

**STUDI DESKRIPTIF *TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL*
KNOWLEDGE MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN
FISIKA DALAM PEMBELAJARAN ADAPTIF DI KELAS
INKLUSI**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Program Studi Pendidikan Fisika



Asmaul Husna Firamadani

21104050010

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA**

2025



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2376/Un.02/DT/PP.00.9/08/2025

Tugas Akhir dengan judul : Studi Deskriptif Technological Pedagogical Knowledge Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Dalam Pembelajaran Adaptif Di Kelas Inklusi

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ASMAUL HUSNA FIRAMADANI
Nomor Induk Mahasiswa : 21104050010
Telah diujikan pada : Senin, 04 Agustus 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Valid ID: 689d6faa258c0

Ketua Sidang

Iva Nandya Atika, S.Pd., M.Ed.
SIGNED



Valid ID: 6892f94012ffa

Penguji I

Joko Purwanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED



Valid ID: 689c20dcedaf5

Penguji II

Rachmad Resmiyanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED



Valid ID: 689ca46ca229

Yogyakarta, 04 Agustus 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd.
SIGNED

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asmaul Husna Firamadani

NIM : 21104050010

Program Studi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana yang berjudul “Studi Deskriptif *Technological Pedagogical Knowledge* Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika dalam Pembelajaran Adaptif di Kelas Inklusi” merupakan karya hasil tulisan saya sendiri. Adapun bagian-bagian yang saya kutip dari hasil karya tulisan orang lain sebagai bahan acuan telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika dalam penulisan ilmiah, serta dicantumkan dalam daftar pustaka. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, maka sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi dan digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 25 Juli 2025

Yang menyatakan,



Asmaul Husna Firamadani
NIM. 21104050010

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Hal : Permohonan Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : Satu Bendel Skripsi

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Setelah membaca, meneliti, dan memberi petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi mahasiswa:

Nama : Asmaul Husna Firamadani

NIM : 21104050010

Judul Skripsi : "Studi Deskriptif Technological Pedagogical Knowledge Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika dalam Pembelajaran Adaptif di Kelas Inklusi"

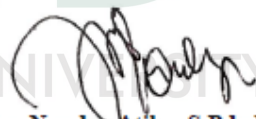
Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana stars satu dalam bidang Pendidikan Fisika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir mahasiswa tersebut dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatian Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, 25 Juli 2025

Pembimbing,



Iva Nandya Atika, S.Pd., M.Ed.

NIP. 19931204 202012 2 011

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTO

“Kehidupan itu laksana lautan, orang yang tiada berhati-hati dalam mengayuh perahu, memegang kemudi dan menjaga layar, maka karamlah Ia digulung oleh ombak dan gelombang. Hilang di tengah samudera yang luas. Tiada akan tercapai olehnya tanah tepi.”

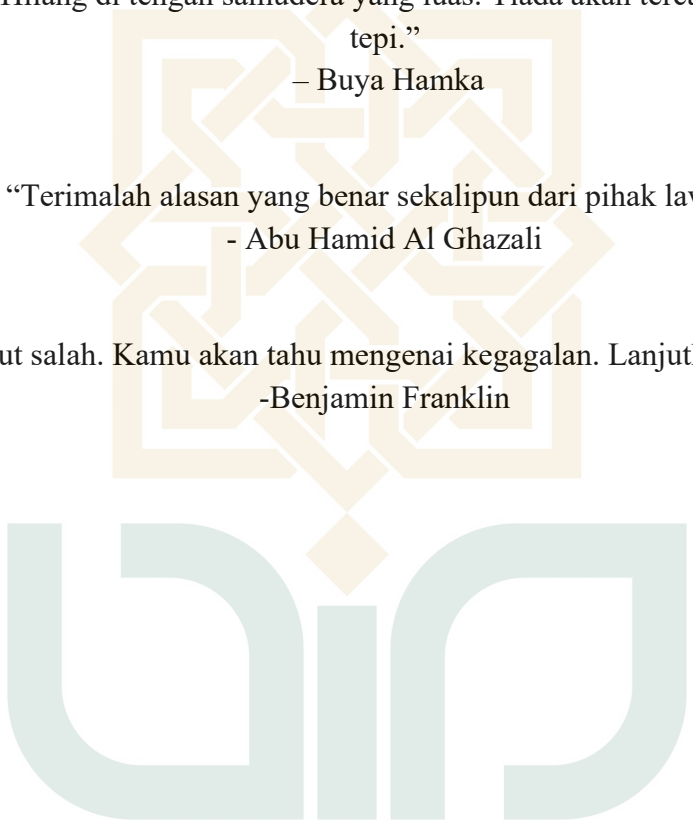
– Buya Hamka

“Terimalah alasan yang benar sekalipun dari pihak lawan.”

- Abu Hamid Al Ghazali

“Jangan takut salah. Kamu akan tahu mengenai kegagalan. Lanjutkanlah usahamu.”

-Benjamin Franklin



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin

Dengan penuh rasa syukur atas segala limpahan rahmat dan karunia Allah SWT. Dengan izin dan pertolongan-Nya, skripsi ini akhirnya dapat terselesaikan. Penulis mempersembahkan karya ini kepada:

Kedua orang tua tercinta, Bapak Nur Khamim, Ibu Muslimah, dan Adik Arya Bayu Safitri yang selalu memberikan lantunan doa, semangat, nasihat, dukungan dan kasih sayang tak terhingga.

Semua sahabat dan teman seperjuangan.

Almamater tercinta, Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

LEMBAR INTEGRASI INTERKONEKSI KEILMUAN

Implementasi pembelajaran fisika yang inklusif dan adaptif menuntut guru untuk tidak hanya menguasai konten keilmuan dan teknologi, tetapi juga memiliki sensitivitas pedagogis terhadap keberagaman kebutuhan peserta didik. Seorang guru tidak sekadar berperan sebagai penyampai materi, melainkan sebagai fasilitator pembelajaran, pembimbing yang bijak, dan teladan dalam menciptakan lingkungan belajar yang adil dan bermakna. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) oleh guru harus selaras dengan tanggung jawab moral dan spiritual, sebagaimana ditegaskan dalam ajaran Islam.

Al-Qur'an secara eksplisit mendorong prinsip tolong-menolong dalam kebaikan dan keadilan pendidikan, seperti dalam QS. Al-Mā'idah [5]: 2:

“Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan permusuhan...”

Ayat ini menjadi pondasi etis dalam membangun budaya kolaboratif di kelas inklusi, di mana guru dan peserta didik baik reguler maupun berkebutuhan khusus (PDBK) saling mendukung dalam proses pembelajaran yang adil dan humanis. Prinsip ini mendorong guru untuk menyediakan akses yang setara melalui teknologi bantu, media taktil, dan pendekatan pembelajaran yang responsif terhadap perbedaan.

Lebih lanjut, QS. An-Nahl [16]: 125 menyatakan:

“Serulah (manusia) kepada jalan Tuhanmu dengan hikmah dan pelajaran yang baik dan bantahlah mereka dengan cara yang lebih baik...”

Ayat ini memberikan panduan metodologis dalam praktik pedagogi yang sesuai dengan ajaran Islam dalam mengajarkan dengan hikmah (kebijaksanaan), metode yang tepat, dan pendekatan yang lembut. Penerapan strategi adaptif seperti penggunaan simulasi PhET yang dipadukan dengan media konkret dan taktil merupakan wujud aktualisasi dari prinsip tersebut. Penggunaan teknologi tidak hanya sebagai alat bantu teknis, melainkan sebagai medium untuk menyampaikan ilmu dengan cara yang dapat dipahami oleh seluruh peserta didik, termasuk mereka yang memiliki hambatan visual atau sensorik.

