and student responses, and effectiveness tests using a pretest-posttest design with N-Gain analysis. The material expert validation resulted in a score of 83.33% (very valid), while the media expert validation reached 81.4% (very valid). The practicality level based on teacher responses was 90.25% (very practical). Small group trials yielded 95%, and large group trials yielded 95.43% (both very practical). The effectiveness test showed an N-Gain value of 0.81, which falls into the high category. Based on these results, the deep learning-based physics module on static fluid material is declared valid, practical, and effective in improving student learning outcomes.

Keywords: ADDIE; deep learning; physics module; static fluid; student learning outcomes.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul fisika yang menerapkan pendekatan deep learning pada pokok bahasan fluida statis guna meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI SMA. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE yang mencakup tahapan analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Modul yang dikembangkan mengintegrasikan tiga prinsip utama deep learning, yaitu berkesadaran (*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menggembirakan (*joyful*), yang diwujudkan melalui tiga tahap pengalaman belajar: pemahaman, penerapan, dan refleksi. Kualitas produk dinilai melalui uji kevalidan oleh pakar materi dan pakar media, uji kepraktisan melalui angket respons guru dan siswa, serta uji keefektifan menggunakan rancangan pretest-posttest yang dianalisis dengan rumus N-Gain. Hasil uji validasi dari pakar materi menunjukkan persentase 83,33% (kategori sangat valid), sementara dari pakar media diperoleh 81,4% (kategori sangat valid). Tingkat kepraktisan berdasarkan penilaian guru mencapai 90,25% (sangat praktis), sedangkan uji coba pada kelompok kecil menghasilkan 95% dan pada kelompok besar 95,43% (keduanya dalam kategori sangat praktis). Hasil uji keefektifan menunjukkan nilai N-Gain sebesar 0,81 yang termasuk dalam kategori tinggi. Dengan demikian, modul fisika berbasis deep learning pada pokok bahasan fluida statis dinyatakan valid, praktis, dan efektif dalam upaya peningkatan hasil belajar siswa.

Kata Kunci: ADDIE; *deep learning*; modul fisika; fluida statis; hasil belajar siswa.

A. Pendahuluan

Upaya peningkatan kualitas sumber daya manusia salah satunya ditempuh melalui jalur pendidikan. Melalui proses pendidikan yang bermutu, peserta didik tidak sekadar dibekali dengan pengetahuan, tetapi juga dilatih untuk memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi, kemampuan berinovasi, serta sikap ilmiah. Untuk mencapai hal tersebut, strategi pembelajaran hendaknya dirancang sedemikian rupa sehingga mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik, memberikan makna, serta membangun keterkaitan antara teori yang dipelajari dengan realitas keseharian. Ilmu fisika memiliki peran strategis dalam konteks ini karena mengkaji berbagai fenomena alam yang memerlukan pemahaman konseptual sekaligus penerapannya dalam kehidupan nyata.

Kondisi ideal dalam pembelajaran fisika menghendaki terciptanya suasana belajar yang berpusat pada siswa (*student-centered*). Dalam suasana seperti ini, peserta didik dilibatkan secara aktif dalam proses menemukan, merenungkan, dan menghubungkan konsep-konsep fisika dengan fenomena-fenomena yang mereka

jumpai di lingkungan sekitarnya. Pendekatan yang sejalan dengan visi ini adalah pembelajaran mendalam (*deep learning*), yang lebih menekankan pada pemahaman makna, hubungan antarkonsep, serta kemampuan mentransfer pengetahuan ke dalam situasi-situasi baru (Biggs & Tang, 2011). Lebih lanjut, Trigwell & Prosser (2004) mengemukakan bahwa *deep learning* menuntut adanya keterlibatan reflektif dan eksploratif dari pihak peserta didik.

