

Inovasi Pembelajaran Inklusif Melalui Ethnophysics Flashcard Berbasis Augmented Reality di SLB Agro Industri Cisarua

Siti Almaidah¹, Filzah Nabila Asri^{1*}, Yudhistira Wicaksono¹, Muhamad Hardiansyah Nur Arifin¹, Anisa Siti Nurhalimah¹, Nuzulira Janeusse Pratiwi¹

¹Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia

* Penulis korespondensi. E-mail: filzahnabilaasri@upi.edu

Diterima: November 2025; Disetujui: Desember 2025

INFO ARTIKEL

Keywords:

Augmented Reality
Deep Learning
Ethnophysics
Flashcard
Tunagrahita Ringan

ABSTRAK

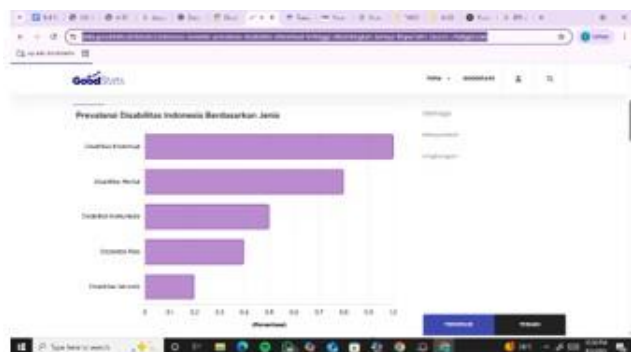
Merujuk pada Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs) nomor 4 tentang pendidikan yang berkualitas dan inklusif, setiap anak berkebutuhan khusus berhak memperoleh pembelajaran yang adaptif sesuai dengan kemampuan dan karakteristiknya. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Sekolah SLB Agro Industri Cisarua, pembelajaran fisika belum berjalan secara optimal karena dianggap terlalu abstrak bagi siswa dengan hambatan intelektual ringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media EthnoPhysics Flashcard berbasis Augmented Reality (AR) sebagai sarana pembelajaran yang konkret dan kontekstual dengan mengintegrasikan kearifan lokal dan konsep-konsep fisika sederhana. Metode yang digunakan adalah Participatory Action Research (PAR), yang melibatkan guru, siswa, dan peneliti secara kolaboratif dalam tahapan perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi. Subjek penelitian terdiri atas enam siswa dengan hambatan intelektual ringan dan satu orang guru pendamping. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media ini efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika dengan nilai rata-rata N-Gain sebesar 1,00 yang termasuk dalam kategori tinggi, serta mampu meningkatkan antusiasme siswa dalam belajar. Dengan demikian, EthnoPhysics Flashcard berbasis AR layak digunakan sebagai media pembelajaran inovatif yang mendukung penyelenggaraan pendidikan inklusif.

(1) PENDAHULUAN

Pendidikan adalah sebuah kebutuhan yang harus dipenuhi oleh seseorang. Hal ini dikarenakan dalam prosesnya memuat pelatihan dalam merubah sikap dan tingkah laku seseorang dalam proses pendewasaan (Rini, 2013). Selain itu, pendidikan menjadi sebuah proses yang menyangkut masa depan dan dapat memberdayakan sumber daya manusia yang mumpuni dan kompeten (Tibo et al., 2022). Merujuk pada Sustainable Development Goals (SDGs) nomor 4 tentang pendidikan berkualitas, yang menyoroti tentang adanya sebuah hak yang dimiliki oleh setiap anak untuk mendapatkan pendidikan yang sama (United Nations, 2015). Bagi anak, pendidikan menjadi suatu wadah yang dapat mengoptimalkan keterampilan, minat, dan potensi yang dimiliki, hal ini terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung, guna menjadi bekal untuk mereka di masa depan untuk masyarakat dan negara (Purwowidodo, 2023). Oleh karena itu, pendidikan menjadi kebutuhan yang dimiliki oleh setiap anak khususnya anak tunagrahita.

Anak tunagrahita adalah seorang anak yang memiliki kecerdasan di bawah standar dan kemampuan dalam kreativitas dan perilakunya sangat terbatas (Wardani, 2019). Anak Tunagrahita memiliki intelegensi dibawah 70 berdasarkan skala Wechsler Intelligence Scalefor Children

(Kemis & Ati, 2013). Klasifikasi anak tunagrahita umumnya dibagi menjadi beberapa tingkatan yang dibagi berdasarkan tingkat kecerdasan intelektual (IQ) dan kemampuan adaptifnya. Anak tunagrahita sedang dengan IQ sekitar 40-55 mengalami hambatan yang lebih jelas dalam akademik, tetapi masih dapat dilatih keterampilan sosialnya. Adapun tunagrahita berat hingga sangat berat, dengan IQ di bawah 40, memiliki keterbatasan yang signifikan sehingga memerlukan bantuan penuh dalam hampir seluruh aktivitas kehidupan (Nisa et al., 2021; Susanti et al., 2022). Selain itu, data yang ditunjukkan oleh GoodStats (2023) menunjukkan bahwa disabilitas intelektual merupakan jenis disabilitas dengan prevalensi tertinggi di Indonesia, mengungguli jenis disabilitas lainnya seperti disabilitas mental, komunikasi, fisik, dan sensorik. Data tersebut menunjukkan lebih dari 0,9% penduduk Indonesia mengalami disabilitas intelektual, menjadikannya sebagai isu prioritas dalam perencanaan kebijakan inklusif. Disisi lain, Yang, Byrne, dan Chiu (2016) menyatakan bahwa sebagian besar anak dengan hambatan intelektual belum memperoleh layanan yang memadai dan masih sangat bergantung pada keluarga mereka untuk memenuhi kebutuhan hidup serta perkembangan dirinya.