Integrasi interkoneksi TPACK dengan nilai-nilai Islam mencerminkan perpaduan antara keilmuan modern dan etika spiritual. Mahasiswa tidak hanya dituntut untuk cakap secara profesional dalam mendesain pembelajaran fisika berbasis teknologi, namun juga memikul tanggung jawab sebagai pendidik muslim yang menjunjung prinsip *'adl* (keadilan), *rahmah* (kasih sayang), *ta'āwun* (tolong-menolong), dan hikmah.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bismillahirrohmaanirrohiim.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, karunia, dan kasih sayang yang tiada hentinya kepada penulis, sehingga tugas akhir skripsi yang berjudul “Studi Deskriptif *Technological Pedagogical Knowledge* Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika dalam Pembelajaran Adaptif di Kelas Inklusi” yang disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapat gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.). Shalawat dan salam semoga tetap tercurah pada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Tugas akhir skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak, Ibu, Adik dan seluruh keluarga tercinta yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, nasehat, dan doa dalam penyelesaian tugas akhir.
2. Ibu Iva Nandya Atika, S.Pd., M.Ed., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang selalu memberikan arahan, bimbingan, dan Ilmunya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan, sekaligus Kepala Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Joko Purwanto, S.Si, M.Sc, dan Bapak Rachmad Resmiyanto, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Penguji Skripsi, yang telah memberikan saran, masukan dan kritik yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini.
4. Seluruh narasumber yang telah bersedia memberikan informasi, wawasan, dan data yang sangat berharga dalam keberhasilan penelitian.
5. Segenap ahli yang telah bersedia memberikan penilaian, kritik dan saran terhadap instrumen penelitian.
6. Sahabat penulis yang selalu memberikan semangat dan motivasi.

7. Teman-teman mahasiswa program studi pendidikan fisika Angkatan 2021 yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat hingga akhir perkuliahan.
8. Semua pihak yang turut membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam pendidikan.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 21 Juli 2025

Penulis

Asmaul Husna Firamadani

NIM. 21104050010

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**STUDI DESKRIPTIF IMPLEMENTASI DAN REKOMENDASI
TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL KNOWLEDGE MAHASISWA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA DALAM PEMBELAJARAN
ADAPTIF DI KELAS INKLUSI**

Asmaul Husna Firamadani

21104050010

INTISARI

Tantangan dalam pembelajaran fisika di kelas inklusi menuntut calon guru untuk mampu merancang strategi pembelajaran yang adaptif dan responsif terhadap kebutuhan beragam peserta didik, khususnya Peserta Didik Berkebutuhan Khusus (PDBK) seperti tunanetra. Fokus penelitian ini adalah mendeskripsikan implementasi dan rekomendasi *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika dalam pembelajaran adaptif di kelas inklusi, ditinjau dari prinsip *Universal Design for Learning* (UDL). Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data berupa wawancara mendalam, observasi, dan dokumentasi. Data dianalisis secara tematik menggunakan perangkat lunak NVivo 12 melalui tahapan *open coding*, *axial coding*, dan *selective coding*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi dan refleksi TPK mahasiswa tercermin melalui tiga strategi utama: penyampaian materi secara multimodal, komunikasi daring yang mendukung kolaborasi, serta asesmen berbasis digital yang fleksibel. Penyampaian materi secara multimodal didominasi oleh media visual yang dipadukan dengan media auditif dan taktil. Komunikasi daring dibangun menggunakan platform seperti WhatsApp dan Google Meet untuk mendukung interaksi dan komunikasi personal maupun kelompok. Adapun Asesmen dilakukan melalui Google Form, PDF interaktif, Quizizz, dan media kolaboratif seperti JMD dan Google Drive, yang mendukung asesmen mandiri maupun proyek kelompok. Media auditif dan media taktil muncul sebagai rekomendasi untuk memfasilitasi peserta didik. Temuan ini merefleksikan integrasi prinsip-prinsip MMR, MMAE, dan MME dalam praktik TPK mahasiswa, dengan penekanan pada fleksibilitas, aksesibilitas, dan responsivitas terhadap keragaman peserta didik. Mahasiswa menunjukkan implementasi TPK secara adaptif, namun masih perlu dikembangkan melalui pelatihan dan pendampingan sistematis agar mampu merancang pembelajaran fisika yang proaktif, inklusif, dan berkeadilan.

Kata kunci: Calon Guru Fisika, Peserta Didik Berkebutuhan Khusus (PDBK), Pembelajaran Inklusif, *Technological Pedagogical Knowledge*, *Universal Design for Learning*.

**A DESCRIPTIVE STUDY ON THE IMPLEMENTATION AND
RECOMMENDATION OF TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL
KNOWLEDGE OF PHYSICS EDUCATION UNDERGRADUATED
STUDENTS IN ADAPTIVE LEARNING IN INCLUSIVE CLASSROOMS**

Asmaul Husna Firamadani

21104050010

ABSTRACT

The challenges of teaching physics in inclusive classrooms require pre-service teachers to design adaptive and responsive instructional strategies that address the diverse needs of learners, particularly Students with Special Needs, such as those with visual impairments. This study aims to describe the implementation and recommendation of Technological Pedagogical Knowledge (TPK) among undergraduate students in the Physics Education Program within the context of adaptive learning in inclusive classroom settings, viewed through the framework of Universal Design for Learning (UDL) principles. A descriptive qualitative approach was employed, utilizing in-depth interviews, observations, and document analysis as data collection techniques. The data were analyzed thematically using NVivo 12 software, following the stages of open coding, axial coding, and selective coding. The findings indicate that students' implementation and reflection of TPK were evident in three core strategies: multimodal delivery of instructional content, digital communication to foster collaborative learning, and the use of flexible, technology-based assessment tools. Multimodal content delivery predominantly involved visual media, complemented by auditory and tactile formats to accommodate the perceptual needs of students with visual impairments. Digital platforms such as WhatsApp and Google Meet were utilized to establish personal and group communication, while assessments were conducted using tools like Google Forms, interactive PDFs, Quizizz, and collaborative media such as JMD and Google Drive, supporting both individual and project-based assessments. Auditory and tactile media also emerged as key recommendations to better support students with visual impairments. These findings reflect the integration of MMR, MMAE, and MME principles within students TPK practices, emphasizing flexibility, accessibility, and responsiveness to learner diversity. While students demonstrated adaptive implementation of TPK, further development is needed through systematic training and mentorship to enable the design of proactive, inclusive, and equitable physics instruction.

Keywords: Inclusive Education, Pre-Service Physics Teacher, Special Needs Students, Technological Pedagogical Knowledge, Universal Design For Learning.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN MOTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
LEMBAR INTEGRASI INTERKONEKSI KEILMUAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
INTISARI.....	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah.....	6
E. Tujuan	6
F. Manfaat Teoritis dan Praktis.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	8
A. Kajian Teori	8
1. <i>Technological Pedagogical Knowledge (TPK)</i>	8
2. Pembelajaran Adaptif dan UDL	10
3. Pendidikan Inklusi	29
4. Teknologi Asistif dalam Pembelajaran Adaptif	31
B. Penelitian Relevan	32
C. Kerangka Berpikir	35
BAB III METODE PENELITIAN.....	37
A. Jenis Penelitian	37

B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	37
C. Subjek dan Objek Penelitian.....	37
1. Subjek Penelitian	37
2. Objek Penelitian	38
D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	39
1. Wawancara	40
2. Observasi	40
3. Dokumentasi.....	41
4. Studi Kepustakaan	41
5. Validitas Instrumen	42
E. Teknik Keabsahan Data.....	42
1. <i>Credibility</i> (Derajat Kepercayaan/ Validitas Internal).....	42
2. <i>Transferability</i> (Validitas Eksternal)	43
3. <i>Dependability</i>	43
4. <i>Confirmability</i>	44
F. Teknik Analisis Data	44
1. Pengumpulan data (<i>Data Collection</i>)	45
2. Kondensasi Data (<i>Data Condensation</i>)	46
3. Penyajian Data (<i>Data Display</i>).....	48
4. Penarikan Kesimpulan dan Verifikasi (<i>Conclusion Drawing and Verification</i>).....	48
5. Pelaporan Data.....	50
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	51
A. Deskripsi Data	51
1. Deskripsi Subjek Penelitian	51
2. Temuan Utama Hasil <i>Coding</i> NVivo	53
B. Hasil dan Pembahasan	56
1. Implementasi TPK dalam Pembelajaran yang Adaptif di Kelas Inklusi	57
2. Refleksi dan rekomendasi TPK dalam pembelajaran yang adaptif.....	100
3. Refleksi dan Rekomendasi Umum dalam Pembelajaran fisika Inklusif ..	112
BAB IV PENUTUP	117
DAFTAR PUSTAKA	120