Sayangnya, kondisi ideal tersebut belum sepenuhnya terwujud di lapangan. Data PISA 2022 menunjukkan bahwa tingkat literasi sains peserta didik Indonesia masih tergolong rendah; hanya sekitar 34% dari mereka yang berhasil mencapai level minimal kompetensi sains, suatu angka yang sangat jauh di bawah rata-rata negara OECD yang mencapai 76% (OECD, 2022). Temuan serupa juga diperoleh peneliti melalui observasi dan wawancara di SMA Negeri 1 Air Batu. Berdasarkan kegiatan observasi tersebut, diketahui bahwa proses pembelajaran fisika masih didominasi oleh metode ceramah dan diskusi yang minim variasi. Peserta didik cenderung pasif

dan jarang diberikan kesempatan untuk melakukan aktivitas eksploratif ataupun reflektif. Dampaknya, hasil belajar fisika, khususnya pada materi fluida statis, menjadi rendah. Para siswa mengalami kesulitan dalam mengaitkan konsep-konsep teoritis dengan aplikasi di dunia nyata.

Berangkat dari permasalahan tersebut, diperlukan suatu terobosan inovatif dalam bentuk pengembangan modul ajar yang tidak hanya berfungsi sebagai sumber informasi, tetapi juga sebagai pemandu kegiatan belajar yang dapat mendorong siswa untuk berpikir secara reflektif, eksploratif, dan analitis. Modul ajar yang dikembangkan dengan mengacu pada prinsip-prinsip pembelajaran mendalam diyakini mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna. Modul semacam ini dirancang dengan menekankan tiga pilar utama, yaitu pembelajaran yang berkesadaran (*mindful*), pembelajaran yang bermakna (*meaningful*), serta pembelajaran yang menggembirakan (*joyful*) (Kemendikdasmen, 2025).

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan dampak positif dari penggunaan modul ajar terhadap peningkatan hasil belajar fisika. Sebagai contoh, penelitian yang

dilakukan oleh Widarto, Suparmi (2016) melaporkan bahwa penerapan modul fisika berbasis CTL pada materi fluida statis dan dinamis mampu meningkatkan capaian belajar peserta didik. Demikian pula Arifin et al. (2017) menemukan bahwa penggunaan modul fisika dengan pendekatan active learning memberikan kontribusi terhadap peningkatan hasil belajar sekaligus ketuntasan belajar secara klasikal.

Berdasarkan seluruh uraian di atas, peneliti merasa terdorong untuk melakukan penelitian yang difokuskan pada pengembangan modul ajar fisika yang menerapkan pendekatan pembelajaran mendalam pada materi fluida statis, dengan target sasaran peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Air Batu.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Adapun model pengembangan yang diterapkan adalah model ADDIE yang terdiri atas lima fase, yaitu Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation (Branch, 2009). Pemilihan model ini didasarkan pada sifatnya

yang sistematis dan fleksibel sehingga cocok digunakan untuk pengembangan bahan ajar cetak seperti modul.

Lokasi penelitian bertempat di SMA Negeri 1 Air Batu, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara, dengan waktu pelaksanaan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian meliputi 10 orang peserta didik untuk uji coba kelompok kecil dan 30 orang peserta didik untuk uji coba kelompok besar, serta seorang guru mata pelajaran fisika sebagai praktisi. Objek penelitian adalah kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan modul ajar berbasis pembelajaran mendalam yang dikembangkan.

Desain penelitian yang digunakan untuk menguji keefektifan adalah *one-group pretest-posttest design*. Dalam desain ini, peserta didik diberikan pretest sebelum perlakuan dan posttest setelah perlakuan (penggunaan modul ajar). Selisih antara skor pretest dan posttest menjadi indikator peningkatan hasil belajar.

Instrumen penelitian yang disusun meliputi: (1) lembar validasi untuk ahli materi yang mencakup aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, kebahasaan, serta

kesesuaian dengan prinsip pembelajaran mendalam; (2) lembar validasi untuk ahli media yang mencakup aspek ukuran modul, tipografi, tata letak, ilustrasi, dan desain tampilan; (3) angket respons guru dan angket respons siswa untuk mengukur tingkat kepraktisan; serta (4) soal pretest dan posttest berbentuk pilihan ganda sebanyak 20 butir yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya.

Data hasil validasi dan kepraktisan dianalisis dengan rumus persentase skor, kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh Akbar (2013). Data hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis dengan rumus N-Gain yang dikembangkan oleh Hake (1999) untuk menentukan kategori efektivitas modul.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Tahap Analisis

Sesuai Pada fase awal ini, peneliti melakukan serangkaian kegiatan analisis yang mencakup analisis kurikulum, karakteristik peserta didik, kebutuhan bahan ajar, serta identifikasi permasalahan pembelajaran. Kurikulum yang berlaku di SMA Negeri 1 Air Batu adalah

Kurikulum Merdeka, sehingga pengembangan modul disesuaikan dengan capaian pembelajaran yang tertuang dalam Keputusan Kepala BSKAP Nomor 32 Tahun 2024.