Gambar 1. Prevalensi Disabilitas Negara Indonesia Tahun 2023 (Sumber : www.GoodStats.com)

Disisi lain, anak tunagrahita mengalami kesulitan memahami sains dan fisika karena konsepnya yang abstrak tidak sesuai dengan karakteristik kognitif mereka yang membutuhkan pembelajaran konkret (Browder et al., 2020). Kurikulum sains konvensional yang kaku dan kurangnya modifikasi materi menjadi hambatan utama, karena jarang menyediakan eksperimen langsung atau alat peraga yang adaptif (Taylor et al., 2020). Selain itu, rendahnya ekspektasi guru dan kurangnya pelatihan dalam strategi pengajaran inklusif semakin membatasi akses mereka terhadap pendidikan sains yang bermakna (Courtade et al., 2007). Berdasarkan hasil investigasi melalui wawancara dengan Kepala Sekolah SLB Agro Industri Cisarua, diperoleh informasi bahwa mata pelajaran fisika secara khusus belum diajarkan kepada siswa tunagrahita ringan di sekolah tersebut. Akan tetapi, unsur-unsur fisika sebenarnya sudah terintegrasi secara tidak langsung dalam aktivitas pembelajaran sehari-hari, seperti kegiatan memanfaatkan bahan dari alam atau memahami sifat-sifat zat. Hal ini menunjukkan bahwa konsep fisika sebenarnya dekat dengan kehidupan siswa, tetapi belum dikembangkan secara sistematis sebagai materi pembelajaran yang terarah. Narasumber juga menegaskan pentingnya pembelajaran fisika bagi siswa tunagrahita selama penyajiannya dibuat sederhana, konkret, dan relevan dengan kebutuhan hidup mereka.



Gambar 2. Wawancara dengan Kepala Sekolah Agro Industri (Sumber : Penulis)

Integrasi kearifan lokal melalui *ethnophysics* menjadi salah satu pendekatan inovatif untuk mengaitkan konsep-konsep fisika dengan praktik budaya yang sudah dikenal oleh peserta didik (Alfiah dkk., 2024; Panis, Utomo, & Adi, 2023).

Ethnophysics merupakan kajian tentang bagaimana prinsip-prinsip fisika dapat dijelaskan atau ditemukan dalam praktik budaya tradisional, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan relevan dengan kehidupan sehari-hari (Lumbangaol dkk., 2024; Wulansari & Admoko, 2021).

Dengan mengaitkan fisika pada kearifan lokal, peserta didik tidak hanya memahami konsep ilmiah, tetapi turut melestarikan budaya daerahnya (Deta, 2024; Astuti dkk., 2021). Salah satu bentuk nyata dari integrasi *ethnophysics* dalam pendidikan adalah melalui pemanfaatan permainan tradisional sebagai media pembelajaran. Ida & Agung (2016) mengungkapkan bahwa penggunaan media dapat meningkatkan kemampuan kemandirian pada anak berkebutuhan khusus. Oleh karena itu, proses pembelajaran memerlukan rancangan inovatif dan kreatif, baik dari segi metode, perangkat, maupun media pembelajaran, agar kegiatan belajar menjadi tidak monoton dan lebih bermakna bagi peserta didik.

Model pendekatan *deep learning* bukanlah hal baru, karena istilah ini sudah dikenal sejak tahun 1976 (Khotimah & Abdan, 2025), ketika *deep learning* pertama kali diperkenalkan oleh Wijaya et al. (2025). Model pembelajaran berbasis *deep learning* dapat dimanfaatkan untuk menciptakan sistem pendidikan adaptif yang dipersonalisasi. Pembelajaran yang dipersonalisasi memungkinkan siswa menyesuaikan pengalaman belajar dengan kebutuhan dan kemampuannya, sehingga hasil belajar menjadi lebih efektif. Salah satu bentuk penerapan *deep learning* yang sesuai untuk anak tunagrahita adalah *joyful learning*, yaitu proses pembelajaran yang menyenangkan dan dirancang untuk membangkitkan minat serta keterlibatan peserta didik secara maksimal, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang bermakna dan membahagiakan (Salirawati, 2020a).

Dalam konteks pendidikan modern, *Augmented Reality* (AR) berperan penting dalam menciptakan pengalaman belajar interaktif yang memungkinkan siswa memvisualisasikan konsep secara nyata (Anggara et al., 2021). Kehadiran AR memberikan keunggulan dibanding media lain karena menghadirkan animasi tiga dimensi (3D) ke dalam dunia nyata, sehingga memperkaya komunikasi dan interaksi pembelajaran (Yilmaz, 2016). Salah satu media yang sesuai dengan karakteristik anak tunagrahita adalah *flashcard*, yaitu media pembelajaran berbentuk kartu bergambar yang berfungsi menyampaikan pesan tertentu dan biasanya dilengkapi keterangan di bagian belakangnya (Sadimin, 2003; Jati, 2018). Mengingat pola pikir anak berkebutuhan khusus bersifat konkret, media seperti *flashcard* yang mengandulkan visualisasi nyata menjadi sangat penting dalam membantu mereka memahami konsep abstrak, termasuk dalam pembelajaran fisika.

Penelitian Pamuratri (2023) menunjukkan bahwa media *Augmented Reality* mampu meningkatkan kemampuan berbicara anak tunagrahita sedang di SLB Negeri Surakarta, dengan skor hasil belajar yang meningkat signifikan setelah intervensi. Sementara itu, penelitian Maulana dan Hastuti (2017) menemukan bahwa penggunaan media kartu tanda baca efektif dalam meningkatkan kemampuan menulis sederhana pada anak tunagrahita ringan. Efektivitas tersebut muncul karena aktivitas bermain dengan kartu dapat meningkatkan fokus, keterlibatan, dan rasa senang selama proses pembelajaran. Temuan ini mendukung potensi penggunaan media serupa, seperti *flashcard* berbasis *Augmented Reality*, untuk membantu siswa tunagrahita memahami konsep fisika secara menyenangkan, interaktif, dan kontekstual.