LAMPIRAN.....	146
---------------	-----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 TPACK Mishra dan Koehler (2008)	8
Gambar 2.2 Universal Design for Learning CAST 3.0 2024.....	15
Gambar 2.1 Bagan Kerangka Berpikir.....	36
Gambar 3.2 Model Analisis Data Kualitatif Miles dkk. (2014).....	45
Gambar 4.1 Coding TPK Media Digital dalam Representasi Materi Pembelajaran...	59
Gambar 4.2 Bagan Implementasi TPK dalam Pembelajaran Daring.....	78
Gambar 4.3 Bagan Implementasi TPK dalam Pelaksanaan Asesmen	83
Gambar 4.4 Pemanfaatan Media Auditif dalam Pembelajaran	101
Gambar 4.5 Bagan Pemanfaatan Teknologi Media Taktil dalam Pembelajaran	108

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Pendukung yang Relevan.....	32
Table 4.1 Profil Subjek Penelitian	51
Table 4.2 Technological Pedagogical Knowledge Menggunakan NVivo 12 Pro	53



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Studi Pendahuluan.....	146
Lampiran 2. Hasil Validasi Instrumen	147
Lampiran 3 Hasil Coding Project Map NVivo 12 Pro.....	148
Lampiran 4 Hasil Transkrip Wawancara	149
Lampiran 5 Salinan Modul Ajar	150
Lampiran 6 Hasil Observasi.....	151
Lampiran 7 Dokumentasi.....	152



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan inklusif merupakan komitmen nasional dalam memastikan hak belajar setiap peserta didik tanpa diskriminasi (Kamran dkk., 2025). Data Kemendikbud Ristek (2023) menunjukkan peningkatan jumlah Sekolah Penyelenggara Pendidikan Inklusi (SPPI) dari 35.802 (2021) menjadi 44.477 (2023), dengan total 135.946 Peserta Didik Berkebutuhan Khusus (PDBK). Komitmen tersebut diharapkan dapat menghapuskan eksklusivitas (Leijen dkk., 2021) dalam pembelajaran dengan menciptakan lingkungan belajar yang adil dan setara yang sesuai prinsip keadilan dan penghormatan terhadap hak asasi manusia (Nadhiroh & Ahmasi, 2024). Kebijakan ini diperkuat oleh UU No. 20 Tahun 2003, UUD NKRI 1945 Pasal 31, dan PP No. 13 Tahun 2020 yang mewajibkan akomodasi layak bagi penyandang disabilitas, termasuk dalam akomodasi dalam pembelajaran yang adil (Astawa, 2021; Jannah dkk., 2021). Namun, berdasarkan penelitian Gusti (2021) dan Santos dkk. (2022), implementasi di lapangan masih menghadapi hambatan, seperti keterbatasan ketersediaan Guru Pendamping Khusus (GPK) dan infrastruktur aksesibel. Selain itu, guru dan calon guru kerap belum siap menyusun materi yang akomodatif terhadap keragaman karakteristik peserta didik (Prayogi & Verawati, 2024). Situasi ini menuntut perhatian serius terhadap kualitas dan kesiapan guru, khususnya calon guru di kelas inklusi.

Agustini dkk. (2019) menegaskan bahwa dalam proses pembelajaran, guru perlu memiliki pemahaman yang mendalam mengenai keterampilan yang diperlukan untuk mengajar PDBK dengan baik. Salah satu pendekatan yang relevan untuk mendukung pendidikan inklusif adalah pembelajaran adaptif, yang memungkinkan penyesuaian strategi, media, dan asesmen berdasarkan kebutuhan peserta didik. Pendekatan ini dilakukan melalui identifikasi kebutuhan, strategi adaptif, dan asesmen fleksibel (Nazmi dkk., 2023). Namun, studi Masrurroh dkk. (2024) dan Chaudhary (2024) menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran adaptif di kelas inklusi masih bersifat seragam dan tidak mempertimbangkan kebutuhan sensorik

maupun pilihan ekspresi peserta didik. Temuan ini menegaskan pentingnya adopsi kerangka kerja yang mampu mengakomodasi keberagaman secara sistematis dan terstruktur.

Vieira & Netto (2023) menegaskan bahwa *Universal Design for Learning* (UDL) efektif dalam mengakomodasi berbagai gaya belajar. UDL memperkuat pendekatan pembelajaran dengan tiga prinsip utama: *Multiple Means of Representation, Action and Expression*, serta *Engagement* (CAST, 2024). Meskipun UDL telah lama diakui sebagai kerangka pembelajaran inklusif dan responsif dalam memfasilitasi beragam gaya belajar, implementasinya dalam pembelajaran fisika masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penting untuk mengeksplorasi implementasi pendekatan UDL dan pembelajaran adaptif oleh calon guru, khususnya dalam mata pelajaran sains seperti fisika.

Karakteristik pembelajaran fisika yang dominan visual dan abstrak menghadirkan tantangan tersendiri dalam pembelajaran di kelas inklusi. Atika dkk. (2023) menyatakan bahwa pembelajaran sains bagi PDBK tunarungu seringkali menghadapi tantangan karena kesulitan dalam menerima informasi verbal, keterbatasan kosakata, serta sifat konsep sains yang abstrak. Preferensi sensori PDBK menjadi hambatan dalam pembelajaran sains, terutama dalam memahami materi yang tidak sesuai dengan karakteristik mereka. Alfikri dkk. (2022) menjelaskan bahwa PDBK tunanetra mengalami hambatan dalam memahami grafik, diagram, dan eksperimen yang berbasis visual. Kondisi tersebut menekankan pentingnya keterampilan dan peran guru dalam merancang strategi pembelajaran yang memperhitungkan gaya belajar dan kebutuhan unik setiap peserta didik (Ashworth, 2022). Namun, keterbatasan pelatihan dan minimnya perangkat bantu di kelas menjadikan kebutuhan tersebut belum terpenuhi secara optimal (Wawancara, 2024). Dengan demikian, diperlukan pemahaman dan keterampilan menggunakan alat bantu sebagai bentuk respon tantangan tersebut dalam merancang pembelajaran.

Penggunaan teknologi dalam lingkungan pembelajaran adaptif terbukti mampu menciptakan pembelajaran yang dipersonalisasi dan meningkatkan efektivitas pembelajaran dengan penanganan spesifik setiap peserta didik (Tanashchuk

dkk., 2024). Strategi tersebut menekankan pentingnya kompetensi guru dalam memilih dan menggunakan teknologi untuk meningkatkan pembelajaran termasuk dalam menyusun strategi representasi materi, media aksesibel, dan asesmen alternatif (Hajj & Harb, 2023). Berbagai teknologi asistif seperti fitur aksesibilitas di perangkat elektronik, simulasi berbasis suara, dan media taktil terbukti efektif meningkatkan aksesibilitas serta hasil belajar PDBK, termasuk tunanetra (Therasa, 2023; Hajj & Harb, 2023). Namun, banyak guru belum mampu memanfaatkan teknologi secara optimal akibat keterbatasan pemahaman teknis dan kurangnya pelatihan yang spesifik (Wawancara, 2024). Hal ini menegaskan perlunya penguatan kompetensi *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) agar mahasiswa mampu memadukan teknologi secara strategis dalam pembelajaran fisika yang inklusif (Valtonen dkk., 2023).

