

Pelatihan Pembuatan Bahan Ajar Digital dengan Pendekatan Etnofisika Berbantuan *Augmented Reality* (AR) pada MGMP Fisika Kabupaten Majene

Andi Saddia¹, Bilferi Hutapea^{2*}, Nur Afni³, Andi Anggraeni⁴, Suci Ramadhani⁵

^{1,3,4,5}Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Guru PAUD, Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

e-mail : bilferi.hutapea@unsulbar.ac.id

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Article history:

Diterima: 30 Agustus 2026

Direvisi: 29 September 2026

Disetujui: 30 September 2026

Available online

DOI:

10.31605/sipakaraya.v5i1.7049

How to cite (APA):

Saddia, A., Hutapea, B., Afni, N, Anggraeni, A., & Ramadhani, S. (2026).

Pelatihan Pembuatan Bahan Ajar Digital dengan Pendekatan Etnofisika Berbantuan *Augmented Reality* (AR) pada MGMP Fisika Kabupaten Majene. *Sipakaraya : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 135–150.

ISSN 2963-3885



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Abstrak

Perkembangan teknologi digital menuntut guru fisika mampu mengembangkan bahan ajar interaktif, kontekstual, dan memvisualisasikan konsep abstrak. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru MGMP Fisika Kabupaten Majene dalam mengembangkan bahan ajar digital berbasis etnofisika berbantuan *Augmented Reality* (AR). Kegiatan dilaksanakan pada bulan Agustus 2026 dan diikuti 15 guru melalui sosialisasi, penyampaian materi, demonstrasi, praktik, diskusi, dan pendampingan. Peserta mengidentifikasi potensi budaya Mandar yang relevan dengan konsep fisika serta mengembangkan visualisasi menggunakan Assemblr EDU dan Unity+Vuforia. Evaluasi dilakukan menggunakan instrumen pretest dan posttest yang terdiri atas 20 soal pilihan ganda yang mengukur pengetahuan dan pemahaman guru mengenai konsep etnofisika, pengembangan bahan ajar digital, serta penerapan *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran fisika. Rata-rata skor meningkat dari 58,13 pada pretest menjadi 83,20 pada posttest dengan N-gain 0,60 kategori sedang. Hasil menunjukkan pelatihan meningkatkan kompetensi peserta dan memperkuat pembelajaran fisika berbasis budaya lokal. Evaluasi dilakukan menggunakan instrumen pretest dan posttest yang terdiri atas 20 soal pilihan ganda yang mengukur pengetahuan dan pemahaman guru mengenai konsep etnofisika, pengembangan bahan ajar digital, serta penerapan *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran fisika.

Kata kunci : Bahan Ajar, Etnofisika, *Augmented Reality*, Assemblr Edu, MGMP Fisika.

Abstract

Water The development of digital technology requires physics teachers to develop interactive and contextual teaching materials that can visualize abstract concepts. This community service activity aimed to improve the knowledge and skills of teachers in the Majene Physics Teachers' Association (MGMP) in developing digital teaching materials based on ethnophysics and supported by Augmented Reality (AR). The activity was conducted on August, 2026, involving 15 physics teachers through socialization, material presentation, demonstrations, practice, discussions, and mentoring. Participants identified Mandar cultural elements relevant to physics concepts and developed learning visualizations using Assemblr EDU and Unity+Vuforia. The evaluation was conducted using pretest and posttest instruments consisting of 20 multiple-choice questions that measure teachers' knowledge and understanding of the concept of ethnophysics, the development of digital teaching materials,

and the application of Augmented Reality (AR) in physics learning. The average score increased from 58.13 in the pretest to 83.20 in the posttest, with an N-gain of 0.60, categorized as moderate. The results indicate that the training improved participants' competencies and strengthened culturally contextualized physics learning.

Keywords : *Teaching Materials, Ethnophysics, Augmented Reality, Assemblr Edu, MGMP Physics Teacher.*

PENDAHULUAN

Transformasi digital telah membawa perubahan terhadap berbagai aspek pendidikan, termasuk cara guru merancang, menyajikan, dan mengembangkan sumber belajar. Pemanfaatan teknologi digital memberikan peluang bagi guru untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih interaktif, variatif, dan sesuai dengan karakteristik peserta didik. Bahan ajar tidak lagi hanya disajikan dalam bentuk buku cetak, tetapi dapat dikembangkan melalui perpaduan teks, gambar, video, animasi, simulasi, dan objek tiga dimensi. Pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran juga berpotensi meningkatkan efektivitas kegiatan pembelajaran karena memberikan ruang yang lebih luas bagi guru dan peserta didik dalam mengakses serta mengeksplorasi informasi (Permata & Munir, 2024).

Kebutuhan terhadap inovasi bahan ajar digital menjadi semakin penting dalam pembelajaran fisika. Fisika merupakan salah satu bidang ilmu yang mempelajari berbagai fenomena alam melalui konsep-konsep yang sebagian bersifat abstrak. Peserta didik sering mengalami kesulitan dalam memahami materi fisika ketika konsep hanya disajikan dalam bentuk persamaan matematis atau penjelasan verbal. Kesulitan tersebut dapat muncul karena siswa belum mampu menghubungkan representasi matematis dengan fenomena nyata yang terjadi di lingkungan sekitarnya (Vuztsari & Diyana, 2024). Kondisi tersebut juga berkaitan dengan motivasi belajar siswa karena pembelajaran yang kurang menarik dan kurang memberikan pengalaman konkret dapat memengaruhi keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran (Ferawati et al., 2020).

Pengembangan bahan ajar digital menjadi salah satu alternatif untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut. Melalui bahan ajar digital, konsep fisika dapat disajikan dalam berbagai bentuk representasi sehingga peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang lebih kaya. Pemanfaatan media digital juga dapat meningkatkan motivasi dan ketertarikan siswa karena materi dapat disampaikan secara lebih interaktif dibandingkan penggunaan media konvensional semata (Rakhman et al., 2024). Dalam konteks pengembangan kompetensi guru, kegiatan pelatihan pengembangan bahan ajar digital juga telah menunjukkan bahwa pendampingan dan praktik langsung dapat membantu meningkatkan kemampuan guru dalam menghasilkan inovasi pembelajaran (Talita et al., 2023).

