

Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality (AR) untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar di Daerah 3T Kabupaten Sabu Raijua, Nusa Tenggara Timur

Fathan zarkasi^{1*}, Maya Fitria²

^{1,2} Program studi Geografi, Uiversitas Muhammadiyah Mataram, Indonesia

* Corresponding author: fathan01@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history Received : July 03, 2026 Revised : July 05, 2026 Accepted : July 19, 2026 Published : July 26, 2026 Keywords MSMEs, Digitalization, Global Recession, Economic Resilience, Community Service.  License by CC-BY-SA Copyright © 2025, The Author(s).	The execution of this community service activity was based on the low science literacy among elementary school students in Frontier, Outermost, and Underdeveloped (3T) regions, particularly in Sabu Raijua Regency, East Nusa Tenggara. The limited availability of visual learning aids makes abstract science concepts difficult to comprehend. This activity aimed to enhance the science literacy of elementary school students by utilizing Augmented Reality (AR)-based learning media that is interactive and adaptive to local conditions. Method: The method applied in this service program involved structured training and mentoring (action research). The target participants included elementary school teachers and students in the partner region. Implementation stages consisted of an AR technology introduction workshop for teachers, a classroom simulation of the science AR application, and intensive mentoring during the teaching and learning process. To overcome infrastructure and network constraints in the 3T region, the AR application was designed to be fully accessible offline. The program's success was evaluated using pre-test and post-test instruments measuring science literacy skills, alongside student response questionnaires. Results: The results demonstrated a significant increase in students' science literacy achievements, particularly in understanding abstract natural concepts. The use of AR media successfully boosted student enthusiasm, motivation, and active engagement in classroom learning, reaching a "very good" category. Conclusion: This community service program concludes that the appropriate use of AR technology is proven to be an effective and innovative solution to address disparities in science education quality across 3T regions, while simultaneously enhancing teachers' pedagogical capacity to integrate simple learning technology.
<i>How to cite:</i> Zarkasi et al. (2026). Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality (AR) untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar di Daerah 3T Kabupaten Sabu Raijua, Nusa Tenggara Timur. <i>Journal of Community Development and Empowerment</i>, 2(4), 100-107. https://doi.org/10.70716/jocdem.v2i4.719	

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan pilar utama dalam peningkatan kualitas sumber daya manusia sekaligus instrumen strategis untuk memutus rantai kemiskinan dan ketertinggalan suatu daerah. Di era modern ini, penguasaan literasi sains menjadi salah satu kompetensi krusial yang harus dimiliki oleh generasi muda agar mampu bersaing dan beradaptasi dengan perkembangan teknologi yang masif. Literasi sains bukan sekadar kemampuan membaca teks ilmiah, melainkan kapasitas individu untuk memahami fenomena alam, mengidentifikasi pertanyaan, menarik kesimpulan berdasarkan bukti, serta mengambil keputusan yang tepat terkait interaksi manusia dengan alam (Sutrisno, 2021). Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa mutu pendidikan dan tingkat literasi sains di Indonesia masih mengalami ketimpangan yang sangat tajam, terutama jika membandingkan sekolah-sekolah di wilayah perkotaan dengan lembaga pendidikan yang berada di kawasan pelosok atau perbatasan.

Ketimpangan pendidikan ini menjadi pemandangan yang sangat kontras di wilayah-wilayah yang masuk ke dalam kategori Daerah Tertinggal, Terdepan, dan Terluar (3T). Salah satu wilayah yang menghadapi tantangan geografis dan infrastruktur yang sangat berat adalah Kabupaten Sabu Raijua yang terletak di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Sebagai daerah kepulauan yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia, Sabu Raijua mengalami keterisolasian geografis yang berdampak langsung pada lambatnya distribusi sarana, prasarana, serta pembaruan mutu pendidikan (Prasetyo & Utami, 2022). Ketimpangan akses ini diperparah oleh keterbatasan fasilitas transportasi dan komunikasi, yang pada akhirnya menempatkan anak-anak usia sekolah dasar di wilayah ini berada pada posisi yang tidak diuntungkan dalam mendapatkan hak pendidikan sains yang berkualitas dan kontekstual.

Kondisi pembelajaran sains pada tingkat sekolah dasar di Kabupaten Sabu Raijua sejauh ini masih didominasi oleh metode konvensional yang berpusat pada guru (teacher-centered). Ketidadaan laboratorium, minimnya buku bacaan bermutu, serta langkanya alat peraga visual yang memadai memaksa para guru untuk

menyampaikan materi sains yang bersifat abstrak hanya melalui narasi tekstual atau gambar dua dimensi yang kurang jelas di papan tulis (Wulandari & Kurniawan, 2023). Hal ini menyebabkan pembelajaran sains menjadi mata pelajaran yang dianggap membosankan, menakutkan, dan sulit dipahami oleh siswa. Konsep-konsep dasar seperti siklus air, tata surya, struktur tubuh makhluk hidup, dan gejala alam akhirnya hanya dihafalkan oleh siswa demi mengejar nilai ujian, tanpa adanya internalisasi konsep atau pemahaman mendalam yang melandasi kemampuan literasi sains mereka.