Berdasarkan temuan permasalahan dan data pendukung, peneliti menginisiasi pengembangan media pembelajaran *flashcard* yang diintegrasikan dengan *Augmented Reality* dan dikemas dalam pendekatan *deep learning* melalui konsep *joyful learning*. Selain itu, peneliti menyediakan sebuah buku panduan media kepada guru atau fasilitator

untuk mengimplementasikan media secara mandiri guna mewujudkan keberlanjutan dari inovasi media ini. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk: 1) mengembangkan media edukasi interaktif berbasis Augmented Reality dalam bentuk flashcard EthnoPhysics yang mendukung pembelajaran mendalam; 2) menganalisis peningkatan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep fisika kontekstual melalui penerapan media dan evaluasi hasil belajar; serta 3) memberikan pemahaman yang lebih konkret dan bermakna mengenai keterkaitan antara fenomena fisika dan budaya lokal sehingga siswa mampu mengaitkan pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari secara relevan dan aplikatif. Dengan harapan, inovasi ini dapat meningkatkan pemahaman belajar siswa tunagrahita ringan melalui pembelajaran fisika yang interaktif, kontekstual, dan bermakna.

(2) METODE

Lokasi, Waktu, dan Mitra Kegiatan

Metode yang digunakan adalah Participatory Action Research (PAR) atau penelitian tindakan partisipatif, yaitu pendekatan riset yang melibatkan partisipasi aktif guru pendamping dan siswa di SLB Agro Industri Cisarua dalam setiap tahap kegiatan. Metode ini dipilih karena berorientasi pada tindakan nyata (action) dan perubahan yang bersifat transformatif melalui kolaborasi antara tim pelaksana dan mitra (Kemmis, McTaggart, & Nixon, 2014).

Tahap keempat adalah implementasi dan pendampingan, yang dilaksanakan di SLB Agro Industri Cisarua dengan melibatkan guru pendamping dan enam siswa tunagrahita ringan sebagai subjek utama. Kegiatan diawali dengan pengenalan media dan simulasi penggunaan AR, kemudian dilanjutkan dengan pembelajaran interaktif menggunakan flashcard. Siswa diajak memindai kartu menggunakan kamera smartphone untuk menampilkan animasi 3D, mengamati fenomena fisika yang ditampilkan, dan berdiskusi bersama.

Tahapan Pelaksanaan

Tahapan kegiatan dalam metode PAR meliputi:



Gambar 3. Tahapan Kegiatan (Sumber : Penulis)

Tahap pertama, identifikasi dan analisis kebutuhan, dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur dengan Kepala Sekolah dan guru pendamping, serta observasi langsung di lingkungan sekolah. Tujuan tahap ini adalah untuk memetakan tantangan pembelajaran sains bagi siswa tunagrahita ringan serta mengidentifikasi keterbatasan media pembelajaran yang ada. Pendekatan ini penting untuk memastikan bahwa intervensi yang dilakukan sesuai dengan konteks dan kebutuhan lapangan (Dustman, Kohan & Stringer, 2014).

Tahap kedua adalah perancangan dan pelatihan, yang berfokus pada pengembangan media EthnoPhysics Flashcard berbasis AR. Media ini dirancang dengan mengintegrasikan konsep fisika sederhana dengan kearifan lokal, misalnya penggunaan angklung, gamelan, rumah panggung, bola, karet gelang, dan pesawat kertas untuk menjelaskan konsep gaya, bunyi, tekanan, dan elastisitas. Desain media mengacu pada prinsip Universal Design for Learning (UDL) agar dapat diakses oleh seluruh siswa dengan berbagai kemampuan belajar. Setiap flashcard dilengkapi marker AR yang dapat dipindai melalui smartphone menggunakan aplikasi Assemblr untuk menampilkan animasi tiga dimensi yang sesuai dengan konsep fisika yang diajarkan. Selain itu, dilakukan pelatihan kepada guru pendamping agar mampu mengoperasikan media secara mandiri, termasuk cara memindai marker dan mengintegrasikan media ke dalam kegiatan pembelajaran (Billinghurst, Clark & Lee, 2015).

Tahap ketiga, yaitu validasi media oleh tim ahli, dilakukan untuk memastikan bahwa produk yang dikembangkan layak digunakan dalam konteks pendidikan inklusif. Tim validator terdiri atas ahli pendidikan fisika, ahli teknologi pembelajaran, dan ahli pendidikan khusus. Proses validasi meliputi aspek kelayakan isi, kesesuaian konsep fisika, keterpahaman bahasa, kejelasan visualisasi AR, dan kemudahan penggunaan media (Sugiono, 2018) guru. Guru bertugas mengarahkan siswa agar memahami hubungan antara fenomena yang diamati dengan konsep fisika yang dipelajari, seperti gaya, bunyi, dan energi gerak. Melalui pendekatan deep learning dengan joyful learning, pembelajaran dibuat menyenangkan agar siswa lebih aktif dan termotivasi (Kolb, 2015).

Dengan demikian, penerapan metode Participatory Action Research (PAR) dalam kegiatan ini tidak hanya menghasilkan inovasi media pembelajaran inklusif berupa EthnoPhysics Flashcard berbasis Augmented Reality, tetapi juga membangun kapasitas guru dan meningkatkan kualitas pembelajaran fisika adaptif bagi siswa tunagrahita ringan secara partisipatif dan berkelanjutan.