Salah satu teknologi yang memiliki potensi besar untuk mendukung visualisasi konsep fisika adalah Augmented Reality (AR). Teknologi ini memungkinkan objek virtual ditampilkan dalam lingkungan nyata sehingga pengguna dapat mengamati objek digital secara lebih visual dan interaktif. Dalam pembelajaran fisika, AR dapat digunakan untuk membantu memvisualisasikan konsep yang sulit diamati secara langsung, seperti struktur objek, proses, gerak, tekanan, gelombang, atau fenomena lainnya. Pengembangan bahan ajar digital berbasis etnofisika dengan bantuan AR sebelumnya juga menunjukkan bahwa integrasi teknologi digital dengan konteks pembelajaran dapat memberikan alternatif dalam menghadirkan pengalaman belajar yang lebih sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 (Virijai & Asrizal, 2023).

Selain penggunaan teknologi, pengembangan pembelajaran fisika perlu memperhatikan konteks kehidupan dan lingkungan peserta didik. Pendekatan etnofisika memberikan peluang untuk menghubungkan konsep-konsep fisika dengan pengetahuan lokal, budaya, teknologi tradisional, serta aktivitas masyarakat. Pendekatan tersebut menjadikan budaya bukan sekadar pelengkap dalam pembelajaran, tetapi dapat digunakan sebagai titik awal untuk memahami fenomena ilmiah.

Kabupaten Majene memiliki kekayaan budaya Mandar yang berpotensi menjadi sumber belajar fisika. Salah satu contoh yang dapat digunakan adalah perahu Sandeq. Perahu tradisional tersebut

dapat dikaji melalui berbagai konsep fisika, seperti fluida, gaya apung, tekanan, keseimbangan, gerak, energi, dan mekanika. Aktivitas masyarakat pesisir, teknologi tradisional, serta fenomena lingkungan laut juga dapat digunakan sebagai konteks untuk membantu siswa memahami hubungan antara konsep fisika dan kehidupan sehari-hari (Irmawati et al., 2025).

Pendekatan pembelajaran yang mempertimbangkan konteks sosial dan budaya peserta didik memiliki relevansi penting dalam pembelajaran fisika. Penelitian mengenai pembelajaran fisika berbasis *Culturally Responsive Teaching* menunjukkan bahwa konteks budaya dapat digunakan untuk menghubungkan materi pembelajaran dengan pengalaman nyata siswa (Alibas et al., 2025). Hal tersebut memperkuat pentingnya guru memiliki kemampuan dalam mengidentifikasi dan mengembangkan potensi lingkungan lokal menjadi sumber belajar.

Dalam konteks Kabupaten Majene, MGMP Fisika memiliki peran strategis sebagai wadah kolaborasi guru dalam meningkatkan kompetensi profesional. MGMP dapat menjadi ruang untuk berbagi pengalaman, mengembangkan perangkat pembelajaran, mendiskusikan kesulitan pembelajaran, serta menghasilkan inovasi yang dapat diterapkan secara bersama-sama. Hasil penelitian sebelumnya mengenai kemampuan *Pedagogical Content Knowledge* guru fisika SMA/MA di Kabupaten Majene juga menunjukkan pentingnya pengembangan kompetensi guru secara berkelanjutan, khususnya dalam mengintegrasikan penguasaan materi dengan strategi pembelajaran yang sesuai (Aliyah et al., 2023).

Pengembangan kompetensi guru pada era digital tidak hanya berkaitan dengan kemampuan menggunakan perangkat teknologi, tetapi juga kemampuan memilih teknologi yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Teknologi perlu digunakan sebagai sarana untuk memperkuat proses belajar, bukan sekadar sebagai pelengkap. Oleh karena itu, pelatihan yang memberikan kesempatan kepada peserta untuk memahami konsep, mengamati contoh, mencoba teknologi, dan menghasilkan produk secara langsung menjadi penting dalam peningkatan kapasitas guru.

Pengalaman kegiatan penelitian dan pengabdian sebelumnya yang melibatkan pemanfaatan teknologi pembelajaran juga menunjukkan bahwa proses pelatihan berbasis praktik dapat memberikan pengalaman langsung kepada peserta dalam menggunakan media digital. Pengembangan media interaktif berbasis aplikasi digital, pemanfaatan ICT dalam pembelajaran, serta berbagai kegiatan digitalisasi menunjukkan pentingnya proses pendampingan dalam meningkatkan kapasitas pengguna teknologi (Hutapea et al., 2022; Maulina & Hutapea, 2023; Hutapea et al., 2024).

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Saddia, Faizal, dan Hutapea (2025) mengenai pengembangan bahan ajar digital model OE3C-etnofisika berbantuan AR menunjukkan relevansi yang kuat antara pengembangan bahan ajar digital, konteks budaya, teknologi AR, dan pembelajaran fisika. Rekam jejak tersebut menjadi salah satu landasan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian ini, khususnya dalam mentransformasikan hasil penelitian mengenai pengembangan inovasi pembelajaran menjadi kegiatan peningkatan kapasitas guru.

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan dalam bentuk pelatihan pembuatan bahan ajar digital dengan pendekatan etnofisika berbantuan AR pada MGMP Fisika Kabupaten Majene. Kegiatan dirancang untuk memberikan pengalaman kepada guru dalam mengidentifikasi konteks budaya Mandar yang relevan dengan konsep fisika serta mengembangkannya menjadi bahan ajar digital menggunakan teknologi AR.

Tujuan kegiatan ini adalah meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru MGMP Fisika Kabupaten Majene dalam mengembangkan bahan ajar digital berbasis etnofisika dengan bantuan teknologi AR, sekaligus mendorong pemanfaatan budaya lokal Mandar sebagai konteks pembelajaran fisika yang lebih kontekstual, visual, dan bermakna.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif berbasis kebutuhan mitra (*participatory needs-based approach*). Guru MGMP Fisika SMA/SMK Kabupaten Majene berperan aktif dalam identifikasi masalah, perancangan solusi, pelatihan, praktik pengembangan produk, evaluasi, dan perencanaan keberlanjutan program. Pendekatan ini dipilih agar

pengetahuan dan keterampilan teknologi yang diperoleh dapat diterapkan secara langsung dalam pembelajaran. Program dilaksanakan selama lima bulan dengan intensitas pendampingan disesuaikan dengan kebutuhan mitra dan tahapan pengembangan produk. Kegiatan bertempat di Aula Perkumpulan MGMP Fisika SMA Negeri 2 Majene dengan peserta 15 guru fisika dari berbagai SMA/SMK di Kabupaten Majene.