Rendahnya literasi sains di tingkat sekolah dasar berdampak sistemik pada rendahnya kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah kontekstual bagi siswa di masa depan. Berdasarkan pengamatan awal dan wawancara dengan beberapa praktisi pendidikan di Sabu Raijua, siswa kerap kesulitan menghubungkan apa yang mereka pelajari di dalam kelas dengan fenomena alam yang terjadi di lingkungan sekitar mereka (Rahmawati et al., 2024). Padahal, sebagai daerah pesisir dan kepulauan yang rentan terhadap perubahan iklim dan bencana alam, masyarakat Sabu Raijua sangat membutuhkan generasi muda yang memiliki literasi sains yang kuat agar mampu menjaga kelestarian lingkungan dan mengelola potensi lokal secara berkelanjutan. Oleh karena itu, penguatan literasi sains sejak dini di bangku sekolah dasar tidak lagi sekadar pilihan kurikulum, melainkan kebutuhan mendesak bagi keberlangsungan wilayah tersebut.

Di sisi lain, perkembangan teknologi digital global sebenarnya menawarkan peluang besar untuk mereduksi kesenjangan kualitas pendidikan di daerah terpencil. Salah satu teknologi imersif yang berkembang pesat dan mulai diadopsi dalam dunia pendidikan global adalah Augmented Reality (AR). Teknologi AR bekerja dengan cara mengintegrasikan objek virtual dua dimensi atau tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata secara real-time (Azuma, 1997; Pratama, 2022). Dalam konteks pembelajaran sains, AR memiliki kemampuan luar biasa untuk memvisualisasikan konsep-konsep yang semula bersifat abstrak, mikroskopis, atau terlalu besar menjadi objek visual interaktif yang seolah-olah hadir langsung di hadapan siswa. Hal ini dapat menjembatani keterbatasan alat peraga fisik di sekolah-sekolah pelosok dengan menghadirkan "laboratorium virtual" yang kaya akan stimulus visual.

Meskipun potensi teknologi AR sangat besar, pemanfaatannya di daerah 3T seperti Kabupaten Sabu Raijua menghadapi dinding pembatas yang tebal berupa keterbatasan infrastruktur digital. Masalah utama yang kerap dijumpai di daerah 3T adalah ketidakstabilan pasokan listrik dan buruknya sinyal jaringan internet (Nugroho & Handayani, 2023). Apabila sebuah inovasi teknologi pendidikan dirancang dengan ketergantungan penuh pada koneksi internet berkecepatan tinggi atau gawai berspesifikasi mutakhir, maka program tersebut dipastikan akan gagal atau tidak berkelanjutan di daerah 3T. Oleh sebab itu, diperlukan sebuah pendekatan inovatif berupa pengembangan dan pemanfaatan aplikasi AR yang dirancang khusus dengan fitur ramah gawai berspesifikasi rendah serta dapat diakses sepenuhnya secara luring (offline) setelah proses instalasi awal selesai dilakukan.

Selain kendala infrastruktur teknologi, faktor kesiapan guru selaku fasilitator utama di dalam kelas juga menjadi tantangan krusial tersendiri. Sebagian besar guru sekolah dasar di Kabupaten Sabu Raijua belum mendapatkan pelatihan yang memadai mengenai pemanfaatan teknologi instruksional modern dalam pembelajaran (Hidayat & Saputra, 2024). Terjadi kegagapan teknologi (*technophobia*) atau persepsi keliru bahwa penggunaan gawai di kelas hanya akan merusak konsentrasi belajar anak. Akibatnya, bantuan gawai atau fasilitas digital yang sesekali diterima oleh pihak sekolah sering kali berakhir di dalam lemari penyimpanan tanpa pernah dioptimalkan untuk menunjang kegiatan belajar mengajar sehari-hari. Tanpa adanya intervensi berupa transfer pengetahuan dan pendampingan intensif kepada para guru, kehadiran teknologi mutakhir sekalipun tidak akan memberikan dampak transformatif terhadap kualitas literasi sains siswa.

Melihat urgensi dan kompleksitas permasalahan yang dihadapi oleh mitra di lapangan, tim pengabdian kepada masyarakat memandang perlu untuk melaksanakan sebuah program intervensi yang komprehensif, terarah, dan berkelanjutan. Program pengabdian ini hadir untuk menjembatani kesenjangan tersebut dengan mengusung program bertajuk "Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality (AR) untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar di Daerah 3T Kabupaten Sabu Raijua, Nusa Tenggara Timur". Melalui kegiatan ini, tim pengabdian tidak hanya mendistribusikan teknologi, tetapi juga membangun ekosistem pembelajaran digital yang adaptif dengan kondisi keterbatasan lokal, sehingga esensi dari pemerataan kualitas pendidikan dapat benar-benar dirasakan oleh masyarakat di beranda depan Indonesia (Sanjaya, 2025).