Hasil wawancara dengan guru mata pelajaran fisika mengungkapkan bahwa proses pembelajaran selama ini masih berpusat pada guru dengan metode ceramah yang dominan. Peserta didik jarang dilibatkan dalam kegiatan eksperimen atau diskusi yang mendalam. Akibatnya, pemahaman mereka terhadap konsep-konsep abstrak dalam fluida statis menjadi kurang optimal. Data nilai ulangan harian menunjukkan bahwa rata-rata capaian peserta didik masih berada di bawah Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang ditetapkan sebesar 75. Selain itu, sekolah belum memiliki modul ajar tambahan yang dapat digunakan secara mandiri oleh peserta didik.

Dari sisi karakteristik peserta didik, diketahui bahwa mereka memiliki rentang usia 16-17 tahun yang secara kognitif berada pada tahap operasional formal. Namun, kemampuan berpikir abstrak dan hipotetis-deduktif mereka belum berkembang secara optimal karena pembelajaran yang kurang menantang. Gaya belajar peserta didik

pun bervariasi, ada yang lebih mudah memahami materi melalui penjelasan verbal, ada yang melalui bacaan dan catatan, serta ada pula yang membutuhkan aktivitas fisik atau praktik langsung.

Tahap Desain

Berdasarkan hasil analisis, peneliti merancang modul ajar dengan spesifikasi teknis sebagai berikut: ukuran kertas B5 (18,2 cm × 25,7 cm), jenis huruf *Times New Roman* untuk isi dengan ukuran 12 pt, serta dilengkapi dengan ilustrasi, diagram, dan tabel pengamatan guna memudahkan pemahaman konsep. Sampul modul didesain menggunakan aplikasi Canva, sementara pengetikan konten dilakukan dengan *Microsoft Word*.

Materi yang disajikan dalam modul meliputi empat pokok bahasan utama, yaitu tekanan hidrostatik, Hukum Pascal, Hukum Archimedes, dan kapilaritas. Setiap kegiatan belajar dirancang dengan mengikuti alur pembelajaran mendalam, yang terdiri atas tiga tahapan:

- **Tahap memahami**, ditandai dengan adanya sub-bagian "Ayo Pahami" yang berisi uraian konsep dan contoh soal.

- **Tahap mengaplikasikan,** ditandai dengan adanya sub-bagian "Ayo Terapkan" yang berisi kegiatan eksperimen sederhana dan latihan soal kontekstual.
- Tahap merefleksikan, ditandai dengan adanya sub-bagian "Ayo Refleksi" yang berisi pertanyaan-pertanyaan untuk mengukur pemahaman diri peserta didik.

Selain itu, modul juga dilengkapi dengan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk lima kali pertemuan, proyek akhir berupa pembuatan siphon dan kapal dari aluminium foil, serta glosarium untuk memudahkan peserta didik memahami istilah-istilah teknis.

Tahap Pengembangan

Pada fase ini, produk awal modul ajar yang telah selesai disusun kemudian divalidasi oleh para ahli. Validasi dilakukan oleh dua orang ahli materi dan dua orang ahli media yang merupakan dosen fisika. Hasil rekapitulasi validasi disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli

Validator	Rata-rata Persentase	Kriteria
Ahli Materi	83,33%	Sangat Valid
Ahli Media	81,4%	Sangat Valid

Secara lebih terperinci, penilaian dari ahli materi pada aspek kelayakan isi mencapai 82,5% (sangat valid), aspek kelayakan penyajian 83% (sangat valid), aspek kebahasaan 86% (sangat valid), dan aspek kesesuaian dengan pembelajaran mendalam 81% (sangat valid). Sementara itu, penilaian dari ahli media pada aspek ukuran modul mencapai 83% (sangat valid), tipografi 87,5% (sangat valid), layout dan tata letak 80% (valid), ilustrasi/gambar 72,5% (valid), dan desain tampilan 84% (sangat valid).