Pembelajaran fisika yang bermakna di kelas inklusi dapat terbentuk dalam lingkungan belajar yang mendorong keterlibatan dan interaksi antar peserta didik yang beragam. Kartika & Purwanda (2024) menegaskan bahwa peserta didik yang tidak terbiasa dalam lingkungan majemuk akan kesulitan membangun relasi sosial. Kehadiran kelas inklusi diharapkan dapat membuka ruang pembelajaran sosial yang menumbuhkan empati, kolaborasi, dan penghargaan terhadap perbedaan. Namun berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa di kelas inklusi menyatakan bahwa mereka lebih fokus pada aspek administratif, sehingga upaya untuk membangun partisipasi aktif PDBK dalam pembelajaran belum maksimal. Lebih lanjut, wawancara dengan PDBK menunjukkan adanya pengalaman tersisih dalam proses akademik maupun sosial di kelas inklusi, seperti pada saat tugas kelompok, diskusi, dan presentasi materi energi alternatif. Kondisi ini menggarisbawahi pentingnya peran guru dan mahasiswa calon guru untuk hadir tidak hanya sebagai instruktur, tetapi juga sebagai fasilitator sosial pembelajaran.

Kesiapan calon guru dalam menghadapi kompleksitas kelas inklusi sangat bergantung pada dukungan kurikulum dan pelatihan dari Lembaga Perguruan Tinggi Keguruan (LPTK). LPTK perlu menyediakan pembelajaran yang kontekstual, pelatihan teknologi aksesibel, serta simulasi praktik pembelajaran adaptif berbasis

prinsip UDL dan TPK (Junger dkk., 2023; Panakaje dkk., 2024). Hasil angket studi pendahuluan menunjukkan bahwa meskipun 51% mahasiswa telah menempuh mata kuliah “Fisika untuk Sekolah Inklusi”, nilai rerata kepercayaan diri dalam penguasaan TPK justru lebih rendah pada mahasiswa yang sudah memperoleh pengetahuan dasar terkait pembelajaran fisika di kelas inklusi. Persepsi mahasiswa terhadap kemampuan menciptakan suasana kelas yang inklusif dan menggunakan teknologi adaptif mendapat skor paling rendah diantara aspek yang lain sebagaimana terlampir pada lampiran 1. Wawancara dengan guru SPPI memperkuat temuan ini. Mahasiswa yang melaksanakan PLP di sekolah inklusi masih mengalami kesulitan dalam menyusun modul ajar adaptif serta memanfaatkan teknologi secara strategis. Kondisi ini mengindikasikan adanya kesenjangan antara pembelajaran di kampus dan tantangan nyata di lapangan, yang berdampak pada belum optimalnya pembentukan kompetensi TPK mahasiswa calon guru fisika.

Penguasaan TPK menjadi kunci bagi mahasiswa dalam pembelajaran adaptif yang efektif. Mahasiswa dituntut untuk mampu memadukan teknologi ke dalam strategi, media, dan asesmen secara utuh dan kontekstual sesuai dengan karakteristik peserta didik (Valtonen dkk., 2023). Penerapan TPK perlu didasarkan pada prinsip UDL yang mendorong keberagaman cara representasi informasi, ekspresi pemahaman, dan peningkatan keterlibatan peserta didik (CAST, 2024). Namun, masih terdapat kesenjangan antara konsep ideal tersebut dengan realitas di lapangan. Mahasiswa dominan menggunakan teknologi berupa media visual dalam presentasi tanpa strategi pedagogis dengan modifikasi aksesibel (Wawancara, 2024). Asesmen di kelas inklusi belum banyak yang mengakomodasi bentuk ekspresi alternatif bagi peserta didik dengan hambatan sensorik atau motorik (Sari dkk., 2023). Ketimpangan ini memperkuat urgensi untuk menelusuri bagaimana mahasiswa program studi pendidikan fisika memanfaatkan TPK dalam perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran adaptif di kelas inklusi.

Kurikulum Merdeka memberikan ruang luas bagi guru untuk menyusun modul ajar secara fleksibel sesuai kebutuhan peserta didik. Fleksibilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menyusun modul ajar yang adaptif dan aksesibel bagi semua

peserta didik, termasuk PDBK (Jauhari dkk., 2022; Khusni dkk., 2022). Istilah modul ajar dalam kurikulum merdeka digunakan untuk menggantikan istilah RPP pada kurikulum sebelumnya. Modul ajar dalam kurikulum merdeka memungkinkan pemaduan pengetahuan dan kompetensi strategi pedagogis dan teknologi yang lebih responsif. Namun, di lapangan belum tersedia panduan teknis yang spesifik mengenai penyusunan modul ajar adaptif, khususnya dalam mata pelajaran fisika (Marzuki dkk., 2024; Muslim, 2022).

Berdasarkan pertimbangan permasalahan di atas, maka diperlukan penelitian terkait “Studi Deskriptif *Technological Pedagogical Knowledge* Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika dalam Pembelajaran Adaptif di Kelas Inklusi.” Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan bagaimana mahasiswa memanfaatkan teknologi dalam strategi pembelajaran, media ajar, evaluasi hasil belajar, serta umpan balik terhadap peserta didik, khususnya PDBK. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi LPTK dalam merancang kurikulum yang membekali mahasiswa dengan kompetensi TPK secara inklusif, serta menjadi kontribusi akademik bagi pengembangan penelitian pembelajaran fisika yang adil dan responsif terhadap keberagaman.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, masalah yang teridentifikasi antara lain:

1. Kesenjangan antara kebijakan pendidikan inklusif dan realitas di lapangan, seperti keterbatasan guru pendamping dan infrastruktur tidak aksesibel (Gusti, 2021; Santos dkk., 2022).
2. Keterbatasan kesiapan mahasiswa program studi pendidikan fisika dalam merancang materi pembelajaran yang akomodatif terhadap kebutuhan beragam peserta didik, termasuk PDBK (Prayogi & Verawati, 2024).
3. Minimnya penerapan pembelajaran adaptif dan prinsip UDL, terutama dalam konteks pembelajaran fisika yang visual dan abstrak, sehingga belum sepenuhnya mendukung keberagaman gaya belajar (Masruroh dkk., 2024; Vieira & Netto, 2023).

4. Ketidaksiapan mahasiswa program studi pendidikan fisika dalam merancang strategi multisensori, khususnya untuk PDBK tunanetra, karena keterbatasan pelatihan dan media aksesibel (Alfikri dkk., 2022; Wawancara, 2024).
5. Keterbatasan mahasiswa program studi pendidikan fisika dalam pemanfaatan teknologi sebagai alat bantu adaptasi pembelajaran, yang seharusnya mampu meningkatkan aksesibilitas, representasi materi, dan fleksibilitas asesmen (Tanashchuk dkk., 2024; Wawancara, 2024).
6. Minimnya keterlibatan sosial PDBK dalam pembelajaran kelompok di kelas inklusi (Kartika & Purwanda, 2024; Wawancara, 2024).
7. Kesenjangan antara bekal teoritis dan persepsi penguasaan TPK mahasiswa program studi pendidikan fisika dalam pembelajaran di kelas inklusi (Studi pendahuluan; Wawancara, 2024).
8. Penggunaan teknologi pembelajaran monosensori dan tidak aksesibel bagi peserta didik dengan hambatan sensori atau motorik (Sari dkk., 2023).

C. Batasan Masalah

Penelitian ini membatasi fokusnya pada permasalahan utama yaitu kesenjangan bekal teori dan persepsi penguasaan *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika dalam pembelajaran fisika di kelas inklusi. Fokus diarahkan untuk mendeskripsikan implementasi dan rekomendasi mahasiswa dalam memadukan teknologi dan strategi pedagogis dengan *prinsip Universal Design for Learning* (UDL) untuk mendukung partisipasi aktif PDBK selama pelaksanaan program Pengenalan Lapangan Pendidikan (PLP).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana implementasi dan rekomendasi *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika dalam pembelajaran adaptif di kelas inklusi ditinjau dari aspek UDL?

E. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan pengalaman implementasi dan rekomendasi dari *Technological*

Pedagogical Knowledge (TPK) Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika dalam pembelajaran adaptif di kelas inklusi ditinjau dari aspek UDL.