Pendekatan yang diterapkan dalam program pengabdian ini sengaja dirancang secara partisipatif dan kolaboratif dengan melibatkan komunitas guru setempat secara aktif. Guru-guru tidak diposisikan sebagai

objek penerima bantuan semata, melainkan sebagai mitra strategis dan agen perubahan (agent of change) yang akan meneruskan keberlanjutan program ini di masa mendatang (Wijaya & Lestari, 2021). Melalui metode pendampingan terstruktur (action research), tim pengabdian bersama-sama dengan pihak sekolah mengidentifikasi materi sains apa saja dalam kurikulum yang paling sulit dipahami oleh siswa, untuk kemudian disimulasikan penjelasannya menggunakan bantuan media visual interaktif berbasis kartu atau marker AR yang telah dipersiapkan sebelumnya.

Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini secara garis besar dibagi ke dalam beberapa tahapan krusial untuk menjamin tercapainya output program yang optimal. Tahap pertama dimulai dengan lokakarya pengenalan teknologi AR dan pelatihan pengoperasian aplikasi bagi para guru, di mana para guru dilatih untuk memasang, mengoperasikan, dan mengatasi masalah teknis sederhana pada aplikasi AR luring. Tahap kedua adalah tahap simulasi terbimbing di dalam kelas, di mana guru mempraktikkan langsung penggunaan media AR di depan siswa dengan didampingi oleh tim pengabdian guna meminimalkan kegugupan instruksional. Tahap ketiga adalah tahap implementasi mandiri oleh guru yang disertai dengan evaluasi berkala mengenai dinamika respons siswa serta efektivitas media dalam meningkatkan retensi pemahaman sains anak (Ramadhan & Sari, 2023).

Penerapan teknologi AR luring ini diproyeksikan mampu memberikan pengalaman belajar yang revolusioner bagi siswa sekolah dasar di Kabupaten Sabu Raijua. Melalui visualisasi tiga dimensi yang interaktif, siswa dapat mengamati bagaimana bumi berputar mengelilingi matahari, bagaimana struktur organ dalam tubuh manusia bekerja, atau bagaimana proses metamorfosis kupu-kupu terjadi secara mendetail hanya dengan mengarahkan kamera gawai ke selebar kartu kertas (marker). Pengalaman belajar yang melibatkan aspek visual, auditori, dan kinestetik secara simultan ini diyakini mampu meningkatkan keterlibatan emosional dan kognitif siswa dalam belajar, sehingga materi sains yang semula dianggap kering dan membosankan berubah menjadi petualangan ilmiah yang menyenangkan (Putri et al., 2022).

Lebih jauh lagi, pemanfaatan media AR ini diharapkan mampu mengikis mitos bahwa pendidikan berbasis teknologi canggih hanya bisa dinikmati oleh anak-anak yang bersekolah di kota-kota besar di Pulau Jawa atau kota provinsi saja. Anak-anak di daerah 3T seperti Sabu Raijua juga memiliki hak dan potensi kognitif yang sama besarnya jika diberikan stimulus dan fasilitas pembelajaran yang setara (Setyawan, 2024). Dengan tumbuhnya rasa percaya diri, antusiasme, dan rasa ingin tahu yang tinggi melalui penggunaan media AR, diharapkan fondasi literasi sains siswa sekolah dasar di daerah ini dapat kokoh terbangun, yang pada gilirannya akan mendorong capaian hasil belajar mereka pada mata pelajaran sains secara keseluruhan.

Keberhasilan program pengabdian kepada masyarakat ini nantinya tidak hanya diukur berdasarkan aspek kualitatif berupa kegembiraan siswa saat belajar, tetapi juga diuji secara kuantitatif yang valid untuk melihat efektivitas dampak akademisnya. Tim pengabdian menerapkan instrumen tes kemampuan literasi sains yang baku melalui mekanisme pre-test sebelum intervensi AR diterapkan, serta post-test setelah serangkaian pembelajaran berbasis AR selesai dilaksanakan (Fahmi & Maryani, 2023). Selain itu, penyebaran angket respon siswa dan lembar observasi aktivitas guru dilakukan secara berkala untuk memetakan sejauh mana perubahan perilaku pedagogis guru dan tingkat kepuasan siswa terhadap metode pembelajaran baru yang diperkenalkan ini.

Melalui artikel pengabdian kepada masyarakat ini, tim penulis ingin mendokumentasikan, menganalisis, serta menyebarkan hasil-hasil positif, kendala operasional, serta solusi alternatif yang ditemukan selama pelaksanaan program di Kabupaten Sabu Raijua. Harapannya, model pengabdian yang mengintegrasikan teknologi imersif luring di daerah minim infrastruktur ini dapat menjadi rujukan ilmiah, inspirasi, sekaligus cetak biru (blueprint) bagi akademisi, praktisi pendidikan, pemerintah daerah, maupun komunitas pengabdian lainnya yang memiliki fokus serupa dalam memajukan kualitas pendidikan di wilayah 3T lainnya di seluruh pelosok Nusantara (Kusuma & Wardani, 2025).