Evaluasi Keberhasilan

Tahap terakhir, evaluasi dan refleksi, bertujuan untuk menilai efektivitas media EthnoPhysics Flashcard berbasis AR dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa. Evaluasi dilakukan dengan pre-test dan post-test menggunakan wawancara tertutup untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep fisika sederhana. Data kemudian dianalisis menggunakan rumus N-Gain (Hake, 1998) untuk menentukan kategori peningkatan hasil belajar. Selain itu, angket dan wawancara semi-terstruktur diberikan untuk menilai respons siswa terhadap media (Creswell, 2017).

(3) HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Tahap Persiapan dan Analisis

Kebutuhan

Tahap persiapan dilakukan secara komprehensif untuk mengetahui kondisi dan kebutuhan anak tunagrahita mengenai pemahaman terhadap mata pelajaran fisika. Selain itu, untuk mengetahui permasalahan yang dialami oleh para guru SLB Agro Industri. Proses pengumpulan data menggunakan dua pendekatan utama, yaitu wawancara semi-terstruktur dan observasi langsung.

Pertama, hasil wawancara dengan Kepala Sekolah SLB Agro Industri Cisarua, Ibu Rosa Silvia, memberikan gambaran awal mengenai kondisi pembelajaran fisika bagi siswa tunagrahita ringan. Berdasarkan keterangan beliau, mata pelajaran fisika secara khusus belum diajarkan di sekolah tersebut, namun unsur-unsur fisika sebenarnya sudah terintegrasi dalam kegiatan sehari-hari, seperti saat siswa memanfaatkan bahan dari alam atau mempelajari sifat-sifat zat. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun konsep fisika dekat dengan kehidupan siswa, penerapannya belum dikembangkan secara sistematis sebagai materi pembelajaran yang terstruktur. Ibu Rosa juga menegaskan bahwa pembelajaran fisika penting bagi siswa tunagrahita selama penyajiannya dibuat sederhana, konkret, dan relevan dengan kehidupan mereka. Beliau menyambut antusias pengembangan media flashcard berbasis Augmented Reality karena dianggap mampu membantu guru menyampaikan konsep fisika dengan cara yang lebih menarik, visual, dan mudah dipahami oleh peserta didik.

Kedua, hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa proses pembelajaran di SLB Agro Industri Cisarua masih didominasi oleh metode konvensional berbasis ceramah dan penugasan sederhana. Guru telah berupaya menyesuaikan materi dengan kemampuan siswa, namun keterbatasan media konkret menyebabkan peserta didik cenderung pasif dan mudah kehilangan fokus saat pembelajaran berlangsung. Siswa tampak lebih tertarik ketika guru menggunakan benda nyata atau aktivitas berbasis praktik, terutama yang melibatkan interaksi langsung dengan lingkungan sekitar. Oleh karena itu, Hal ini menegaskan pentingnya inovasi media pembelajaran berbasis visual interaktif seperti flashcard dan teknologi Augmented Reality untuk membantu siswa tunagrahita memahami konsep abstrak fisika secara lebih konkret, menarik, dan bermakna.

b. Tahap perancangan

Pada tahap perancangan, pengembangan media EthnoPhysics Flashcard difokuskan untuk menjawab kebutuhan yang teridentifikasi pada fase analisis, yaitu pentingnya media pembelajaran yang mampu memperkenalkan konsep-konsep fisika secara konkret, kontekstual, dan sesuai dengan karakteristik siswa tunagrahita ringan. Desain media ini berlandaskan prinsip Universal Design for Learning (UDL) yang menekankan keberagaman cara belajar, aksesibilitas, serta kemudahan penggunaan bagi semua peserta didik. Pendekatan yang digunakan mengacu pada konsep deep learning melalui joyful learning, di mana siswa diajak belajar secara mendalam dengan pengalaman yang menyenangkan, interaktif, dan bermakna. Media yang dirancang berupa flashcard fisika berbasis budaya lokal (EthnoPhysics) yang memanfaatkan objek-objek sederhana di sekitar siswa, seperti gayung dan ember air untuk mengenalkan konsep gaya dan tekanan air; sendok dan kelereng untuk kesetimbangan; botol dan batu kecil untuk tekanan fluida; bola ditendang untuk gaya dan gerak; gerakan akibat

hembusan angin untuk pengaruh gaya terhadap gerak benda; rumah panggung untuk kestabilan; timbangan sederhana untuk keseimbangan dan momen gaya; gamelan dan angklung untuk getaran serta sumber bunyi; karet gelang untuk elastisitas; serta pesawat kertas untuk gaya dorong, gaya angkat, dan hambatan udara.

Setiap flashcard dirancang dengan ilustrasi berwarna cerah dan kontras tinggi, disertai ikon sederhana serta teks singkat yang mudah dipahami oleh siswa. Di bagian bawah kartu disematkan marker Augmented Reality (AR) yang dapat dipindai melalui kamera smartphone, sehingga objek budaya lokal yang digambarkan akan muncul dalam bentuk animasi 3D interaktif. Integrasi AR ini mendorong pengalaman belajar yang immersive, di mana siswa tidak hanya melihat dan membaca, tetapi juga berinteraksi langsung dengan visualisasi konsep fisika yang ditampilkan. Dengan demikian, proses belajar menjadi menyenangkan (joyful), sekaligus menumbuhkan pemahaman yang lebih mendalam (deep learning).