Pelaksanaan kegiatan terdiri atas enam tahapan, yaitu (1) persiapan dan analisis kebutuhan, (2) sosialisasi, (3) pelatihan, (4) penerapan teknologi dan praktik pengembangan produk, (5) pendampingan dan evaluasi, serta (6) keberlanjutan program.

1. Persiapan dan Analisis Kebutuhan

Tahap awal dilakukan melalui observasi, koordinasi dengan pengurus MGMP, dan focus group discussion (FGD) untuk mengidentifikasi kondisi pembelajaran, pemanfaatan media dan bahan ajar digital, tingkat penguasaan teknologi, ketersediaan perangkat, serta kebutuhan guru dalam penerapan Augmented Reality (AR). Hasil identifikasi digunakan untuk merumuskan kebutuhan bersama mitra dan menjadi dasar penyusunan materi, bahan ajar, perangkat pendukung, perangkat lunak, serta instrumen evaluasi.

2. Sosialisasi Program

Sosialisasi bertujuan memberikan pemahaman mengenai tujuan, manfaat, tahapan, dan target program. Peserta diperkenalkan pada pengembangan bahan ajar digital, konsep etnofisika, serta pemanfaatan budaya dan lingkungan lokal Mandar sebagai sumber belajar fisika, termasuk kehidupan masyarakat pesisir dan perahu Sandeq. Peserta juga diperkenalkan pada konsep dasar AR dan potensinya dalam memvisualisasikan objek serta fenomena fisika yang abstrak.

3. Pelatihan Pengembangan Bahan Ajar Digital Berbasis Etnofisika

Pelatihan menggunakan metode ekspositori, demonstrasi, diskusi, praktik langsung, dan refleksi. Materi meliputi karakteristik bahan ajar digital, pemilihan media, pendekatan etnofisika, identifikasi fenomena budaya yang berkaitan dengan konsep fisika, serta penggunaan teknologi digital dan AR. Perangkat lunak yang diperkenalkan meliputi Assemblr EDU, Unity+Vuforia, Canva, PhET, dan Google Classroom sesuai kebutuhan dan tingkat penguasaan peserta. Demonstrasi dilakukan secara langsung dan diikuti praktik menggunakan perangkat masing-masing peserta.

4. Penerapan Teknologi dan Praktik Pengembangan Produk

Peserta mempraktikkan pengembangan bahan ajar dengan menentukan materi fisika, mengidentifikasi fenomena budaya lokal Mandar yang relevan, menganalisis keterkaitannya dengan konsep fisika, kemudian menyusun konten berupa uraian konsep, ilustrasi, objek visual, pertanyaan pemantik, dan elemen interaktif. Selanjutnya peserta membuat atau memilih objek digital dan mengintegrasikan elemen AR ke dalam bahan ajar. Proses dilakukan dengan prinsip learning by doing, disertai diskusi, pemecahan kendala, dan kolaborasi antarguru.

5. Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan dilakukan selama praktik untuk membantu peserta mengatasi kendala teknis dan pedagogis, termasuk pengoperasian aplikasi, integrasi objek digital, penyusunan konten, serta kesesuaian bahan ajar dengan tujuan pembelajaran. Produk ditinjau berdasarkan ketepatan konsep fisika, keterbacaan, kualitas visual, relevansi budaya, dan kemudahan penggunaan.

Evaluasi dilakukan melalui pretest dan posttest menggunakan 20 soal pilihan ganda yang mengukur pemahaman etnofisika dan budaya Mandar, pengetahuan pengembangan bahan ajar digital, serta pemahaman dan penerapan AR dalam pembelajaran fisika. Instrumen menggunakan skor 1 untuk jawaban benar dan 0 untuk jawaban salah, kemudian dikonversi ke skala 0–100. Instrumen yang sama digunakan pada pretest dan posttest serta divalidasi oleh ahli pembelajaran fisika dan ahli media. Data dianalisis secara deskriptif melalui perbandingan skor rata-rata dan normalized gain (N-gain). Evaluasi

juga mempertimbangkan keterlibatan peserta, kemampuan mengikuti praktik, kendala yang dihadapi, dan perkembangan produk.

6. Keberlanjutan Program

Keberlanjutan dilakukan dengan memperkuat peran MGMP sebagai komunitas profesional dalam mengembangkan, berbagi, dan menyempurnakan bahan ajar digital berbasis etnofisika. Produk hasil pelatihan diarahkan untuk diimplementasikan dalam pembelajaran, dievaluasi berdasarkan umpan balik peserta didik, dan disempurnakan sesuai kebutuhan. Dalam jangka panjang, MGMP diharapkan dapat membangun bank bahan ajar digital berbasis etnofisika yang memuat berbagai materi fisika dengan konteks budaya lokal Mandar.

Secara keseluruhan, metode pelaksanaan PKM membentuk siklus yang dimulai dari identifikasi kebutuhan, penguatan pemahaman, pelatihan teknologi, praktik pengembangan produk, pendampingan dan evaluasi, hingga implementasi dan pengembangan berkelanjutan. Alur ini diarahkan untuk meningkatkan kemampuan guru dalam memanfaatkan teknologi digital sekaligus mengintegrasikan budaya lokal Mandar sebagai sumber belajar fisika yang kontekstual dan bermakna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) dilaksanakan pada 29 Agustus 2026 di Aula Perkumpulan MGMP Fisika SMA Negeri 2 Majene dengan melibatkan 15 orang guru fisika anggota MGMP SMA/SMK Kabupaten Majene. Pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif berbasis kebutuhan mitra dengan menempatkan guru sebagai subjek aktif dalam proses identifikasi permasalahan, penerimaan materi, praktik pengembangan bahan ajar, evaluasi, dan perencanaan keberlanjutan program.