Secara keseluruhan, pendahuluan ini menegaskan bahwa inovasi teknologi pendidikan tidak boleh bersifat eksklusif, melainkan harus inklusif dan mampu beradaptasi dengan keterbatasan ruang serta geografis. Melalui kolaborasi yang sinergis antara perguruan tinggi sebagai pusat inovasi dan sekolah dasar di daerah 3T sebagai garda terdepan pendidikan dasar, pemanfaatan teknologi Augmented Reality diharapkan mampu menjadi jembatan peradaban yang membawa anak-anak di Kabupaten Sabu Raijua melompat melampaui keterbatasan fisik sekolah mereka, menuju pemahaman literasi sains yang sejajar dengan standar global demi menyongsong masa depan Indonesia yang lebih cerah dan berkeadilan.

METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat ini dirancang menggunakan pendekatan penelitian tindakan partisipatif (action research) yang dipadukan dengan pendampingan teknologi terstruktur. Pendekatan ini menempatkan tim pengabdian dan komunitas mitra—dalam hal ini guru dan siswa sekolah dasar di Kabupaten Sabu Raijua, Nusa Tenggara Timur—sebagai mitra sejajar yang bergerak bersama dalam memecahkan masalah rendahnya literasi sains di wilayah 3T tersebut. Pelaksanaan program secara keseluruhan dibagi menjadi tiga tahapan utama yang sistematis, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan inti, dan tahap evaluasi keberlanjutan. Pada tahap persiapan, tim pengabdian melakukan analisis kebutuhan kurikulum sains sekolah dasar, merancang visualisasi tiga dimensi (3D) materi sains yang abstrak (seperti tata surya, siklus air, dan anatomi makhluk hidup), serta mengembangkan aplikasi Augmented Reality (AR) berbasis Android yang dirancang khusus agar dapat dijalankan sepenuhnya secara luring (offline) tanpa memerlukan kuota internet pasca-instalasi, guna meniadakan kendala keterbatasan jaringan di daerah 3T.

Memasuki tahap pelaksanaan inti, kegiatan pertama yang dilakukan adalah menyelenggarakan lokakarya intensif pengenalan teknologi AR dan pelatihan aspek pedagogis digital bagi para guru sekolah dasar mitra. Dalam lokakarya ini, tim pengabdian mentransfer pengetahuan teknis mengenai cara mengoperasikan aplikasi AR luring, mendistribusikan berkas mentah aplikasi, serta membagikan kartu penanda (marker cards) cetak yang berfungsi sebagai pemicu visual objek 3D. Guru-guru dibimbing secara personal untuk mengatasi masalah teknis (troubleshooting) sederhana pada gawai mereka masing-masing agar mengatasi ketakutan terhadap teknologi (technophobia). Setelah para guru dinilai cakap, tahap berikutnya adalah simulasi terbimbing dan implementasi langsung di dalam kelas. Pada fase ini, guru mempraktikkan pengajaran sains menggunakan media AR di hadapan para siswa, sementara tim pengabdian bertindak sebagai fasilitator yang mengobservasi jalannya interaksi instruksional dan siap memberikan dukungan teknis instan jika diperlukan, sehingga proses transisi metode mengajar konvensional ke berbasis imersif dapat berjalan lancar.

Untuk mengukur dampak akademis dan efektivitas intervensi media AR terhadap peningkatan literasi sains siswa secara akurat, pengabdian ini menggunakan desain penelitian pra-eksperimen berbentuk One-Group Pretest-Posttest Design. Instrumen evaluasi kuantitatif yang digunakan terdiri dari soal tes kemampuan literasi sains yang telah divalidasi, yang mencakup aspek pemahaman konsep, kemampuan mengidentifikasi fenomena ilmiah, serta interpretasi bukti empiris. Tes ini diberikan sebanyak dua kali, yakni tes awal (pre-test) sebelum siswa diperkenalkan dengan teknologi AR untuk mengetahui pemahaman dasar mereka, dan tes akhir (post-test) setelah seluruh rangkaian sesi pembelajaran interaktif AR selesai dilaksanakan. Selain instrumen tes kognitif, tim pengabdian juga mengumpulkan data pendukung kualitatif dan afektif melalui penyebaran angket respon siswa untuk mengukur tingkat kepuasan, motivasi, dan kemudahan penggunaan aplikasi, serta melakukan lembar observasi aktivitas mengajar guru guna memetakan adaptasi perilaku pedagogis di ruang kelas.

Tahap akhir dari metode pelaksanaan ini berfokus pada evaluasi hasil dan perumusan strategi keberlanjutan program (sustainability) pasca-intervensi tim pengabdian. Data kuantitatif yang diperoleh dari skor pre-test dan post-test dianalisis menggunakan uji statistik komparatif (seperti paired sample t-test atau uji N-Gain score) untuk melihat signifikansi efektivitas media terhadap peningkatan literasi sains siswa. Hasil evaluasi ini kemudian didiskusikan bersama pihak manajemen sekolah dan perwakilan guru dalam sebuah forum refleksi akhir. Guna menjamin keberlanjutan pemanfaatan teknologi, tim pengabdian menyerahkan dokumen panduan penggunaan aplikasi AR, master berkas aplikasi digital, serta mencetak puluhan set kartu marker AR siap pakai untuk diarsipkan di perpustakaan sekolah. Dengan demikian, meskipun program pengabdian dari perguruan tinggi telah selesai, para guru secara mandiri dapat terus mengintegrasikan media AR luring ini pada tahun-tahun ajaran berikutnya, mewujudkan kemandirian digital pendidikan di beranda depan Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat (PkM) yang bertujuan untuk meningkatkan literasi sains siswa sekolah dasar melalui media Augmented Reality (AR) di Kabupaten Sabu Raijua, Nusa Tenggara Timur, telah berhasil dilaksanakan sesuai dengan linimasa yang direncanakan. Hasil awal dari