Validator memberikan sejumlah catatan perbaikan yang menjadi acuan untuk merevisi produk. Ahli materi menyarankan agar keterkaitan antara kegiatan dalam modul dengan ketiga pilar pembelajaran mendalam (*mindful, meaningful, joyful*) diperkuat dan ditampilkan secara lebih eksplisit. Ahli media menyarankan perbaikan pada kualitas ilustrasi, ketajaman gambar, serta konsistensi tata letak pada beberapa halaman. Seluruh saran tersebut telah ditindaklanjuti sebelum modul diuji cobakan.

Tahap Pengembangan

Pada fase ini, produk awal modul ajar yang telah selesai disusun kemudian divalidasi oleh para ahli. Validasi dilakukan oleh dua orang ahli

materi dan dua orang ahli media yang merupakan dosen fisika. Hasil rekapitulasi validasi disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli

Validator	Rata-rata Persentase	Kriteria
Ahli Materi	83,33%	Sangat Valid
Ahli Media	81,4%	Sangat Valid

Secara lebih terperinci, penilaian dari ahli materi pada aspek kelayakan isi mencapai 82,5% (sangat valid), aspek kelayakan penyajian 83% (sangat valid), aspek kebahasaan 86% (sangat valid), dan aspek kesesuaian dengan pembelajaran mendalam 81% (sangat valid). Sementara itu, penilaian dari ahli media pada aspek ukuran modul mencapai 83% (sangat valid), tipografi 87,5% (sangat valid), layout dan tata letak 80% (valid), ilustrasi/gambar 72,5% (valid), dan desain tampilan 84% (sangat valid).

Validator memberikan sejumlah catatan perbaikan yang menjadi acuan untuk merevisi produk. Ahli materi menyarankan agar keterkaitan antara kegiatan dalam modul dengan ketiga pilar pembelajaran mendalam (mindful, meaningful, joyful) diperkuat dan ditampilkan secara lebih eksplisit. Ahli media menyarankan perbaikan pada kualitas ilustrasi, ketajaman gambar, serta konsistensi tata letak pada

beberapa halaman. Seluruh saran tersebut telah ditindaklanjuti sebelum modul diuji cobakan.

Tahap *Implementation*

Dalam Setelah melalui tahap revisi, modul ajar diuji cobakan di kelas XI SMA Negeri 1 Air Batu. Uji coba dilakukan dalam dua tahap, yaitu uji coba kelompok kecil yang melibatkan 10 orang peserta didik, dilanjutkan dengan uji coba kelompok besar yang melibatkan 30 orang peserta didik. Selama proses implementasi, guru berperan sebagai fasilitator, sementara peserta didik menggunakan modul sebagai sumber belajar utama.

Hasil uji kepraktisan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Uji Kepraktisan

Responden	Rata-rata Persentase	Kriteria
Guru Fisika	90,25%	Sangat Praktis
Uji Kelompok Kecil (10 siswa)	95%	Sangat Praktis
Uji Kelompok Besar (30 siswa)	95,43%	Sangat Praktis

Data tersebut menunjukkan bahwa modul ajar yang dikembangkan memperoleh respons positif dari guru maupun peserta didik. Indikator kemudahan penggunaan, kejelasan petunjuk, keterlaksanaan kegiatan pembelajaran, serta kebermanfaatan modul semuanya berada dalam

kategori sangat praktis. Guru menyampaikan apresiasi terhadap struktur modul yang sistematis dan aktivitas-aktivitas yang mendorong siswa untuk berpikir secara reflektif.

Untuk menguji keefektifan modul, peneliti melakukan *pretest* sebelum pembelajaran dimulai dan *posttest* setelah seluruh rangkaian pembelajaran dengan modul ajar selesai dilaksanakan. Hasil analisis *pretest* dan *posttest* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis *Pretest*, *Posttest*, dan N-Gain

Tes	Skor Rata-rata	N-Gain	Kategori
Pretest	59,25	0,81	Tinggi
Posttest	88,33		

Berdasarkan tabel di atas, rata-rata skor *pretest* peserta didik adalah 59,25. Setelah mengikuti pembelajaran dengan menggunakan modul ajar berbasis pembelajaran mendalam, rata-rata skor *posttest* meningkat menjadi 88,33. Peningkatan ini melampaui KKTP yang ditetapkan sekolah sebesar 75. Adapun nilai N-Gain yang diperoleh adalah 0,81, yang termasuk dalam kategori tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa modul ajar yang dikembangkan sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep fluida statis pada diri peserta didik.