Selain pengembangan media utama, peneliti juga menyiapkan buku panduan penggunaan bagi guru atau fasilitator. Buku ini berfungsi sebagai pendamping dalam mengimplementasikan EthnoPhysics Flashcard secara mandiri di kelas, mencakup petunjuk teknis penggunaan media, strategi pendampingan siswa, serta lembar observasi sederhana untuk mengevaluasi respons dan pemahaman siswa. Melalui rancangan ini, diharapkan pembelajaran fisika menjadi lebih inklusif, menarik, dan bermakna, sekaligus menumbuhkan rasa keterhubungan antara sains dan budaya lokal dalam kehidupan sehari-hari.

c. Tahap Pengembangan Media dan

Sistem Augmented Reality

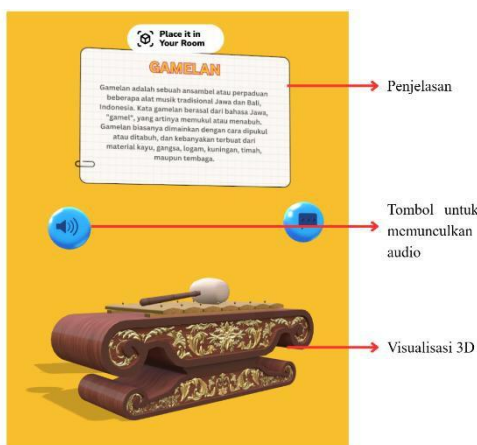
Tahap pengembangan media Ethnophysics Flashcard diawali dengan proses konstruksi desain visual kartu yang berorientasi pada kebutuhan siswa tunagrahita ringan. Setiap flashcard dirancang dengan tampilan ilustrasi berwarna cerah, kontras tinggi, serta ikon sederhana agar mudah dikenali dan dipahami oleh siswa. Bagian depan kartu menampilkan gambar dan nama objek fisika berbasis budaya lokal, sedangkan bagian belakang memuat penjelasan singkat mengenai konsep yang diangkat menggunakan kalimat sederhana dan mudah dipahami. Desain ini tidak hanya memperhatikan aspek estetika, tetapi prinsip deep learning through joyful learning, di mana pembelajaran dirancang agar menyenangkan sekaligus mendorong pemahaman mendalam melalui pengamatan dan eksplorasi.

Pendekatan ini diharapkan mampu membantu siswa memahami konsep fisika secara konkret, relevan dengan kehidupan mereka, serta menumbuhkan minat belajar yang lebih tinggi.



Gambar 4. Tampilan Flashcard Ethnophysics (Sumber : Penulis)

Media Ethnophysics Flashcard ini mengintegrasikan berbagai objek budaya lokal sebagai sarana eksplorasi konsep fisika. Misalnya, gayung dan ember air digunakan untuk mengenalkan konsep gaya dan tekanan air; sendok dan kelereng untuk menjelaskan kesetimbangan; botol dan batu kecil untuk menunjukkan tekanan fluida; bola yang ditendang untuk menggambarkan gaya dan gerak; serta hembusan angin pada benda ringan untuk memahami pengaruh gaya terhadap gerak benda. Selanjutnya, rumah panggung digunakan untuk memperkenalkan konsep kestabilan; timbangan sederhana untuk keseimbangan dan momen gaya; gamelan dan angklung untuk menunjukkan getaran sebagai sumber bunyi; karet gelang untuk menjelaskan elastisitas; serta pesawat kertas untuk memperkenalkan gaya dorong, gaya angkat, dan hambatan udara.



Gambar 5. Rancangan Tampak Augmented Reality (Sumber : Penulis)

Setiap kartu dilengkapi dengan marker Augmented Reality (AR) yang dikembangkan menggunakan platform Assemblr. Ketika marker dipindai melalui kamera smartphone, muncul animasi 3D yang menampilkan fenomena fisika sesuai dengan objek yang digambarkan pada kartu. Misalnya, animasi air yang mengalir dari gayung untuk memperlihatkan tekanan fluida, atau animasi bola yang bergerak ketika ditendang untuk menunjukkan gaya dan gerak. Visualisasi tiga dimensi ini memungkinkan siswa belajar melalui pengalaman multisensori melihat, mendengar, dan mengamati langsung simulasi konsep fisika secara nyata sehingga pemahaman menjadi lebih konkret, kontekstual, dan menyenangkan.



Gambar 6. Tampak Buku Panduan (Sumber: Penulis)

Selain pengembangan flashcard, tim juga menyusun Buku Panduan Guru/Fasilitator sebagai pendamping dalam penggunaan media di kelas. Buku ini berisi panduan langkah demi langkah untuk mengintegrasikan EthnoPhysics Flashcard ke dalam kegiatan pembelajaran sains, dilengkapi ilustrasi, contoh aktivitas, serta saran strategi pembelajaran berbasis joyful learning agar proses belajar tetap menyenangkan dan bermakna. Bahasa yang digunakan disederhanakan agar mudah dipahami oleh guru SLB, sehingga media dapat digunakan secara mandiri tanpa memerlukan pendamping teknis khusus. Setiap komponen media kemudian ditinjau kembali untuk memastikan kesesuaiannya dengan prinsip Universal Design for Learning (UDL), meliputi aspek keterbacaan, aksesibilitas, serta relevansi dengan karakteristik siswa tunagrahita ringan. Dengan demikian, produk EthnoPhysics Flashcard berbasis AR ini siap untuk memasuki tahap uji validasi oleh para ahli sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran di SLB Agro Industri Cisarua.