kegiatan ini ditandai dengan terealisasinya tahap persiapan, di mana tim pengabdian berhasil mengembangkan aplikasi AR sains luring bernama "AR-Sains Sabu" yang ramah gawai berspesifikasi rendah. Aplikasi ini memuat tiga modul materi utama yang disesuaikan dengan Kurikulum Merdeka untuk tingkat sekolah dasar, yaitu Sistem Tata Surya, Siklus Air Kontekstual, dan Anatomi Makhluk Hidup. Selain perangkat lunak, tim pengabdian juga memproduksi puluhan set kartu penanda (marker cards) fisik yang dicetak menggunakan bahan tahan air agar tidak mudah rusak saat digunakan oleh anak-anak di daerah pesisir. Ketersediaan infrastruktur digital luring ini menjadi fondasi krusial sebelum intervensi langsung dilakukan di sekolah mitra.

Tahap berikutnya yang menjadi titik awal transfer pengetahuan adalah pelaksanaan lokakarya intensif bagi para guru sekolah dasar di Kabupaten Sabu Raijua. Pada sesi ini, tim pengabdian memetakan bahwa mayoritas guru (sekitar 75%) awalnya memiliki tingkat literasi digital yang rendah dan mengidap gejala technophobia, di mana mereka merasa khawatir gawai akan merusak fokus belajar siswa atau merusak sistem perangkat sekolah. Melalui pendekatan personal dan asistensi satu-per-satu (one-on-one coaching), tim pengabdian melatih para guru mulai dari proses instalasi aplikasi via Bluetooth atau kabel data—guna menyalakan koneksi internet—hingga teknik memegang gawai dan mengarahkan kamera ke kartu marker secara presisi. Hasil dari lokakarya ini menunjukkan perubahan paradigma yang luar biasa; para guru yang semula skeptis mulai menyadari bahwa teknologi digital dapat dikendalikan sepenuhnya secara luring dan memiliki potensi besar untuk mempermudah tugas mengajar mereka dalam menjelaskan fenomena alam yang rumit.

Setelah guru-guru menguasai aspek teknis operasional, kegiatan berlanjut pada tahap simulasi terbimbing di dalam ruang kelas nyata bersama para siswa. Implementasi ini dilakukan dengan membagi siswa ke dalam beberapa kelompok kecil, di mana setiap kelompok difasilitasi oleh satu gawai yang telah terpasang aplikasi AR dan satu set kartu marker. Saat kamera gawai diarahkan ke kartu tata surya, objek tiga dimensi berupa matahari dan planet-planet yang berputar pada orbitnya langsung muncul secara imersif di layar, lengkap dengan visualisasi teks penjelasan yang mudah dipahami. Fenomena visual ini memicu riuh rendah antusiasme dari para siswa yang selama ini hanya melihat gambar hitam-putih di buku teks usang. Pendampingan tim pengabdian pada fase ini memastikan bahwa guru tidak sekadar membiarkan siswa bermain dengan gawai, melainkan tetap mengarahkan fokus interaksi siswa pada konsep-konsep sains yang sedang ditayangkan oleh objek AR tersebut.

Dinamika pembelajaran di kelas berubah secara drastis dari yang semula pasif dan mengantuk menjadi sangat hidup dan interaktif. Berdasarkan lembar observasi aktivitas mengajar, para guru terbukti mampu mengintegrasikan media AR luring ini ke dalam rencana pelaksanaan pembelajaran dengan sangat baik. Guru tidak lagi menghabiskan waktu berjam-jam menggambar di papan tulis atau mendiktekan teks materi, melainkan bertindak sebagai fasilitator yang memandu diskusi kelompok kecil berdasarkan apa yang siswa lihat pada layar AR. Siswa secara bergantian memegang gawai, memutar posisi kartu untuk melihat objek dari berbagai sudut pandang (angle), serta mengajukan pertanyaan-pertanyaan kritis yang terkait dengan fenomena sains yang mereka amati. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran imersif mampu merangsang rasa ingin tahu (curiosity) yang merupakan modal utama dalam pembentukan karakter literasi sains pada anak usia dini.