F. Manfaat Teoritis dan Praktis

Berdasarkan tujuan penelitian tersebut, manfaat penelitian ini meliputi:

1. Manfaat Teoritis

- a. Memberikan kontribusi pada literatur implementasi dan refleksi *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) dan *Universal Design for Learning* (UDL) dalam pembelajaran fisika adaptif di kelas inklusi.
- b. Memperkaya kajian akademik mengenai peran teknologi dalam strategi pembelajaran, media ajar, evaluasi, dan umpan balik adaptif bagi peserta didik berkebutuhan khusus (PDBK).

2. Manfaat Praktis

- a. Memberikan rekomendasi bagi lembaga pendidikan dan program studi kependidikan untuk mengembangkan kurikulum dan pelatihan yang mendukung peningkatan kompetensi TPK Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika dalam konteks kelas inklusi.
- b. Menyediakan referensi praktis bagi guru dan mahasiswa dalam pembelajaran adaptif berbasis teknologi yang responsif terhadap kebutuhan PDBK.
- c. Membantu mahasiswa dalam merefleksikan dan meningkatkan keterampilan pedagogik dan teknologi yang dibutuhkan dalam pembelajaran fisika yang inklusif.
- d. Meningkatkan kualitas akses dan pengalaman belajar peserta didik di kelas inklusi melalui pengaplikasian teknologi yang aksesibel dan responsif terhadap keragaman kebutuhan.

BAB IV PENUTUPAN

A. Kesimpulan

Implementasi dan rekomendasi *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) berdasarkan pengalaman mahasiswa Pendidikan Fisika dalam pembelajaran fisika yang adaptif di kelas inklusi, khususnya bagi PDBK tunanetra tercermin dalam lima poin utama, yaitu:

1. Implementasi TPK dalam presentasi materi secara multimodal ditunjukkan dengan memadukan media visual, auditif, dan taktil melalui PowerPoint, video YouTube, *QR Code*, simulasi PhET, proyektor, earphone, dan WhatsApp. Adapun prinsip UDL yang menonjol adalah MMR melalui penyajian materi multimodal, MMAE melalui akses file digital, serta MME melalui interaksi di WhatsApp.
2. Implementasi TPK pada pembelajaran daring dilakukan dengan memanfaatkan platform komunikasi dan kolaborasi seperti WhatsApp, Google Meet, Zoom, dan berbagi dokumen melalui Google Drive untuk memastikan penyampaian materi dan interaksi tetap terjaga. Adapun prinsip UDL MMR terwujud melalui distribusi materi dalam berbagai format (teks, gambar, dan audio), MMAE melalui pemberian tugas yang dapat dikerjakan secara fleksibel, dan MME melalui diskusi daring yang melibatkan peserta didik.
3. Pada asesmen formatif dan kolaboratif berbasis teknologi, mahasiswa memanfaatkan Google Form, Quizizz, JMD, WhatsApp, Google Drive, LKPD digital, dan PDF aksesibel. UDL tercermin pada MMAE yang dominan melalui beragam cara pengerjaan dan ekspresi jawaban, MMR pada format soal multimodal, serta MME melalui kerja kelompok dan diskusi daring.
4. Rekomendasi media auditif mencakup pengembangan materi ajar yang dilengkapi narasi audio, penjelasan lisan, atau deskripsi suara untuk setiap konten visual, sehingga dapat diakses dengan mudah oleh PDBK tunanetra. Prinsip UDL yang ditekankan adalah MMR melalui penyajian informasi dalam bentuk audio, MMAE melalui pemberian kesempatan kepada peserta didik untuk merespons atau menyampaikan ide dan pemahaman, serta MME melalui

peningkatan motivasi belajar lewat pengalaman belajar sesuai karakteristik PDBK tunanetra.

5. Rekomendasi media taktil meliputi pembuatan dan pengayaan media fisik tiga dimensi, peta konsep timbul, dan model praktikum sederhana yang dapat diraba untuk mendukung pemahaman konsep abstrak fisika. Prinsip UDL yang terkait adalah MMR melalui representasi visual-taktil, MMAE melalui keterlibatan peserta didik dalam navigasi objek fisik untuk mengekspresikan pemahaman, serta MME melalui aktivitas eksplorasi langsung yang mendorong rasa ingin tahu dan keterlibatan aktif.

Namun sebagian besar bentuk implementasi TPK adaptif mahasiswa masih bersifat reaktif-insidental terhadap hambatan belajar peserta didik pada saat pelaksanaan pembelajaran di kelas. Oleh karena itu, diperlukan pelatihan terstruktur, pendampingan, dan pengembangan dalam menyusun rencana dan pelaksanaan pembelajaran fisika yang adaptif untuk memfasilitasi aksesibilitas semua peserta didik.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian terdapat beberapa saran bagi:

a. Mahasiswa:

Mahasiswa perlu meningkatkan kemampuan dalam merancang asesmen digital fleksibel dan responsif yang tidak hanya sesuai dengan platform teknologi, tetapi juga memenuhi prinsip UDL dan aksesibilitas bagi semua peserta didik.

b. Program Studi:

Perlu dilaksanakan pelatihan teknologi bantu (seperti TalkBack, *screen reader*, dan pembuatan narasi audio) ke dalam kurikulum kependidikan sebagai bagian dari pengembangan kompetensi TPK calon guru di kelas inklusi.

c. Penelitian Selanjutnya:

Perlu dilakukan penelitian lanjutan yang lebih mendalam mengenai pengembangan media aksesibel berbasis suara dan taktil serta pengaruhnya

terhadap pemahaman konsep fisika pada peserta didik tunanetra, dengan pendekatan kuantitatif maupun kualitatif untuk memperkuat validitas temuan.

d. Guru Pamong:

Guru pamong harus memberikan bimbingan intensif kepada mahasiswa dalam menyusun modul ajar adaptif yang memadukan teknologi dan strategi pedagogis inklusif, serta membiasakan refleksi pembelajaran pasca-pertemuan.

e. Sekolah Inklusi:

Sekolah inklusi disarankan untuk menyediakan perangkat dan infrastruktur teknologi yang ramah penyandang disabilitas, seperti headphone, HP dengan fitur aksesibilitas, serta ruang belajar yang mendukung penggunaan media taktil dan audio.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdussamad, Z. (2021). *Metode Penelitian Kualitatif*. Makassar: Syakir Media Press.
- Abulhul, Z. (2021). Teaching Strategies for Enhancing Student's Learning. *Journal of Practical Studies in Education*, 2(3), 1–4.
<https://doi.org/10.46809/JPSE.V2I3.22>
- Acharya, B., Sigdel, S., & Poudel, O. (2024). Analysis of Effectiveness of Collaborative Pedagogy Practices. *NPRC Journal of Multidisciplinary Research*, 1(4), 172. <https://doi.org/10.3126/NPRCJMR.V1I4.70965>
- Alamsyah, T., Ibrahim, R., & Idham, M. (2022). Analisis Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Guru Bahasa Indonesia Peserta Pendidikan Profesi Guru (PPG) dalam Jabatan. *Jurnal Bahasa Dan Sastra*, 16(2), 70–81.
<https://doi.org/10.24815/JBS.V16I2.26696>
- Alatas, F., & Solehat, D. (2020). *The development of audiobook interactive physics based on integrating Qur'an with demonstration tools for blind students*. 1511(1), 012024. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1511/1/012024>
- Alfikri, F., Khodijah, N., & Suryana, E. (2022). Analisis Kebijakan Pendidikan Inklusi. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(6).
- Alifian, M. A., Zahro, A., & Widyartono, D. (2023). Teknologi Asistif Sebagai Media Pembelajaran Bahasa Indonesia Siswa Berkebutuhan Khusus. *Hasta Wiyata*, 6(2), 123–140.
<https://doi.org/10.21776/UB.HASTAWIYATA.2023.006.02.02>
- Aliyu, A., & Muhammad, Y. (2025). Breaking Barriers to Pre-Service Teacher's Engagement through Universal Design for Learning. *International Journal of Research and Innovation in Applied Science*, 9(12), 138–145.
<https://doi.org/10.51584/IJRIAS.2024.912014>
- Almonacid-Fierro, A., Sepúlveda-Vallejos, S., Valdebenito, K., Montoya-Grisales, N., & Aguilar-Valdés, M. (2023). Analysis of Pedagogical Content Knowledge in Science Teacher Education: A Systematic Review 2011-2021. *International Journal of Educational Methodology*, 9(3), 525–534.
<https://doi.org/10.12973/IJEM.9.3.525>
- Alotaibi, A. S., Chiou, P. T., & Halfond, W. G. J. (2022). Automated Detection of TalkBack Interactive Accessibility Failures in Android Applications. *Proceedings - 2022 IEEE 15th International Conference on Software Testing, Verification and Validation, ICST 2022*, 232–243.
<https://doi.org/10.1109/ICST53961.2022.00033>