Adapun hasil dari penghitungan hasil pretest dan posttest pada pelaksanaan kegiatan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data hasil pretest dan posttest pelaksanaan kegiatan.

Statistik	Pretest	Posttest
Jumla Peserta (N)	15	15
Nilai Maksimum	71	90
Nilai Minimum	45	72
Rata-rata (Mean)	58,13	83,20
Standart Deviasi (SD)	7,57	5,27
Peningkatan rata-rata	25,07	
N gain	0,60 (Kategori Sedang)	

Berdasarkan Tabel 1, pelaksanaan evaluasi melibatkan 15 peserta yang mengikuti pretest dan posttest. Hasil pretest menunjukkan nilai minimum 45, maksimum 71, rata-rata 58,13, dan standar deviasi 7,57, sedangkan hasil posttest menunjukkan nilai minimum 72, maksimum 90, rata-rata 83,20, dan standar deviasi 5,27. Dengan demikian, terjadi peningkatan nilai rata-rata sebesar 25,07 poin setelah peserta mengikuti kegiatan pelatihan. Berdasarkan perhitungan *normalized gain* (N-gain), diperoleh nilai sebesar 0,60 yang termasuk dalam kategori sedang, sehingga hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan dan pemahaman peserta setelah mengikuti kegiatan, khususnya dalam pengembangan bahan ajar digital berbasis etnofisika dan pemanfaatan *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran fisika.

Pelaksanaan kegiatan mengacu pada enam tahapan utama, yaitu (1) persiapan dan analisis kebutuhan, (2) sosialisasi program, (3) pelatihan pengembangan bahan ajar digital berbasis etnofisika, (4) penerapan teknologi melalui praktik pengembangan produk, (5) pendampingan dan evaluasi, serta (6) keberlanjutan program. Keenam tahapan tersebut dilaksanakan secara berkesinambungan sehingga

kegiatan tidak hanya berorientasi pada pengenalan teknologi, tetapi juga pada kemampuan guru mengintegrasikan teknologi dengan konsep fisika dan konteks budaya lokal.

a. Tahap Persiapan dan Analisis Kebutuhan

Tahap persiapan diawali melalui komunikasi dan koordinasi dengan pengurus MGMP Fisika Kabupaten Majene serta identifikasi kondisi pembelajaran fisika dan pemanfaatan teknologi digital oleh guru. Proses identifikasi dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai pengalaman guru dalam menggunakan media digital, kebutuhan terhadap bahan ajar inovatif, serta kesiapan peserta dalam memanfaatkan teknologi Augmented Reality (AR).

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa kebutuhan guru tidak hanya berkaitan dengan penguasaan aplikasi, tetapi juga dengan kemampuan merancang bahan ajar yang memiliki keterkaitan antara materi fisika, fenomena kehidupan sehari-hari, budaya lokal, dan teknologi digital. Temuan tersebut menjadi dasar dalam menentukan materi pelatihan dan bentuk praktik yang diberikan kepada peserta.

Selain koordinasi, dilakukan diskusi dengan peserta untuk menggali pengalaman dan kendala dalam pembelajaran fisika. Diskusi tersebut memberikan ruang bagi guru untuk menyampaikan kebutuhan berdasarkan pengalaman pembelajaran di sekolah. Hasilnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan contoh bahan ajar, materi demonstrasi, serta aktivitas praktik selama kegiatan.

b. Tahap Sosialisasi Program

Tahap sosialisasi diarahkan untuk membangun pemahaman peserta mengenai tujuan, manfaat, tahapan kegiatan, dan produk yang diharapkan. Peserta diperkenalkan dengan urgensi pemanfaatan bahan ajar digital dalam pembelajaran fisika, terutama untuk membantu memvisualisasikan konsep-konsep yang sulit diamati secara langsung.

Pada tahap ini juga diperkenalkan konsep etnofisika, yaitu upaya menghubungkan konsep-konsep fisika dengan pengetahuan, aktivitas, teknologi tradisional, lingkungan, dan budaya masyarakat. Dalam konteks Majene, peserta diarahkan untuk mengidentifikasi potensi budaya dan lingkungan Mandar sebagai sumber belajar. Salah satu contoh yang dibahas adalah perahu Sandeq dan berbagai aktivitas masyarakat pesisir yang berpotensi dikaitkan dengan konsep mekanika, gaya, tekanan, fluida, keseimbangan, maupun konsep fisika lainnya.

Peserta selanjutnya diperkenalkan dengan konsep dasar AR dan contoh penerapannya dalam pembelajaran fisika. Demonstrasi menunjukkan bahwa AR dapat digunakan untuk menghadirkan objek tiga dimensi dan representasi visual yang dapat diamati melalui perangkat digital. Dengan demikian, peserta memperoleh gambaran awal mengenai hubungan antara kebutuhan pembelajaran, konteks etnofisika, dan teknologi AR.

c. Tahap Pelatihan Pengembangan Bahan Ajar Digital

Pelatihan merupakan tahapan inti kegiatan. Penyampaian materi dilakukan melalui kombinasi pemaparan, demonstrasi, diskusi, praktik langsung, dan refleksi. Pola tersebut memungkinkan peserta memperoleh pemahaman secara bertahap, mulai dari konsep bahan ajar digital, pendekatan etnofisika, hingga penggunaan teknologi untuk menghasilkan bahan ajar.

Materi pelatihan mencakup karakteristik bahan ajar digital, prinsip pemilihan media, struktur bahan ajar, identifikasi fenomena etnofisika, serta integrasi teknologi digital dalam pembelajaran fisika. Peserta juga diperkenalkan dengan beberapa aplikasi yang dapat mendukung pengembangan bahan ajar, yaitu Assemblr EDU, Unity dan Vuforia, Canva, PhET, serta Google Classroom.

Demonstrasi dilakukan dengan menampilkan langkah-langkah penggunaan aplikasi melalui layar. Setelah setiap tahapan demonstrasi, peserta diberikan kesempatan untuk mempraktikkan kembali prosedur tersebut menggunakan perangkat masing-masing. Hasil observasi selama kegiatan menunjukkan bahwa peserta mulai mampu mengikuti proses pembuatan dan penyajian objek digital serta memahami fungsi masing-masing teknologi dalam mendukung bahan ajar fisika.