Keberhasilan peningkatan aspek kognitif siswa dalam program pengabdian ini dibuktikan melalui analisis data kuantitatif hasil uji coba One-Group Pretest-Posttest. Sebelum intervensi penggunaan media AR dimulai, siswa diberikan soal pre-test kemampuan literasi sains yang menghasilkan nilai rata-rata kelas yang cukup memprihatinkan, yaitu sebesar 42,50 dari skala 100. Rendahnya nilai awal ini mengonfirmasi temuan di bagian pendahuluan bahwa metode hafalan tekstual tanpa alat peraga visual di daerah 3T membuat pemahaman sains siswa menjadi sangat rapuh dan dangkal. Banyak siswa yang keliru dalam membedakan proses evaporasi dan kondensasi pada siklus air, atau kesulitan membayangkan susunan planet dalam tata surya karena keterbatasan imajinasi spasial mereka terhadap ruang tiga dimensi.

Namun, setelah dilakukan serangkaian proses pembelajaran interaktif menggunakan media AR luring selama beberapa pertemuan, hasil post-test menunjukkan lonjakan capaian yang sangat signifikan. Nilai rata-

rata kemampuan literasi sains siswa meroket menjadi 81,25. Melalui analisis statistik lebih lanjut menggunakan uji N-Gain, diperoleh nilai rata-rata N-Gain score sebesar 0,67, yang mengindikasikan bahwa peningkatan kapasitas literasi sains siswa berada pada kategori "Sedang menuju Tinggi". Peningkatan tertinggi ditemukan pada indikator kemampuan memvisualisasikan fenomena ilmiah abstrak dan indikator penarikan kesimpulan berdasarkan bukti visual yang mereka saksikan langsung melalui simulasi objek 3D pada aplikasi AR tersebut.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pre-test dan Post-test Literasi Sains Siswa

Komponen Evaluasi	Rata-Rata Skor	Peningkatan (%)	Kategori Gain
Pre-test	42,50	-	-
Post-test	81,25	91,17%	Sedang

Pembahasan mendalam mengenai efektivitas teknologi AR ini berkaitan erat dengan teori pemrosesan informasi dalam psikologi pendidikan. Visualisasi 3D yang disajikan oleh AR membantu mereduksi beban kognitif (cognitive load) siswa dalam mencerna informasi yang bersifat abstrak. Saat mempelajari anatomi tubuh manusia atau sistem tata surya, otak anak-anak sekolah dasar yang menurut Jean Piaget masih berada pada tahap operasional konkret, sangat membutuhkan stimulus objek nyata atau yang menyerupai nyata untuk dapat membangun skema pemahaman dalam memori jangka panjang mereka. Media AR bertindak sebagai jembatan kognitif yang mengubah teks-teks kering menjadi representasi visual yang hidup, bergerak, dan bermakna, sehingga retensi memori siswa terhadap konsep-konsep sains tersebut bertahan jauh lebih lama dibandingkan dengan metode hafalan konvensional.

Selain dampak kognitif, pengabdian ini juga berhasil mengevaluasi aspek afektif dan psikomotorik siswa melalui angket respon yang disebarkan di akhir kegiatan. Hasil angket menunjukkan bahwa 94% siswa menyatakan "Sangat Setuju" bahwa belajar sains menggunakan aplikasi AR jauh lebih menyenangkan dan membuat mereka tidak takut lagi dengan pelajaran sains. Sebanyak 89% siswa juga menyatakan bahwa mereka menjadi lebih termotivasi untuk membaca buku-buku sains lainnya dengan harapan dapat menemukan penanda AR baru. Minat belajar yang tinggi ini merupakan indikator penting bahwa atmosfer akademis di sekolah dasar daerah 3T Kabupaten Sabu Raijua telah berhasil diubah menjadi lingkungan belajar yang positif, inklusif, dan berbasis pada pemecahan masalah ilmiah secara mandiri.

Meskipun program pengabdian ini mencatatkan keberhasilan yang memuaskan, tim pengabdian tidak menutup mata terhadap berbagai kendala operasional yang ditemukan di lapangan selama kegiatan berlangsung. Masalah utama yang sempat menghambat kelancaran simulasi adalah keterbatasan jumlah gawai yang dimiliki oleh pihak sekolah maupun orang tua siswa. Dalam satu kelas yang berisi 30 siswa, terkadang hanya tersedia 4 hingga 5 gawai yang memenuhi spesifikasi minimum untuk menjalankan fungsi kamera AR secara stabil. Akibatnya, tim pengabdian dan guru harus memodifikasi manajemen kelas dengan menerapkan sistem rotasi kelompok (station rotation) yang ketat, di mana kelompok yang belum mendapatkan giliran memegang gawai diarahkan untuk melakukan aktivitas diskusi lembar kerja atau membaca materi pengantar terlebih dahulu.

Kendala berikutnya yang dihadapi di Kabupaten Sabu Raijua adalah masalah manajemen daya listrik. Fluktuasi tegangan dan pemadaman listrik berkala yang sering terjadi di wilayah 3T menuntut tim pengabdian untuk selalu menyiapkan perangkat penyimpan daya portabel (power bank) berkapasitas besar selama proses pendampingan di kelas. Hal ini menjadi catatan penting dalam pembahasan bahwa implementasi teknologi digital di daerah terpencil tidak hanya membutuhkan kesiapan perangkat lunak dan perangkat keras, tetapi juga membutuhkan strategi mitigasi logistik energi yang matang agar proses transformasi pembelajaran tidak terhenti secara mendadak akibat faktor eksternal lingkungan.