- Ana, L. (2020). Efektivitas Penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Model Project Based Learning Berbantuan Aplikasi Tracker dengan Pendekatan Saintifik pada Materi Gerak Harmonis Sederhana. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 6(2).
<https://doi.org/10.24036/JPPF.V6I2.109202>
- Andini, P., Karo, Z. Br., Herawati, & Syahril. (2024). Analisis Peningkatan Keterlibatan Siswa Melalui Pendekatan TPACK Dalam Proses Belajar Mengajar. *Morfologi: Jurnal Ilmu Pendidikan, Bahasa, Sastra Dan Budaya*, 2(3), 181–190. <https://doi.org/10.61132/morfologi.v2i3.635>
- Andrian, R., Yasin, A., Raihan, M., Hanan, I., Ramadhan, I., Ridwan, T., & Hikmawan, R. (2022). Development of a Digital Platform Prototype, to Facilitate Inclusive Learning for Children with Special Needs. *Jurnal Online Informatika*, 7(2), 161–167. <https://doi.org/10.15575/JOIN.V7I2.835>
- Angeli, C. (2022). e-TPCK: An Adaptive E-Learning System for Developing Technological Pedagogical Content Knowledge. *Paper presented at the 2019 annual meeting of the American Educational Research Association. AERA Online Paper Repository*.
<https://doi.org/10.3102/1434163>
- Anggraini, S. (2021). *Analisis Integrasi Teknologi dalam Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Calon Guru Pendidikan Matematika UIR*. Skripsi. Universitas Islam Riau.
<https://repository.uir.ac.id/15818/1/176410941.pdf>
- Anggraeni, F. K. A., Prastowo, S. H. B., & Prihandono, T. (2022). Development of Integrated QR Code Module on Physics Learning Module to Increase Learning Interest and Knowing Students' Digital Literacy. *JPPIPA (Jurnal Penelitian Pendidikan IPA)*, 8(5), 2203–2209.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i5.1874>
- Anis, M. (2023). *Promoting Equity and Inclusion in Online Learning Environments: Strategies for Ensuring Access and Success for All Students*.
<https://doi.org/10.33422/6TH.TLECONF.2023.06.101>
- Anwar, F., Faruza, S. & Gusmaneli. (2024). Strategi Pembelajaran Collaborative Learning dalam Meningkatkan Kemampuan Kerjasama dan Komunikasi dalam Pembelajaran PAI. *Harmoni Pendidikan : Jurnal Ilmu Pendidikan*, 1(2), 165–175.
<https://doi.org/10.62383/HARDIK.V1I2.218>
- Arif, A., & Hussain, S. (2022). An Intelligent QR Code Scanning System for Visually-Impaired Users. *Proceedings of 3rd International Conference on*

Latest Trends in Electrical Engineering and Computing Technologies, INTELLECT 2022.

<https://doi.org/10.1109/INTELLECT55495.2022.9969390>

Arifin, M., Yusuf, M., Sunardi, S., & Rahman, A. (2024). Implementation of Assistive Technology for Visually Impaired Students in the Formal Education Sector. *Proceeding of International Conference on Special Education in South East Asia Region*, 3(1), 561–571. <https://doi.org/10.57142/picsar.v3i1.602>

Arriani, F., Agustawati, Rizki, A., Widayati, R., Wibowo, S., Tulalessy, C., & Herawati, F. (2021). *Panduan Pelaksanaan Pendidikan Inklusif*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi.

Ashworth, S. H. (2022). The science of learning physics. *Contemporary Physics*, 63(1), 69–69. <https://doi.org/10.1080/00107514.2022.2128880>

Astawa, I. N. T. (2021). Pendidikan Inklusi Dalam Memajukan Pendidikan Nasional. *Guna Widya : Jurnal Pendidikan Hindu Jurusan Pendidikan Agama*, 8(1). <http://ejournal.ihtdn.ac.id/index.php/GW>

Atika, I., Putranta, H., Kawai, N., Hayashida, M., & Shinkai, A. (2023). Science education practices for deaf and hard-of-hearing students in Indonesia. *Specijalna Edukacija i Rehabilitacija*, 22(3), 201–220. <https://doi.org/10.5937/specedreh22-41397>

Azilia, D., Darvina, Y., Desnita, ., Murtiani, ., & Zulva, R. (2022). Meta Analysis Of The Effect Of The Use Of Video On Student Learning Outcomes In Physics And Science Lessons. *Pillar Of Physics Education*, 15(2), 100. <https://doi.org/10.24036/12175171074>

Badiah, L. I., & Kurniawan, A. (2025). Development of Interactive Multimedia Modules to Support Inclusive Education in the Learning Planning for Children with Special Needs Course. *Jurnal Dimensi Pendidikan Dan Pembelajaran*, 13(1), 122–133. <https://doi.org/10.24269/dpp.v13i1.10852>

Bak, S. (2024). Application of UDL Principles in Preliminary Special Education Teachers' Lesson Plans for Elementary School Classes Including Students with Visual Impairments. *The Institute of Humanities at Soonchunhyang University*, 43(2), 55–81. <https://doi.org/10.35222/IHSU.2024.43.2.55>

Baquiran, C.J., dkk. (2022). Sensory Earphone: An Assistive Device for Persons with Visual Disability. *The Vector: International Journal of Emerging Science, Technology and Management (IJESTM)*, 31(1). <https://doi.org/10.69566/IJESTM.V31I1.286>

- Barana, A., Fissore, C., & Marchisio, M. (2021). Automatic Formative Assessment Strategies for the Adaptive Teaching of Mathematics. *Communications in Computer and Information Science*, 1473 CCIS, 341–365. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86439-2_18
- Berewot, J., & Fibra, A. (2020). Whatsapp Messenger among Higher Education Students: A Study on Whatsapp Messenger Usage for Project Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1477(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1477/4/042018>
- Bertills, K. (2023). *Inclusion of Children with Physical Restrictions in Out-of-the-Classroom Activities* (pp. 456–466). Routledge eBooks. <https://doi.org/10.4324/9781003266068-31>
- Bilous, V. (2019). Basic Principles For Developing An Adaptive Learning System. *Open Educational E-Environment Of Modern University, Special Edition*, 23–31. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s3>
- Bonfiglio-Pavisich, N. (2018). Technology and Pedagogy Integration: A Model for meaningful technology integration. *Australian Educational Computing*, 33(1).
- Bulqiah, F. B. (2024). Penggunaan Google form Sebagai Media Pengumpulan Tugas Siswa Kelas XI TKJ Di SMK Negeri 1 Kendit. *Edukasi Elita : Jurnal Inovasi Pendidikan*, 1(2), 08–12. <https://doi.org/10.62383/EDUKASI.V1I2.66>
- Burgstahler, S. (2022). How can we Make Online Courses Accessible to Students and Faculty with Disabilities?. In *Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 2 (SIGCSE 2023)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1251. <https://doi.org/10.1145/3545947.3573348>
- Campuzano-Bello, J. L., & Macias-Cedeño, A. R. (2024). El podcast como herramienta tecnológica educativa. Una mirada desde la inclusión. *MQRInvestigar*, 8(4), 5373–5394. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.5373-5394>
- Çela, E., Fonkam, M. M., & Vajjhala, N. R. (2024). Foundations of Adaptive Technologies in Inclusive Education. *Advancing Adaptive Education: Technological Innovations for Disability Support*, 1–20. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-8227-1.CH001>
- Center for Applied Special Technology (CAST). (2024). *UDL Guidelines 3.0 Full Draft*. <https://udlguidelines.cast.org/>