Pembahasan

Hasil validasi yang berada pada kategori sangat valid (83,33% dari ahli materi dan 81,4% dari ahli media) menegaskan bahwa modul ajar yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan dari segi substansi, penyajian, kebahasaan, serta aspek visual. Temuan ini sejalan dengan laporan penelitian Wiandari et al. (2023) yang mengembangkan e-modul berbasis PBL dengan tingkat validitas 90,27%, serta Sari et al. (2024) yang mengembangkan modul fisika berbasis PBL berorientasi HOTS dengan validitas 88%. Meskipun demikian, aspek ilustrasi dan tata letak pada modul ini masih memerlukan perhatian lebih lanjut karena mendapat skor validasi yang relatif lebih rendah (72,5% dan 80%). Hal ini menunjukkan bahwa pengembang masih perlu meningkatkan kualitas visual bahan ajar cetak, terutama dalam hal ketajaman gambar dan relevansi ilustrasi dengan materi.

Tingkat kepraktisan modul yang sangat tinggi (90,25% dari guru, 95% dari uji kelompok kecil, dan 95,43% dari uji kelompok besar) membuktikan bahwa modul ini dapat digunakan dengan mudah dalam situasi pembelajaran yang sesungguhnya.

Respons positif dari peserta didik terhadap aktivitas "Ayo Sadari", "Ayo Terapkan", dan "Ayo Refleksi" mengonfirmasi bahwa kerangka pembelajaran mendalam dapat diterima dengan baik oleh siswa. Temuan ini memperkuat hasil penelitian Lestari et al. (2021) yang menyatakan bahwa bahan ajar sains yang dikaitkan dengan konteks nyata mampu meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik.

Keefektifan modul dengan nilai N-Gain 0,81 (kategori tinggi) merupakan temuan yang cukup signifikan. Angka ini lebih tinggi dibandingkan dengan capaian penelitian Wiandari et al. (2023) yang memperoleh N-Gain 0,72, maupun penelitian Sari et al. (2024) dengan tingkat efektivitas 86,4%. Keunggulan ini diduga bersumber dari integrasi simultan ketiga pilar pembelajaran mendalam. Pertama, prinsip berkesadaran (*mindful*) diaktifkan melalui penyajian fenomena kontekstual dan pertanyaan pemantik di awal setiap kegiatan belajar. Kedua, prinsip bermakna (*meaningful*) diwujudkan melalui keterkaitan langsung setiap sub-materi dengan fenomena nyata dalam kehidupan sehari-hari, seperti bendungan untuk

tekanan hidrostatik, dongkrak hidrolik untuk Hukum Pascal, kapal selam untuk Hukum Archimedes, serta peristiwa kapilaritas pada sumbu kompor. Ketiga, prinsip menggembirakan (*joyful*) dihadirkan melalui kegiatan eksperimen sederhana dengan alat dan bahan yang mudah ditemukan (botol tiga lubang, suntik hidrolik, plastisin, batu, kayu) serta proyek akhir berupa pembuatan siphon dan kapal dari aluminium foil. Sinergi ketiga prinsip ini menciptakan pengalaman belajar yang holistik, reflektif, dan menyenangkan.

Tahap *Evaluation*

Evaluasi dilakukan secara berkelanjutan di setiap fase pengembangan. Saran dan masukan dari para ahli, praktisi, maupun peserta didik dikumpulkan dan dijadikan dasar untuk melakukan perbaikan produk. Dengan demikian, modul ajar yang dihasilkan pada akhir penelitian ini merupakan produk yang telah melalui serangkaian uji dan revisi sehingga layak untuk digunakan dalam skala yang lebih luas.

D. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan modul fisika

berbasis *deep learning* pada pokok bahasan fluida statis yang dinyatakan valid, praktis, dan efektif. Modul yang dikembangkan mengintegrasikan tiga prinsip utama *deep learning*, yaitu berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan, yang diwujudkan melalui tahapan pemahaman, penerapan, dan refleksi dalam setiap kegiatan belajar. Temuan ini memberikan implikasi bahwa pendekatan *deep learning* dapat menjadi solusi inovatif untuk mengatasi rendahnya pemahaman konsep fisika yang abstrak, sekaligus mendorong keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran. Guru dapat menjadikan modul ini sebagai alternatif bahan ajar yang berpusat pada siswa guna menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan reflektif, serta mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di sekolah. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan pada cakupan uji coba yang masih terbatas pada satu sekolah dan jumlah siswa yang relatif kecil, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan secara luas. Selain itu, penelitian ini hanya berfokus pada ranah kognitif dan belum mengukur secara mendalam dampak modul terhadap aspek afektif dan psikomotorik siswa. Untuk itu,

penelitian lanjutan disarankan agar menguji coba modul pada populasi yang lebih luas dan beragam, mengembangkan modul serupa untuk materi fisika lainnya, serta mengintegrasikannya ke dalam bentuk digital interaktif agar lebih menarik dan mudah diakses.

Berdasarkan kesimpulan di atas, peneliti menyampaikan beberapa saran. Bagi guru fisika, modul ini dapat digunakan sebagai bahan ajar tambahan dengan mengoptimalkan kegiatan eksperimen dan refleksi yang telah tersedia. Bagi pihak sekolah, modul ini dapat dijadikan sebagai salah satu sumber belajar pendukung implementasi Kurikulum Merdeka. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan uji coba dengan desain eksperimen yang lebih ketat, mengembangkan modul digital yang lebih interaktif, serta mengukur pengaruhnya terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi dan motivasi belajar siswa secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
Arifin, A., Ashari, A., & Sriyono, S. (2017). Pengembangan modul

- fisika dengan pendekatan active learning guna meningkatkan keaktifan dan hasil belajar siswa kelas X SMA Negeri 10 Purworejo. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, *10*(1), 7-12. <https://doi.org/10.37729/radiasi.v10i1>
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University* (4th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. Indiana University.
- Kemendikdasmen. (2025). *Naskah Akademik Pembelajaran Mendalam: Menuju Pendidikan Bermutu untuk Semua*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Kosasih, E. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Lestari, A. D., Sutarno, Rohadi, N., Sakti, I., & Nirwana. (2021). Pengembangan modul fisika berbasis science, environment, technology, and society (SETS) untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa SMA pada materi usaha dan energi. *Jurnal Kumparan Fisika*, *4*(2), 101-110. <https://doi.org/10.33369/jkf.4.2.101-110>
- OECD. (2022). *PISA 2022 Results*. Paris: OECD Publishing.
- Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Sari, L. P., Fauzi, R., Lubis, I. S., & Siregar, D. A. (2024). Pengembangan modul fisika berbasis problem based learning (PBL) berorientasi higher order thinking skill (HOTS) pada materi fluida statis. *Jurnal Education and Development*, *12*(2), 524-528. <https://doi.org/10.37081/ed.v12i2.6409>
- Trigwell, K., & Prosser, M. (2004). Development and use of the approaches to teaching inventory. *Educational Psychology Review*, *16*(4), 409-424. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0006-5>
- Wiandari, K. H., Hakim, L., & Sulistyowati, R. (2023). Pengembangan e-modul fisika berbasis problem based learning pada materi fluida statis untuk siswa SMA. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) UIN Alauddin Makassar*, *11*(1), 55-64. <https://doi.org/10.24127/jpf.v11i1.7285>
- Widarto, Suparmi, & Sarwanto. (2016). Pengembangan modul fisika berbasis CTL pada fluida statis dan fluida dinamis untuk meningkatkan prestasi fisika SMA kelas XI IPA. *Jurnal Inkuiri*, *5*(1), 9-20. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v5i1.9496>
- Wijayanti, R., & Sasmita, E. (2025). Efektivitas pendekatan deep learning terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis dan menulis kreatif siswa sekolah menengah. *Jurnal Penelitian Pendidikan Modern*, *13*(1), 71-86.
- Yusuf, M., & Anjani, R. (2021). Hubungan antara pembelajaran mendalam dan kreativitas siswa dalam pembelajaran bahasa. *Jurnal Psikologi Pendidikan*, 6(3), 145-160.