Faktor kunci yang menjamin keberhasilan dan keberlanjutan (sustainability) dari program pengabdian ini adalah pelibatan aktif kelompok kerja guru (KKG) setempat. Melalui forum refleksi yang diadakan di akhir program, tim pengabdian secara resmi menyerahkan hak akses penuh terhadap master file aplikasi "AR-Sains Sabu", buku petunjuk teknis cetak, serta ratusan lembar kartu marker cadangan kepada kepala sekolah mitra. Komitmen keberlanjutan diwujudkan dengan kesepakatan bersama para guru untuk memasukkan pemanfaatan media AR luring ini ke dalam agenda rutin pembelajaran sains pada tahun-tahun ajaran

berikutnya, serta menyebarkan keterampilan teknis yang telah mereka peroleh kepada guru-guru dari sekolah dasar lain di wilayah gugus yang sama.

ecara teoritis dan praktis, hasil pengabdian masyarakat ini mematahkan asumsi bahwa penerapan teknologi pendidikan mutakhir berbiaya tinggi hanya cocok diimplementasikan di wilayah perkotaan yang kaya akan fasilitas internet. Dengan modifikasi arsitektur perangkat lunak yang tepat—yakni mengubah sistem pangkalan data menjadi berbasis luring lokal—teknologi imersif seperti Augmented Reality justru terbukti menjadi solusi yang sangat efisien dan berdaya guna tinggi di daerah 3T. Media AR mampu mendisrupsi keterbatasan fisik laboratorium sekolah pelosok dengan menghadirkan ruang praktikum virtual yang murah, aman, dan dapat digunakan berulang kali tanpa menghabiskan bahan habis pakai.

Dampak jangka panjang dari program ini diharapkan mampu meningkatkan posisi tawar mutu kelulusan siswa sekolah dasar di Kabupaten Sabu Raijua. Karakter literasi sains yang kuat yang ditanamkan sejak dini akan menjadi modal berharga bagi anak-anak perbatasan ini saat mereka melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi. Mereka tidak akan lagi merasa inferior atau gagap saat harus bersaing dengan siswa dari kota besar, karena mereka telah terbiasa berinteraksi dengan media pembelajaran berbasis teknologi digital orisinal yang melatih ketajaman berpikir kritis dan analitis mereka terhadap fenomena alam sekitar.

Keberhasilan transisi pedagogis yang ditunjukkan oleh para guru dalam mengadopsi teknologi AR ini juga memberikan kontribusi positif bagi peningkatan angka kredit profesionalisme guru di daerah terpencil. Pengalaman mengajar berbasis digital inovatif ini dapat didokumentasikan oleh para guru sebagai bagian dari karya inovasi pembelajaran dalam portofolio pengembangan keprofesian berkelanjutan mereka. Hal ini membuktikan bahwa program PkM ini memberikan dampak ganda (*multiplier effect*) yang tidak hanya menasar pada peningkatan kualitas kognitif siswa, melainkan juga pada penguatan kapasitas dan rasa percaya diri korps guru di beranda terdepan Indonesia.

Sebagai penutup bagian pembahasan, seluruh rangkaian capaian positif ini menegaskan pentingnya model kolaborasi berkelanjutan antara institusi pendidikan tinggi dan satuan pendidikan dasar di wilayah 3T. Perguruan tinggi harus terus berperan aktif sebagai motor penggerak hilirisasi riset teknologi tepat guna yang langsung menyentuh akar rumput permasalahan masyarakat. Dengan adanya komitmen yang kuat, keterbatasan geografis dan minimnya infrastruktur di Kabupaten Sabu Raijua terbukti bukanlah penghalang yang abadi, melainkan sebuah tantangan nyata yang berhasil ditundukkan melalui kreativitas, inovasi, dan dedikasi pengabdian demi terwujudnya keadilan sosial bagi seluruh rakyat Indonesia di bidang pendidikan.

KESIMPULAN

Program pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada pemanfaatan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) luring sukses memberikan solusi inovatif dalam mengatasi rendahnya literasi sains siswa sekolah dasar di daerah 3T Kabupaten Sabu Raijua, Nusa Tenggara Timur. Keterbatasan alat peraga fisik dan ketiadaan jaringan internet berhasil disiasati melalui aplikasi "AR-Sains Sabu" yang mampu menghadirkan visualisasi tiga dimensi interaktif secara mandiri tanpa kuota data. Melalui rangkaian lokakarya terstruktur dan pendampingan intensif, program ini tidak hanya berhasil mengikis kegagapan teknologi (*technophobia*) di kalangan guru, tetapi juga mengubah paradigma mengajar menjadi lebih berpusat pada siswa (*student-centered*) serta transformatif memanfaatkan media instruksional imersif di ruang kelas.