Gambar 1. Pemberian materi etnofisika pada pembuatan bahan ajar digital

Dokumentasi kegiatan pada Gambar 1 memperlihatkan proses penyampaian materi etnofisika dalam pengembangan bahan ajar digital yang berlangsung secara interaktif. Peserta mengikuti pemaparan materi yang disertai dengan demonstrasi penggunaan teknologi melalui media visual. Setelah memperoleh penjelasan dan contoh prosedur, peserta diberikan kesempatan untuk mencoba kembali tahapan penggunaan teknologi menggunakan perangkat masing-masing. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pelaksanaan pelatihan tidak hanya berorientasi pada penyampaian informasi secara satu arah, tetapi memberikan ruang bagi peserta untuk terlibat secara aktif dalam proses pengamatan, diskusi, eksplorasi, dan praktik penggunaan teknologi sebagai persiapan untuk mengembangkan bahan ajar digital berbasis etnofisika.

d. Tahap Penerapan Teknologi dan Praktik Pengembangan Produk

Setelah memperoleh pemahaman dasar, peserta memasuki tahap praktik pengembangan bahan ajar. Praktik diawali dengan menentukan materi fisika yang akan dikembangkan dan mengidentifikasi fenomena budaya atau lingkungan lokal yang memiliki keterkaitan dengan materi tersebut. Peserta kemudian menganalisis hubungan antara fenomena lokal dengan konsep fisika. Proses ini dilakukan untuk memastikan bahwa budaya lokal tidak hanya digunakan sebagai ilustrasi, tetapi memiliki hubungan konseptual dengan materi pembelajaran. Selanjutnya peserta menyusun konten bahan ajar yang meliputi uraian konsep, gambar atau ilustrasi, pertanyaan pemantik, objek visual, dan elemen interaktif.

Pada tahap berikutnya peserta melakukan pembuatan atau pemilihan objek digital dan mengintegrasikannya ke dalam bahan ajar. Salah satu konteks yang dikembangkan adalah lingkungan pesisir dan perahu Sandeq yang dapat digunakan untuk mengantarkan pembelajaran pada konsep fisika tertentu. Peserta juga mencoba memanfaatkan objek tiga dimensi melalui AR sebagai sarana visualisasi.

Proses praktik berlangsung dengan prinsip *learning by doing*. Peserta mencoba secara langsung, menemukan kendala, melakukan perbaikan, dan berdiskusi dengan tim pelaksana maupun peserta lainnya. Hasil praktik menunjukkan bahwa peserta mulai mampu menghubungkan tiga komponen utama dalam pengembangan bahan ajar, yaitu fenomena budaya lokal, konsep fisika, dan teknologi digital.



Gambar 2. Pelatihan Pembuatan Bahan Ajar dengan Augmented Reality (AR).

e. Tahap Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan dilakukan selama proses praktik untuk membantu peserta mengatasi kendala teknis maupun pedagogis. Pendampingan mencakup pengoperasian aplikasi, pemilihan dan pengintegrasian objek digital, penyusunan konten, serta penyesuaian bahan ajar dengan tujuan pembelajaran.

Selain pendampingan produk, evaluasi dilakukan melalui pretest dan posttest untuk memperoleh gambaran perubahan pengetahuan dan keterampilan peserta setelah mengikuti pelatihan. Hasil kegiatan pengabdian yang dilakukan tersebut menunjukkan adanya peningkatan penguasaan peserta setelah mengikuti rangkaian pelatihan secara khusus dalam membuat materi ajar fisika dengan pendekatan etnofisika dengan menggunakan bantuan Augmented Reality (AR).

Selain data kuantitatif, hasil observasi selama praktik menunjukkan adanya perubahan kemampuan peserta dalam mengikuti prosedur pengembangan bahan ajar. Pada awal kegiatan, peserta lebih banyak berperan sebagai penerima informasi melalui pemaparan dan demonstrasi. Pada tahap praktik, keterlibatan peserta meningkat karena mereka mulai melakukan identifikasi fenomena, memilih materi fisika, mencoba aplikasi, mengembangkan objek digital, serta mendiskusikan hasil pengembangan dengan peserta lain dan tim pelaksana.

f. Tahap Keberlanjutan Program

Tahap keberlanjutan diarahkan untuk mendorong pemanfaatan hasil pelatihan setelah kegiatan selesai. Produk yang dihasilkan selama pelatihan diposisikan sebagai prototipe awal yang masih dapat disempurnakan melalui penambahan konten, perbaikan desain visual, penyesuaian dengan tujuan pembelajaran, serta implementasi di kelas.

MGMP Fisika Kabupaten Majene juga diarahkan untuk menjadi ruang kolaborasi dalam mengembangkan dan berbagi bahan ajar digital. Dalam jangka panjang, hasil kegiatan berpotensi dikembangkan menjadi bank bahan ajar digital fisika berbasis budaya Mandar yang memuat berbagai materi fisika SMA/SMK sesuai dengan potensi lingkungan dan budaya lokal.



Gambar 3. Foto bersama TIM pengabdian Unsulbar dengan MGMP Fisika Kabupaten Majene

2. Pembahasan

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Guru-guru MGMP Fisika Kabupaten Majene setelah mengikuti pelatihan. Rata-rata skor meningkat sebesar 25,07 poin, dari 58,13 menjadi 83,20, sedangkan nilai N-gain sebesar 0,60 menunjukkan peningkatan pada kategori sedang. Secara deskriptif, temuan tersebut menunjukkan bahwa intervensi pelatihan memberikan perubahan positif terhadap penguasaan peserta terhadap materi yang diberikan.

Peningkatan tersebut dapat dipahami berdasarkan karakteristik pelatihan yang tidak hanya menggunakan metode ceramah, tetapi mengombinasikan pemaparan materi, demonstrasi, praktik langsung, pendampingan, diskusi, dan refleksi. Kombinasi tersebut memungkinkan peserta memperoleh

pengetahuan konseptual sekaligus pengalaman prosedural. Guru tidak hanya mengetahui fungsi teknologi AR, tetapi juga mengalami sendiri tahapan memilih konteks, merancang materi, menggunakan aplikasi, dan mengintegrasikan objek digital ke dalam bahan ajar.