- Chambers, D. (2020). Assistive Technology Supporting Inclusive Education: Existing And Emerging Trends. *International Perspectives on Inclusive Education*, 14, 1–16. <https://doi.org/10.1108/S1479-363620200000014001>
- Chaudhary, S. (2024). Challenges in Student Centered Learning. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 12(7), 983–986. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.63702>
- Chen, C., Kaenampornpan, P., & Sapaso, P. (2024). Development of Tailored Teaching Model for Beginning Piano Level Among Visually Impaired Students. *Journal of Ecohumanism*, 3(3), 161–173. <https://doi.org/10.62754/JOE.V3I3.3353>
- Conn-Powers, M., Cross, A.F., Traub, E.K., & Hutter-Pishgahi, L. (2006, September). The universal design of early education: Moving forward for all children. *Beyond the Journal: Young Children on the Web*. <http://journal.naeyc.org/btj/200609/ConnPowersBTJ.pdf>
- Cruz, M. (2025). Projeto maquetes para surdos: um relato de experiência. *Revista Fisio&terapia*, 29(142), 52–53. <https://doi.org/10.69849/revistaft/dt10202501161152>
- Damayanti, N. T., & Juliawati, M. (2024). Pemanfaatan Youtube sebagai Sumber Pembelajaran untuk Mahasiswa. *E-GiGi*, 13(1), 64–71. <https://doi.org/10.35790/EG.V13I1.54311>
- Davidova, S. (2024). The Role Of Assessment In Inclusive Education. *Uzmu Xabarlari*, 1(1.1), 68–71. <https://doi.org/10.69617/UZMU.V1I1.1.348>
- Davies, A. W. (2024). Providing Inclusive Transdisciplinary Coursework Assessment: What Happened Next?. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 60, 739–748. <https://doi.org/10.3233/ATDE240925>
- Dewi, W. P., Sudadio, S., & Anriani, N. (2023). The Inclusive Learning in Inclusive Education Provider Schools. *PPSDP International Journal of Education*, 2(2), 514–523. <https://doi.org/10.59175/pijed.v2i2.153>
- Dhitya, G., & Setiyowati, A. J. (2024). Upaya meningkatkan motivasi belajar melalui bimbingan klasikal dengan media audio visual: literatur review. *Jurnal Pembelajaran Bimbingan Dan Pengelolaan Pendidikan*, 4(7), 4. <https://doi.org/10.17977/um065.v4.i7.2024.4>
- Djamaluddin, A., & Wardana. (2019). *Belajar Dan Pembelajaran: 4 Pilar Peningkatan Kompetensi Pedagogis*. Jakarta: CV. Kaaffah Learning Center.

- Drastisianti, A., Dewi, A. K., & Alighiri, D. (2024). Effectiveness of Guided Inquiry Learning With PhET Simulation to Improve Students' Critical Thinking Ability and Understanding of Reaction Rate Concepts. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 8(2), 235. <https://doi.org/10.20961/IJPTE.V8I2.93924>
- Evans, P., & Martin, A. J. (2023). Explicit Instruction. *The Oxford Handbook of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1093/OXFORDHB/9780199841332.013.53>
- Fadillah, Y. al, Akbar, A. R., & Gusmaneli. (2024). Strategi Desain Pembelajaran Adaptif Untuk Meningkatkan Pengalaman Belajar di Era Digital. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Teknologi Terapan* | E-ISSN : 3031-7983, 1(4), 354–362. <https://jurnal.kopusindo.com/index.php/jpst/article/view/420>
- Fakhru, A.-N., Khalily, H., Khadr, K., Dirgham, R., & Ayyash, R. (2022). Online Learning Challenges for Students with Disabilities: Digital Accessibility and Universal Design for Learning Solutions. *Hebron University Research Journal (HURJ): B- (Humanities)*, 17(2), 241–286. <https://doi.org/10.60138/17220229>
- Faresta, R. A., Nicholas, T. Z. S. B., Chi, Y., Sinambela, I. A. N., & Mopoliu, A. Z. (2024). Utilization of Technology in Physics Education: A Literature Review and Implications for the Future Physics Learning. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v12i1.11676>
- Fatimah, A. N., & Salamah, U. (2020). *Mobile Instant Messaging for Mobile Learning Activity: Use of WhatsApp Group as a Mobile Learning Platform in Anak Pintar Community*. 328–340. <https://doi.org/10.2991/ASSEHR.K.201125.027>
- Fitriani, F., Jamin, H., & Abidah, A. (2024). Efektivitas Penggunaan Media Digital Google form dalam Evaluasi Belajar Siswa. *Mitra PGMI: Jurnal Kependidikan MI*, 10(2), 169–177. <https://doi.org/10.46963/MPGMI.V10I2.1819>
- Furqon, W. M. A, Ramli, M., & Atmoko, A. (2024). Contribution of Learning Interest, Self-Efficacy, Peer Support and Learning Motivation to Students' Learning Independence. *Buletin Konseling Inovatif*, 4(1), 61–70. <https://doi.org/10.17977/UM059V4I12024P61-70>
- Ganino, G. & Agrati, L. S. (2025). Remote Teaching and Learning: Design Models and Organizational Solutions. In M. Khosrow-Pour, D.B.A.

(Ed.), *Encyclopedia of Information Science and Technology, Sixth Edition*. Advance online publication. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7366-5.ch08>

Ghoneim, R., Aljedaani, W., Bryce, R., Javed, Y., & Khan, Z. I. (2024). Why Are Other Teachers More Inclusive in Online Learning Than Us? Exploring Challenges Faced by Teachers of Blind and Visually Impaired Students: A Literature Review. *Computers*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/COMPUTERS13100247>

Greczyło, T. (2024). Video Clips in Physics Education. *Journal of Physics: Conference Series*, 2727(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2727/1/012024>

Gunawan, A. P., Apriyanti, L. S., Zulfikar, R. F., Febrianti, S. A., Pratiwi, D. A., Madaniah, F. N., Putri, N. R., & Lestari, T. (2024). Evaluasi Implementasi Program Pendidikan Inklusi Berdiferensiasi Di Sekolah Dasar Menggunakan Model Cipp (Context, Input, Process, Product). *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.23969/jp.v9i04.20650>

Gupta, T. (2024). Adaptive Learning Systems: Harnessing AI to Personalize Educational Outcomes. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 12(11), 458–464. <https://doi.org/10.22214/IJRASET.2024.65088>

Gusti, N. S. (2021). Implementasi Pendidikan Inklusi dalam Setting Sekolah Menengah Atas di Kota Mataram Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pembelajaran Dan Pembelajaran*, 7(3), 532. <https://doi.org/10.33394/jk.v7i3.3469>

Hadi, A., Ansori, & Rusman. (2021). *Penelitian Kualitatif Studi Fenomenologi, Case Study, Grounded Theory, Etnografi, Biografi*. Banyumas: CV. Pena Persada.