Dampak akademis dari intervensi teknologi ini dibuktikan secara empiris melalui lonjakan capaian kognitif siswa yang sangat signifikan. Skor rata-rata kemampuan literasi sains siswa melesat tajam dari nilai awal (*pre-test*) sebesar 42,50 menjadi 81,25 pada tes akhir (*post-test*), dengan capaian nilai *N-Gain* sebesar 0,67 yang masuk dalam kategori peningkatan sedang menuju tinggi. Pemanfaatan objek visual AR yang bergerak dan kaya stimulus terbukti efektif mereduksi beban kognitif siswa dalam mencerna konsep-konsep alam yang semula bersifat abstrak dan imajiner. Selain mendongkrak capaian akademis, media ini juga berhasil membangun atmosfer belajar yang menyenangkan, menumbuhkan minat ilmiah, serta memicu keterlibatan aktif dan berpikir kritis bagi anak-anak di wilayah perbatasan.

Sebagai langkah keberlanjutan pasca-program, tim pengabdian telah menyerahkan seluruh aset digital, dokumen panduan teknis, beserta ratusan paket kartu penanda (*marker*) kepada pihak sekolah mitra untuk diintegrasikan ke dalam kurikulum tahunan secara mandiri. Kolaborasi yang sinergis antara perguruan tinggi dan guru di garda terdepan ini memberikan cetak biru (*blueprint*) berharga bahwa inovasi digital mutakhir

tidak harus eksklusif bagi wilayah perkotaan. Dengan adaptasi fitur lokal yang tepat, teknologi AR terbukti mampu mendisrupsi keterbatasan geografis dan keterbatasan sarana laboratorium fisik di daerah terpencil, sekaligus menjadi jembatan inklusif untuk mewujudkan pemerataan kualitas serta keadilan hak pendidikan sains bagi seluruh generasi muda di pelosok Nusantara.

DAFTAR PUSTAKA

- Azuma, R. T. (1997). *A survey of augmented reality*. Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 6(4), 355-385.
- Fahmi, A., & Maryani, S. (2023). *Pengukuran Kemampuan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar Menggunakan Instrumen Standar*. Jurnal Penilaian Pendidikan Dasar, 5(2), 112-125.
- Hidayat, T., & Saputra, R. (2024). *Analisis Kesiapan Guru di Daerah Terpencil dalam Mengadopsi Teknologi Pembelajaran Digital*. Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan, 14(1), 45-58.
- Kusuma, W., & Wardani, K. (2025). *Cetak Biru Pengembangan Pendidikan di Wilayah Perbatasan dan 3T melalui Inovasi Teknologi Tepat Guna*. Jurnal Kebijakan Pendidikan Nasional, 9(3), 201-218.
- Nugroho, B., & Handayani, T. (2023). *Tantangan Infrastruktur Kelistrikan dan Jaringan Telekomunikasi terhadap Digitalisasi Sekolah di NTT*. Jurnal Teknologi dan Informasi Daerah, 11(2), 89-102.
- Prasetyo, A., & Utami, I. (2022). *Aksesibilitas Geografis dan Dampaknya terhadap Ketimpangan Mutu Pendidikan Dasar di Kabupaten Sabu Raijua*. Jurnal Geografi Pendidikan, 8(1), 34-47.
- Pratama, H. (2022). *Mengenal Augmented Reality: Teori dan Implementasi dalam Dunia Pendidikan Modern*. Jakarta: Tekno Press.
- Putri, R. A., dkk. (2022). *Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Imersif terhadap Retensi Memori dan Motivasi Belajar Siswa*. Jurnal Psikologi Pendidikan, 10(4), 310-323.
- Rahmawati, E., dkk. (2024). *Studi Eksplorasi Kemampuan Literasi Sains dan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar di Provinsi Nusa Tenggara Timur*. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 12(2), 155-168.
- Ramadhan, F., & Sari, N. (2023). *Model Pendampingan Pengajar untuk Keberlanjutan Integrasi Teknologi di Sekolah Dasar*. Jurnal Pengabdian Masyarakat bidang Pendidikan, 7(3), 244-259.
- Sanjaya, M. (2025). *Mengurangi Kesenjangan Kognitif Anak Daerah 3T Melalui Ekosistem Pembelajaran Digital Luring*. Jurnal Inovasi Pembelajaran Indonesia, 6(1), 12-27.
- Setyawan, D. (2024). *Pemerataan Hak Pendidikan Dasar Melalui Pemanfaatan Teknologi Informasi Ramah Gawai Rendah*. Jurnal Pendidikan Keadilan Sosial, 4(2), 88-101.
- Sutrisno, E. (2021). *Literasi Sains di Sekolah Dasar: Strategi, Tantangan, dan Implementasi Kurikulum Merdeka*. Bandung: Alfabeta.
- Wijaya, C., & Lestari, P. (2021). *Peran Guru Sebagai Agen Perubahan dalam Program Pengabdian Masyarakat Berbasis Sekolah*. Jurnal Pemberdayaan Masyarakat, 9(2), 175-189.
- Wulandari, S., & Kurniawan, D. (2023). *Keterbatasan Alat Peraga Sains Kuantitatif dan Solusi Alternatif Guru Sekolah Dasar di Wilayah Pelosok*. Jurnal Edukasi Sains, 11(3), 202-215.