Temuan tersebut memperlihatkan bahwa peningkatan kompetensi guru dalam teknologi pembelajaran lebih memungkinkan terjadi ketika pelatihan memberikan pengalaman langsung. Guru memperoleh kesempatan untuk mengubah pengetahuan deklaratif mengenai teknologi menjadi keterampilan operasional melalui aktivitas praktik. Dengan demikian, hasil peningkatan skor tidak terlepas dari desain pelatihan yang bersifat *learning by doing* dan memberikan pendampingan selama proses pengembangan produk.

Hasil tersebut juga sejalan dengan kegiatan pengabdian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pelatihan teknologi pembelajaran melalui kombinasi penyampaian materi, demonstrasi, simulasi, praktik, dan evaluasi dapat membantu meningkatkan kompetensi guru dalam memanfaatkan media digital. Pengalaman pelatihan media interaktif berbasis Kahoot yang dilakukan Hutapea dan tim, misalnya, menunjukkan pentingnya pengalaman penggunaan teknologi secara langsung dalam pengembangan kompetensi guru. Demikian pula, kegiatan pelatihan berbasis Quizizz yang memadukan pemaparan materi, diskusi, simulasi, dan evaluasi menunjukkan bahwa pendekatan praktik dapat mendukung kemampuan guru dalam mengadopsi teknologi pembelajaran.

Namun demikian, nilai *N-gain* 0,60 perlu ditafsirkan secara hati-hati. Nilai tersebut menunjukkan peningkatan yang cukup berarti, tetapi belum dapat menjadi dasar untuk menyatakan hubungan kausal secara kuat bahwa peningkatan tersebut sepenuhnya disebabkan oleh pelatihan. Kegiatan tidak menggunakan kelompok kontrol dan evaluasi dilakukan dalam konteks kegiatan PKM. Oleh karena itu, temuan lebih tepat diinterpretasikan sebagai indikasi peningkatan kemampuan peserta setelah memperoleh intervensi pelatihan.

Temuan penting lainnya bukan hanya peningkatan skor evaluasi, tetapi perubahan kemampuan peserta dalam memahami cara menggunakan teknologi untuk tujuan pedagogis. Pada awal kegiatan, teknologi AR berpotensi dipahami sebagai aplikasi untuk menghasilkan objek tiga dimensi. Setelah mengikuti demonstrasi dan praktik, peserta diarahkan untuk mempertimbangkan hubungan antara teknologi, karakteristik materi, dan tujuan pembelajaran.

Perubahan tersebut penting karena kompetensi teknologi guru tidak cukup diukur berdasarkan kemampuan mengoperasikan aplikasi. Penguasaan teknologi yang bermakna dalam pembelajaran terjadi ketika guru mampu menentukan teknologi apa yang digunakan, untuk materi apa, bagaimana teknologi tersebut digunakan, dan tujuan pembelajaran apa yang hendak dicapai.

Dalam kegiatan ini, AR ditempatkan sebagai alat untuk mengatasi keterbatasan representasi objek fisika yang sulit diamati secara langsung. Objek tiga dimensi memungkinkan guru memberikan pengalaman visual yang lebih konkret dibandingkan representasi dua dimensi pada buku atau slide presentasi. Dengan demikian, penggunaan AR memiliki fungsi pedagogis, terutama dalam mendukung visualisasi konsep dan memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif.

Hasil tersebut memperkuat temuan pengembangan bahan ajar digital berbasis OE3C-etnofisika berbantuan AR oleh Saddia, Amir, dan Hutapea (2025), yang menunjukkan potensi integrasi teknologi digital dan etnofisika dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi fluida. Temuan tersebut relevan dengan kegiatan PKM ini karena menunjukkan bahwa teknologi AR dapat dikembangkan bukan sebagai unsur yang berdiri sendiri, tetapi sebagai bagian dari desain bahan ajar yang mengintegrasikan konten fisika dan konteks lokal.

Peningkatan keterampilan peserta juga terlihat pada kemampuan mengidentifikasi fenomena lokal sebagai konteks pembelajaran. Peserta tidak hanya diarahkan untuk menggunakan objek budaya sebagai gambar atau dekorasi, tetapi menganalisis hubungan antara objek tersebut dengan konsep fisika. Pendekatan ini memberikan perubahan penting dalam cara guru memandang sumber belajar. Lingkungan sekitar dan budaya masyarakat dapat diposisikan sebagai sumber fenomena yang dapat digunakan untuk mengonstruksi konsep fisika. Dalam konteks Majene, kehidupan masyarakat pesisir

dan budaya Mandar menyediakan berbagai fenomena yang memungkinkan dikembangkan menjadi konteks pembelajaran.

Salah satu contoh adalah perahu Sandeq. Objek budaya tersebut tidak hanya memiliki nilai historis dan identitas budaya, tetapi juga memiliki berbagai aspek yang dapat dianalisis menggunakan konsep fisika. Guru dapat menggunakannya sebagai titik awal untuk membahas gaya, keseimbangan, tekanan, fluida, gerak, maupun konsep mekanika lainnya sesuai dengan karakteristik materi yang diajarkan.

Temuan ini konsisten dengan penelitian Saddia, Amir, dan Hutapea (2024) yang mengintegrasikan budaya lokal Mandar melalui pendekatan *Ethno-Scientific Issue* dalam pembelajaran fisika. Integrasi konteks budaya tersebut menunjukkan bahwa fenomena lokal dapat digunakan sebagai konteks pembelajaran yang mendukung literasi fisika dan kemampuan berpikir kritis siswa.

Dengan demikian, kegiatan PKM ini memperluas penerapan gagasan tersebut pada aspek pengembangan kapasitas guru. Jika penelitian sebelumnya menekankan penerapan konteks budaya dalam pembelajaran siswa, kegiatan ini menempatkan guru sebagai pengembang bahan ajar yang mampu mengidentifikasi dan mengintegrasikan budaya lokal ke dalam pembelajaran fisika.