d. Tahap Implementasi di SLB Agro Indutri Cisarua

Tahap implementasi media Ethnophysics Flashcard berbasis Augmented Reality dilakukan secara bertahap melalui kegiatan interaktif dan reflektif di kelas fisika adaptif. Pelaksanaan kegiatan ini melibatkan guru pendamping kelas sebagai fasilitator utama, tim pelaksana program, serta siswa tunagrahita ringan sebagai pengguna utama media. Proses implementasi dimulai dengan sesi pengenalan media dan pelatihan guru, di mana guru diberikan bimbingan singkat mengenai cara menggunakan flashcard AR, memindai marker, serta mengintegrasikannya dengan pembelajaran tematik yang relevan dengan konteks lokal. Selanjutnya dilakukan kegiatan pembelajaran interaktif, di mana siswa diajak mengenali setiap flashcard, memindai gambar menggunakan kamera smartphone, dan mengamati animasi 3D yang muncul melalui aplikasi AR. Guru kemudian memandu proses belajar dengan menjelaskan konsep fisika yang ditampilkan secara sederhana, sambil mengajak siswa berdiskusi dan menjawab pertanyaan ringan untuk memastikan keterlibatan aktif. Melalui pendekatan deep learning dengan konsep joyful learning, suasana belajar

dibuat menyenangkan agar siswa lebih antusias dan memahami materi dengan cara yang konkret.

Tahapan terakhir adalah sesi refleksi dan penguatan, di mana siswa diminta untuk menceritakan kembali apa yang telah mereka lihat, dengar, dan pahami dengan bahasa mereka sendiri. Kegiatan ini bertujuan memperkuat daya ingat serta memastikan pemahaman konseptual terhadap fenomena fisika yang dipelajari. Dengan demikian, implementasi media ethnophysics Flashcard tidak hanya membantu siswa memahami konsep fisika secara nyata dan kontekstual, tetapi menumbuhkan rasa percaya diri serta kemampuan komunikasi mereka dalam proses pembelajaran.

e. Tahap Evaluasi dan Refleksi

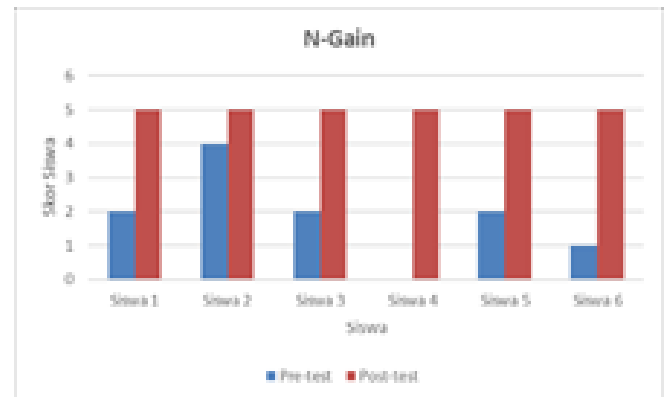
Tahap refleksi dan evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas media ethnophysics Flashcard berbasis Augmented Reality dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika sederhana serta keterlibatan aktif siswa tunagrahita ringan selama pembelajaran. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan pre-test dan post-test melalui wawancara tertutup guna mengukur peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep yang diajarkan. Selain itu, penyebaran angket dilakukan melalui wawancara tertutup untuk mengetahui respon dan tingkat ketertarikan siswa terhadap media yang digunakan. Wawancara semi-terstruktur juga dilaksanakan untuk menggali pengalaman belajar siswa secara lebih mendalam, termasuk persepsi mereka terhadap kemudahan penggunaan dan kesenangan selama kegiatan berlangsung.

Hasil refleksi menunjukkan bahwa siswa lebih antusias dan mampu memahami konsep fisika sederhana ketika disajikan secara visual dan interaktif melalui animasi AR. Guru juga menilai media ini membantu mempermudah proses penjelasan materi abstrak menjadi lebih konkret dan menarik. Sebagai tindak lanjut, dilakukan pendampingan kepada guru SLB Agro Industri Cisarua agar media Flashcard ethnophysics dapat terus dikembangkan dan disesuaikan dengan kebutuhan belajar siswa serta kurikulum sekolah, sehingga keberlanjutan inovasi ini dapat terjaga secara berkesinambungan. Selain itu, penyebaran angket dilakukan melalui wawancara tertutup untuk mengetahui respon dan tingkat ketertarikan siswa terhadap media yang digunakan. Wawancara semi-terstruktur juga dilaksanakan untuk menggali pengalaman belajar siswa secara lebih mendalam, termasuk persepsi mereka terhadap kemudahan penggunaan dan kesenangan selama kegiatan berlangsung.



Gambar 7. Dokumentasi Sosialisasi Media kepada Guru di SLB Agro Industri Cisarua (Sumber : Penulis)

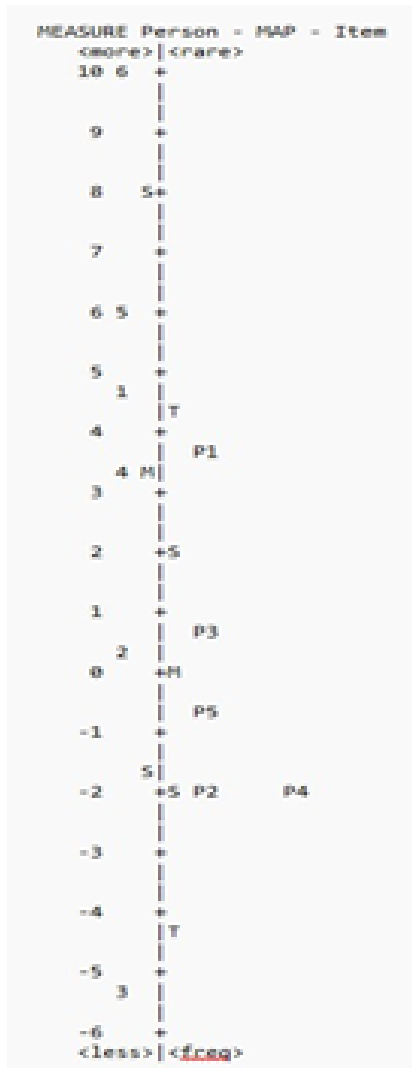
Hasil uji efektivitas pembelajaran melalui analisis N-Gain dilakukan untuk mengetahui sejauh mana peningkatan pemahaman siswa tunagrahita ringan terhadap konsep fisika kontekstual setelah mengikuti pembelajaran menggunakan media EthnoPhysics Flashcard berbasis Augmented Reality dengan pendekatan Deep Learning. Pengujian ini dilaksanakan dengan memberikan pre-test dan post-test kepada enam siswa untuk membandingkan kemampuan awal dan akhir mereka setelah proses pembelajaran berlangsung. Berdasarkan hasil analisis menggunakan rumus N-Gain (Hake, 1999), diperoleh data sebagai berikut:



Gambar 8. Nilai Rata-rata N-Gain (Sumber : Penulis)

Nilai rata-rata N-Gain = 1,00 dengan kategori tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh siswa mengalami peningkatan pemahaman yang maksimal setelah mengikuti pembelajaran menggunakan Ethnophysics Flashcard berbasis AR. Sebelum pembelajaran, sebagian besar siswa masih kesulitan memahami hubungan antara fenomena fisika dengan benda-benda di sekitar. Namun, setelah penggunaan media, siswa mampu menjawab dengan benar dan menunjukkan pemahaman konkret terhadap konsep gaya, bunyi, dan energi gerak. Secara deskriptif, peningkatan ini menunjukkan bahwa media Ethnophysics Flashcard berbasis AR dengan pendekatan Deep Learning sangat efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa tunagrahita ringan. Penggunaan visualisasi tiga dimensi dan konteks budaya lokal menjadikan konsep-konsep fisika yang abstrak lebih mudah dipahami.

Selanjutnya, hasil analisis Wright Map terhadap data angket siswa yang terdiri atas lima butir pertanyaan menunjukkan sebaran kemampuan dan kesulitan item dalam satu skala logit. Hasil analisis memperlihatkan bahwa kemampuan siswa berada pada rentang logit +6 hingga -3 dengan rata-rata kemampuan (M person) di logit +4, lebih tinggi daripada rata-rata kesulitan butir (M item) yang berada di logit 0. Hal ini menandakan bahwa sebagian besar siswa mampu memahami isi dan konteks pertanyaan dengan baik. Beberapa instrumen menunjukkan bahwa sebagian besar butir angket tergolong mudah bagi siswa tunagrahita ringan, meskipun beberapa item perlu direvisi karena menuntut pemahaman yang lebih tinggi atau menggunakan kalimat yang relatif abstrak. Secara keseluruhan, hasil Wright Map menunjukkan bahwa instrumen angket ini relevan dan sesuai untuk digunakan oleh siswa tunagrahita ringan.



Gambar 9. Wright Map Result (Sumber : Penulis)

Berdasarkan hasil

wawancara terhadap enam siswa, diperoleh tanggapan positif terhadap kegiatan pembelajaran. Siswa merasa senang dan antusias selama kegiatan berlangsung karena media yang digunakan menarik perhatian mereka. Visualisasi AR yang menampilkan benda-benda nyata dan familiar membuat siswa lebih mudah memahami materi yang disampaikan. Mereka juga menunjukkan ketertarikan tinggi terhadap aktivitas yang menghasilkan bunyi dan gerakan, karena hal tersebut membantu memperkuat pemahaman mereka secara konkret dan menyenangkan. Dengan demikian, pembelajaran berbasis Ethnophysics Flashcard berbasis AR terbukti efektif dalam meningkatkan minat, perhatian, serta pemahaman siswa melalui pendekatan visual yang konkret, kontekstual, dan interaktif.

(4) PENUTUP

Pelaksanaan program PKM-PM di SLB Agro Industri Cisarua berhasil mencapai sasaran yang telah ditetapkan. Kegiatan ini menghasilkan Ethnophysics Flashcard berbasis Augmented Reality yang dirancang sesuai dengan karakteristik belajar siswa tunagrahita ringan. Media tersebut memfasilitasi pemahaman konsep fisika sederhana secara konkret melalui visualisasi tiga dimensi yang menarik serta mudah diterapkan oleh guru dalam proses pembelajaran. Hasil pengujian pre-test dan post-test memperlihatkan peningkatan signifikan pada pemahaman siswa terhadap konsep fisika kontekstual, dengan rata-rata nilai N- Gain

sebesar 1.00 yang tergolong kategori tinggi. Siswa menunjukkan peningkatan antusiasme belajar dan kemampuan mengaitkan konsep fisika dengan aktivitas sehari-hari di lingkungan mereka. Secara keseluruhan, media ini terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar sekaligus memberikan pengalaman belajar yang bermakna melalui integrasi antara sains dan kearifan lokal, serta berkontribusi terhadap penguatan praktik pembelajaran inklusif di sekolah luar biasa.

(5) UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Kepala Sekolah SLB Agro Industri Cisarua, beserta seluruh guru pendamping dan siswa, yang telah memberikan izin, dukungan, serta partisipasi aktif selama pelaksanaan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga kami tujukan kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Ditjen Diktiristek atas dukungan dalam program PKM-PM sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan lancar. Penghargaan yang setulusnya kami berikan kepada tim pelaksana dan dosen pembimbing yang telah bekerja keras, memberikan bimbingan, dan berkontribusi dalam setiap tahap pelaksanaan program. Semoga kegiatan ini dapat memberikan manfaat nyata bagi peningkatan kualitas pembelajaran inklusif di SLB Agro Industri Cisarua.