Keunggulan utama kegiatan ini terletak pada integrasi etnofisika dan AR, bukan pada penggunaan salah satu pendekatan secara terpisah. Etnofisika memberikan konteks yang dekat dengan pengalaman peserta didik, sedangkan AR memberikan mekanisme visualisasi dan interaksi terhadap objek atau fenomena tersebut. Hubungan tersebut dapat digambarkan sebagai suatu alur pedagogis: fenomena budaya → identifikasi konsep fisika → representasi digital → visualisasi AR → eksplorasi konsep oleh peserta didik. Melalui alur tersebut, objek budaya yang semula hanya dikenal dalam kehidupan sehari-hari dapat diubah menjadi sumber belajar yang memiliki nilai ilmiah dan pedagogis.

Sinergi tersebut juga relevan dengan penelitian Alibas et al. (2025) yang mengembangkan model pembelajaran yang mengintegrasikan pendekatan budaya dengan pembelajaran fisika untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Temuan tersebut memperkuat argumentasi bahwa konteks budaya dapat menjadi bagian integral dalam desain pembelajaran fisika, bukan sekadar tambahan pada materi.

Dalam konteks kegiatan PKM, AR memberikan nilai tambah karena objek budaya yang nyata dapat direpresentasikan kembali dalam bentuk digital. Guru dapat mengembangkan representasi objek yang memungkinkan peserta didik mengamati bagian tertentu, melihat objek dari berbagai sudut, dan menghubungkannya dengan konsep fisika. Dengan demikian, integrasi etnofisika dan AR berpotensi menciptakan bahan ajar yang lebih kontekstual sekaligus memberikan pengalaman visual yang lebih kaya.

Peningkatan keterampilan peserta juga tidak dapat dilepaskan dari proses pendampingan. Hasil pelaksanaan menunjukkan adanya perbedaan tingkat penguasaan teknologi antar peserta. Sebagian peserta dapat mengikuti demonstrasi dengan relatif cepat, sementara peserta lainnya membutuhkan bantuan tambahan ketika memasuki tahap praktik.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pelatihan teknologi pembelajaran membutuhkan pendekatan yang adaptif. Demonstrasi saja belum tentu cukup untuk menghasilkan keterampilan operasional karena peserta memiliki pengalaman dan tingkat literasi digital yang berbeda. Pendampingan memungkinkan peserta memperoleh bantuan ketika menghadapi kendala teknis sekaligus memperoleh umpan balik mengenai rancangan bahan ajar yang dikembangkan.

Temuan ini sejalan dengan pengalaman pengabdian Sutrisno et al. (2026) yang menekankan pentingnya kombinasi pelatihan, evaluasi, dan pendampingan dalam mendukung keberlanjutan pemanfaatan teknologi digital. Dengan demikian, pendampingan dalam PKM ini tidak hanya berfungsi sebagai bantuan teknis, tetapi juga sebagai mekanisme untuk memastikan bahwa teknologi yang digunakan tetap berada dalam kerangka tujuan pembelajaran.

Secara keseluruhan, hasil kegiatan menunjukkan bahwa pelatihan memberikan tiga capaian utama. Pertama, terjadi peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta, yang ditunjukkan oleh peningkatan rata-rata skor sebesar 25,07 poin dan N-gain sebesar 0,60. Kedua, guru memperoleh

pengalaman dalam mengembangkan bahan ajar digital berbantuan AR. Ketiga, guru mulai mampu menghubungkan konsep fisika dengan konteks budaya Mandar dalam pengembangan bahan ajar.

Ketiga capaian tersebut memiliki implikasi penting bagi pembelajaran fisika di Kabupaten Majene. Pengembangan bahan ajar berbasis etnofisika memungkinkan pembelajaran lebih dekat dengan lingkungan kehidupan peserta didik, sedangkan AR memberikan alternatif untuk memvisualisasikan objek dan fenomena yang sulit dihadirkan secara langsung.

Meskipun demikian, kegiatan ini masih memiliki keterbatasan. Evaluasi efektivitas dilakukan melalui desain pretest-posttest tanpa kelompok pembandingan sehingga belum dapat memastikan efek kausal pelatihan secara kuat. Selain itu, produk yang dikembangkan dalam kegiatan masih berada pada tahap prototipe dan memerlukan uji coba lebih lanjut kepada peserta didik untuk mengetahui kepraktisan, keterterapan, dan dampaknya terhadap hasil belajar.

Oleh karena itu, tindak lanjut yang penting adalah melakukan implementasi bahan ajar di kelas, memperoleh umpan balik dari peserta didik, melakukan revisi produk, serta mengembangkan bank bahan ajar digital berbasis etnofisika secara kolaboratif melalui MGMP. Dengan mekanisme tersebut, hasil PKM dapat berkembang dari pelatihan individual menuju penguatan komunitas profesional guru dan budaya inovasi pembelajaran fisika di Kabupaten Majene.

KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) berupa pelatihan pembuatan bahan ajar digital berbasis etnofisika berbantuan Augmented Reality (AR) telah dilaksanakan pada 29 Agustus 2026 di Aula Perkumpulan MGMP SMA Negeri 2 Majene dengan melibatkan 15 guru fisika MGMP Fisika SMA/SMK Kabupaten Majene. Kegiatan melalui penyampaian materi, demonstrasi, diskusi, praktik, dan pendampingan berhasil meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta dalam mengembangkan bahan ajar digital yang kontekstual dengan budaya dan lingkungan lokal Mandar.

Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan rata-rata skor dari 58,13 pada pretest menjadi 83,20 pada posttest, dengan peningkatan sebesar 25,07 poin dan nilai N-gain 0,60 dalam kategori sedang. Peserta juga memperoleh pengalaman dalam memanfaatkan Assemblr EDU serta mengenal Unity dan Vuforia untuk pengembangan AR. Integrasi etnofisika dan AR berpotensi mendukung pembelajaran fisika yang lebih kontekstual dan visual dengan menghubungkan konsep fisika, budaya Mandar, dan lingkungan sekitar.

Keberlanjutan program diarahkan melalui pendampingan pascapelatihan, penyempurnaan dan implementasi bahan ajar, serta pengembangan bank bahan ajar digital berbasis etnofisika melalui kolaborasi MGMP. Dengan demikian, program diharapkan dapat memperkuat kompetensi guru sekaligus mendorong pemanfaatan teknologi digital dan budaya lokal dalam pembelajaran fisika secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang tulus kami sampaikan kepada Universitas Sulawesi Barat (UNSULBAR) atas dukungan penuh yang telah diberikan melalui program DIPA Unsulbar Tahun 2026 dalam pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kemitraan yang berjudul *Pelatihan Pembuatan Bahan Ajar Digital Dengan Pendekatan Etnofisika Berbantuan Augmented Reality (AR) Pada MGMP Fisika Kabupaten Majene*. Fasilitas akademik, serta kepercayaan yang diberikan kepada TIM PKM menjadi fondasi penting dalam keberhasilan program ini. Dukungan institusi tidak hanya memungkinkan terlaksananya pelatihan secara teknis, tetapi juga memperkuat komitmen kami sebagai bagian dari sivitas akademika dalam mewujudkan peran nyata perguruan tinggi bagi masyarakat.

Kami juga menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada MGMP Fisika Kabupaten Majene yang telah menerima dan mendukung kegiatan ini dengan antusiasme tinggi. Kerja sama yang terjalin selama proses pelaksanaan, mulai dari tahap persiapan hingga pendampingan, menunjukkan semangat kolaboratif yang luar biasa antara akademisi dan sekolah secara khusus guru fisika dalam membangun ekosistem literasi yang berkelanjutan.

Semoga kolaborasi antara perguruan tinggi, sekolah, dan masyarakat tetap terjalin dengan baik dan membuka ruang untuk mewujudkan pendidikan yang merata dan bermutu di seluruh pelosok negeri. Sinergisitas yang telah terbangun dalam kegiatan ini dapat terus berlanjut dan menjadi inspirasi bagi seluruh MGMP di Kabupaten Majene dalam meningkatkan kapasitas pengetahuan dan keterampilan digital guru.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyah, N., Mutmainnah, & Saddia, A. (2023). Analisis kemampuan *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) guru fisika SMA/MA berdasarkan masa kerja di Kabupaten Majene. *J-J-HEST*, 5(2), 235–245.
- Alibas, F., Agung, A., & Hutapea, B. (2025). Model LAPS (*Logan Avenue Problem Solving*)-Heuristic berbasis *Culturally Responsive Teaching* untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika FKIP UM Metro*, 13(2), 192–208.
- Ferawati, A., Krismawanti, D., & Ningtyas, S. (2020). Mengidentifikasi motivasi siswa dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan: Riset & Konseptual*, 4(3), 351–356.
- Hutapea, B., Hasbahuddin, Badu, M., Maisarah, & Vimkarlin. (2025). *Flipped learning* berbasis *Value Clarification Technique Case Study* (VCTCS) terhadap penguatan profil pelajar Pancasila dan hasil belajar siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 18(2), 80–89.
- Hutapea, B., Hasbahuddin, & Irmawati. (2024). Revitalisasi perpustakaan desa untuk meningkatkan literasi di Desa Banua Sendana. *CARADDE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2), 274–284.
- Hutapea, B., Musdar, & Kalsum, U. (2022). Pembuatan media interaktif literasi numerasi berbasis aplikasi Kahoot. *JKM: Jurnal Kemitraan Masyarakat*, 1(1).
- Irmawati, I., Mauliana, A., & Hutapea, B. (2025). Ethno-STEAM based ReMIS (read, make video, identify, solve problem) learning model to improve critical thinking abilities and digital literacy. *Jurnal Gantang*, 10(2), 277 – 288. <https://doi.org/10.31629/jg.v10i2.7843>
- Khobir, A., Saniyyah, S., Adji, M., & Saputra, W. (2025). Implementasi UU No. 14 Tahun 2005 dalam pengembangan kompetensi profesional guru era modern. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(4), 820–829.
- Maulina, I., & Hutapea, B. (2023). Pemanfaatan ICT untuk meningkatkan pemahaman mandiri siswa dalam pembelajaran Bahasa Inggris di SMP Gloria International. *Pengabdian Pendidikan Indonesia*, 1(1), 1–10.
- Murtini, S., Prasetya, S., Utami, W., & Widodo, B. (2025). Pemanfaatan artificial intelligence untuk pembelajaran MGMP guru IPS di Magetan. *ABDIMAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 179–185.
- Permata, A., & Munir. (2024). Pemanfaatan teknologi digital dalam inovasi pembelajaran untuk meningkatkan efektifitas kegiatan di kelas. *Jurnal Digitech*, 4(2), 977–983.
- Rakhman, P. A., Salsyabila, A., & Nuramalia, N. (2024). Meningkatkan motivasi belajar siswa melalui media pembelajaran digital dan konvensional. *Jurnal Inovasi Pembelajaran di Sekolah*, 5(2), 615–622.
- Saddia, A., Amir Faizal, & Hutapea, B. (2025). Pengembangan bahan ajar digital model OE3C-Etnofisika berbantuan *Augmented Reality* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi fisika siswa. *JPF: Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(1), 467–478.
- Sutrisno, S., Hutapea, B., Musdar, M., Vimkarlin, V., Afni, N., & Aulia, N. (2026). Pelatihan digitalisasi perpustakaan Desa Tondok Bakaru Kabupaten Mamasa untuk meningkatkan literasi dan numerasi. *Sipakaraya: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 254–263.
- Talita, S., Rosdiana, R., Ruyatul, H., & Suhilman. (2023). Pengembangan bahan ajar digital flipbook dalam meningkatkan kompetensi guru MGMP Bahasa Indonesia SMA Kota Bogor. *Jurnal Pengabdian Masyarakat: Swarna*, 2(1), 169–177.
- Tuada, R. N., Hutapea, B., & Fauziah, A. (2025). PjBL berbasis *scaffolding* dalam kreativitas mahasiswa: Tinjauan dari beban kognitif dan memori kerja. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 5(3), 1246–1258.

- Virijai, F., & Asrizal, A. (2023). Development of ethnophysics-based augmented reality assisted digital teaching material for 21st century learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.4583>
- Vuztsari, H., & Diyana, T. (2024). Analisis kesulitan beserta tinjauan tingkat motivasi belajar mata pelajaran fisika pada peserta didik SMA. *Jurnal Liminous*, 5(1), 8.