(6) DAFTAR RUJUKAN

- Alfiah, L. C., Qiroah, I. F., Maysaputri, Y., & Saputra, O. (2024). Kajian etnofisika kearifan lokal api tak kunjung padam di Kabupaten Pamekasan. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran*, 2(2), 84-89.
- Anggara, R. P., Musa, P., Sri Lestari, & Widodo, S. (2021). Application of electronic learning by utilizing virtual reality (VR) and augmented reality (AR) methods in natural sciences subjects (IPA) in elementary school students grade 3. *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan*, 23(1), 58-69.
- Astuti, I. A. D., Bhakti, Y. B., & Sumarni, R. A. (2021). Identification of rice drying culture "MOE" in Lebak as ethnophysics-based learning resource. *NUCLEUS*, 2(1), 33-38.
- Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A survey of augmented reality. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 8(2-3), 73-272.
- Browder, D. M., Spooner, F., & Courtade, G. (2020). Teaching science to students with significant cognitive disabilities. In D. M. Browder, F. Spooner, & G. Courtade (Eds.), *Teaching students with moderate and severe disabilities*. Guilford Publications.
- Courtade, G. R., Spooner, F., & Browder, D. M. (2007). A review of studies with students with significant disabilities in science. *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities*, 32(1), 43-51.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Deta, U. A., Suprpto, N., & Prahani, B. K. (2024). Model Glocal Wisdom (Glocalization of Local Wisdom): Sarana meningkatkan literasi sains peserta didik. Sidoarjo: Mitra Edukasi dan Publikasi.
- Dustman, E. L., Kohan, M. B., & Stringer, E. T. (2014). *Starting small and building out with Ernie GoodStats*. (2023). Indonesia memiliki prevalansi disabilitas intelektual tertinggi dibandingkan lainnya. <https://data.goodstats.id/statistic/indonesia->

- memiliki-prevalansi-disabilitas-intelektual-tertinggi-dibandingkan-lainnya-Ktqiw
- Hake, R. R. 1998. Analyzing Change/Gain Scores. Indiana University.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six- thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Ida, N. N., & Agung, K. (2016). The effects of the use of series card media on toilet training skill toward autism children (Pengaruh penggunaan media kartu gambar berseri terhadap keterampilan). *P3Lb*, 3(2), 103-108.
- Jati, R., & Atmaja, M. P. (2018). Pendidikan dan bimbingan anak berkebutuhan khusus. PT Remaja Rosdakarya.
- Kemis, & Rosnawati, A. (2013). Pendidikan anak berkebutuhan khusus tunagrahita. Jakarta Timur: PT Luxima Metro Media.
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2013). The action research planner: Doing critical participatory action research. Springer Science & Business Media.
- Kolb, D. A. (2014). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. FT press.
- Lumbangaol, S. T., Marbun, J., & Sijabat, A. (2024). Kajian etnofisika pada pembuatan gerabah Langkat Sumatera Utara. *PENDIPA Journal of Science Education*, 8(2), 277-283.
- Maulana, L. A., & Hastuti, W. D. (2017). Media kartu tanda baca dalam meningkatkan kemampuan menulis sederhana siswa tunagrahita. *Jurnal Ortopedagogia*, 3(1), 3-5.
- Nisa, A. F., Nurjaini, A., & Julianto, C. D. (2021). Kemampuan penggunaan kosakata bahasa Indonesia pada anak tunagrahita. *Caraka: Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia serta Bahasa Daerah*, 10(2), 125-134.
- Panis, I. C., Utomo, A. R., & Adi, K. (2023). Pengembangan modul pembelajaran fisika berbasis kearifan lokal pada alat musik tradisional untuk meningkatkan pemahaman konsep. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 6(1), 50-59.
- Pamuratri, D. (2023). Pengaruh media augmented reality terhadap peningkatan kemampuan berbicara siswa tunagrahita sedang di SLB N Surakarta.
- Purwowidodo, A., & Zaini, M. (2023). Teori dan praktik model pembelajaran berdiferensiasi implementasi kurikulum merdeka belajar. Yogyakarta: Penebar Media Pustaka.
- Rini, Y. S., & Tari, J. P. S. (2013). Pendidikan: Hakekat, tujuan, dan proses. Yogyakarta: Pendidikan dan Seni Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sadimin. (2003). Media kartu bergambar: Pengertian, pengembangan, dan pemanfaatannya. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Salirawati. (2020a). Smart teaching: Solusi menjadi pendidik profesional. Bumi Aksara.
- Sugiyono, D. (2018). Metode pelaksanaan pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D.
- Susanti, S., Tsaqofah, I., & Setiyatna, H. (2024). Pendidikan dan layanan khusus anak dengan gangguan kecerdasan atau mental (tunagrahita). *Ash-Shobiy: Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini dan Al-Qur'an*, 3(2), 110-118.
- Taylor, J. C., Rizzo, K. L., Hwang, J., & Hill, D. (2020). A review of research on science instruction for students with autism spectrum disorder. *School Science and Mathematics*, 120(2), 116-125.
- Tibo, et al. (2022). Dewan editor. *JPPAK*, 2, 37-50.
- United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. United Nations.
- Wardani, I. G. A. (2019). Pengantar pendidikan anak berkebutuhan khusus. Universitas Terbuka.
- Wijaya, A. A., Haryati, T., & Wuryandini, E. (2025). Implementasi pendekatan deep learning dalam peningkatan kualitas pembelajaran di SDN 1 Wulung, Randublatung, Blora. *Indonesian Research Journal on Education*, 5(1), 451-457.
- Wulansari, N. I., & Admoko, S. (2021). Eksplorasi konsep fisika pada tari dhadak merak reog Ponorogo. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(2), 163-172.
- Yang, X., Byrne, V., & Chiu, M. Y. L. (2016). Caregiving experience for children with intellectual disabilities among parents in a developing area in China. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 29(1), 46-57.