Hajj, M. el, & Harb, H. (2023). Rethinking Education: An In-Depth Examination of Modern Technologies and Pedagogic Recommendations. *IAFOR Journal of Education*, 11(2), 97–113. <https://doi.org/10.22492/ije.11.2.05>

Hakim, V. G., Chen, Y.-E., Lin, M.-H., Chang, C.-Y., Wang, J.-H., Chang, C.-K., Zhuang, Y., Yang, S.-H., & Chen, G.-D. (2024). Marrying Physical and Virtual Realms: An Embodied, Multi-Modal Approach to Situational Learning in Digital Reality. *International Conference on Computers in Education*. <https://doi.org/10.58459/ICCE.2024.4882>

- Hakobyan, L., & Grigoryan, N. (2024). Innovative Solutions For Learners With Visual Impairments. *Armenian Journal of Special Education*, 8(1), 31–42. <https://doi.org/10.24234/SE.V8I1.15>
- Hanafy, Muh. S. (2014). Konsep Belajar Dan Pembelajaran. *Lentera Pendidikan : Jurnal Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan*, 17(1), 66–79. <https://doi.org/10.24252/lp.2014v17n1a5>
- Harapan, M. A. M., Masriyah, M., & Suharyati, H. (2024). Improving Learning Outcomes of Kinesthetic Learners through a Differentiated Learning Approach. *International Journal of Sustainable Development & Future Society*, 2(2), 70–75. <https://doi.org/10.62157/IJSDFS.V2I2.74>
- Harisha, N., & Oktaviana, F. (2024). The Students' Perspective of Quizizz As English Language Assessment Media. *English Education, Linguistics, and Literature Journal*, 3(1), 15–25. <https://doi.org/10.32678/ELL.V3I1.10154>
- Haryoko, S., Bahartiar, & Arwadi, F. (2020). *Analisis Data Penelitian Kualitatif*. Makassar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Hermawati, L., Arif, M., & Marina, D. (2022). Pemanfaatan Fitur Aplikasi WhatsApp dan Zoom Cloud Meeting Sebagai Media Pembelajaran Daring pada Masa Pandemi Covid-19 di MTs An-Nashihin Kademangan. *Mimbar Kampus: Jurnal Pendidikan Dan Agama Islam*, 22(1), 7–17. <https://doi.org/10.47467/MK.V22I1.1187>
- Herwin, H., Kurniawati, K., Saptono, B., Hastomo, A., Adi, B. S., Haryani, H., & Hanapi, M. H. M. (2023). Technological Pedagogical Knowledge Factors for Professional Teacher Candidates in Elementary Schools: A Structural Equation Model. *International Journal of Membrane Science and Technology*, 10(4), 780–789. <https://doi.org/10.15379/ijmst.v10i4.2136>
- Hill, C., Hunt, C. L., Crowder, S., Fiedler, B., Moore, E. B., & Eisenberg, A. (2023). Investigating Sensory Extensions as Input for Interactive Simulations. *Proceedings of the Seventeenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3569009.3573108>
- Husnita, L., Rahayuni, A., Fusfitasari, Y., Siswanto, E., & Rintaningrum, R. (2023). The Role of Mobile Technology in Improving Accessibility and Quality of Learning. *Al-Fikrah: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 11(2), 259. <https://doi.org/10.31958/JAF.V11I2.10548>
- Idrus, M. (2007). *Metode Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial: Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif*. Yogyakarta: UII Press.

- Ilham, R., Yutanto, H., Renzina, Y. D., & Maulidiyah, E. C. (2024). Pendampingan Teknologi Asistif Bagi Siswa Berkebutuhan Khusus Pada Sekolah Inklusif Galuh Handayani. *Jurnal Penamas Adi Buana*, 7(02), 177–185. <https://doi.org/10.36456/PENAMAS.VOL7.NO02.A8094>
- Indra, M. H., Sutarto, S., Kharizmi, M., Nurmiati, A. S., & Susanto, A. (2023). Optimizing the Potential of Technology-Based Learning Increases Student Engagement. *Al-Fikrah: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 11(2), 233. <https://doi.org/10.31958/JAF.V11I2.10554>
- Irawan, M. F., & Putri, N. S. (2024). Inclusive Education Research Trends in Indonesia: A Bibliometric Analysis. *Educative: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 3. <https://doi.org/10.37895/educative.v2i3.434>
- Irvani, A. I., & Warliani, R. (2022). Development of Physics Demonstration Videos on Youtube (PDVY) as Physics Learning Media. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 18(1), 1–12. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v18i1.26723>
- Issabekov, Z. B., Issabekova, B. B., & Zhantlessova, A. B. (2024). Development of E-Learning Tools With The Use of Interactive Technologies. *Mechanics and Technologies*, 3, 472–478. <https://doi.org/10.55956/BNWY9138>
- Jannah, A. M., Setiyowati, A., Lathif, K. H., Devi, N. D., & Akhmad, F. (2021). Model Layanan Pendidikan Inklusif Di Indonesia. In *ANWARUL : Jurnal Pendidikan dan Dakwah* (Vol. 1). <https://ejournal.yasin-alsys.org/index.php/anwarul>
- Jauhari, M. N., Mambela, S., Shanty, A. D., Nurmasari, D., Usfinit, A. H., & Batlyol, A. (2022). Optimalisasi Media dan Teknologi Asistif dalam Kurikulum Merdeka Belajar di Sekolah Inklusi. *Kanigara*, 2(2), 446–452. <https://doi.org/10.36456/kanigara.v2i2.6067>
- Jeon, E.-Y. (2024). Digital Multimodal Video Project in a University General English Class: A Case Study. *Korean Journal of General Education*. <https://doi.org/10.46392/kjge.2024.18.4.163>
- Jo, I. (2023). Pedagogical Content Knowledge in Geography Education. *Geography*. <https://doi.org/10.1093/OBO/9780199874002-0272>
- Jonnavithula, L., & Y. H. Bai, J. (2023). Mentoring as complementary support for learner engagement. *ASCILITE Publications*, 148–156. <https://doi.org/10.14742/apubs.2023.668>

- Judijanto, L., Novitasari, S. A., & Muhtadi, M. A. (2024). Performance Analysis of Inclusive Learning Support System and Adaptive Curriculum Development on Academic Success and Independence of Students with Disabilities in Central Java. *West Science Social and Humanities Studies*, 2(04), 588–598. <https://doi.org/10.58812/wsshs.v2i04.832>
- Jung, C., Mehta, S., Kulkarni, A., Zhao, Y., & Kim, Y.-S. (2022). Communicating Visualizations without Visuals: Investigation of Visualization Alternative Text for People with Visual Impairments. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 28(1), 1095–1105. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3114846>
- Junger, A. P., de Oliveira, V. I., Yamaguchi, C. K., de Oliveira, M. A. M. L., de Aguiar, H. M., & de Lima, B. L. S. (2023). The role of school management in technological practices as a tool for futuristic teaching. *Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)*, 14(7), 10749–10765. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i7.2426>
- Kalifah, F., & Budiman, M. A. (2022). Keefektifan media audio visual terhadap hasil belajar bahasa inggris peserta didik kelas v mi nurul amanah kabupaten grobogan. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 8(2), 1702–1708. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v8i2.476>
- Kamil, M., Amin, Akhir, M., Badayai, A., Zambri, M., Sutan, Khairuddin, & Abdullah, W. (2023). Independent Living Skills Needed by Students with Special Educational Needs (SEN) Towards Inclusive Education: A Systematic Literature Review. *SPECIALUSIS UGDYMAS / SPECIAL EDUCATION*, 1(2).
- Kamran, M., Kazimi, A. B., & Siddiqui, S. (2025). Optimising the teaching and learning process for children with special educational needs in an inclusive school: A SOAR analysis in Karachi, Pakistan. *British Journal of Special Education*, 52(1), 37–48. <https://doi.org/10.1111/1467-8578.12569>
- Karagianni, E. P., & Drigas, A. (2023). Using New Technologies and Mobiles for Students with Disabilities to Build a Sustainable Inclusive Learning and Development Ecosystem. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 17(01), 57–73. <https://doi.org/10.3991/ijim.v17i01.36359>
- Kartika, R., & Purwanda, E. (2024). Inovasi Penggunaan Media Audio Visual Terhadap Hasil Belajar Siswa (Studi Kasus) di SDN Rancaekek 02. *NUSRA : Jurnal Penelitian Dan Ilmu Pendidikan*, 5(4), 1535–1541. <https://doi.org/10.55681/NUSRA.V5I4.3205>

- Kasi, Y. F., Widodo, A., Samsudin, A., Riandi, R., Sola, G. Y., & Pao, B. (2024). The Birth, Growth, and Development of Pedagogical Content Knowledge (Pck). *KnE Social Sciences*, 433-447-433-447. <https://doi.org/10.18502/KSS.V9I19.16532>
- Kasman, K., Nur, K., & Wulandari, M. A. (2023). Student Creativity in Using Audio-Visual-Based Learning Media. *Scaffolding: Jurnal Pendidikan Islam Dan Multikulturalisme*, 5(1), 937-952. <https://doi.org/10.37680/SCAFFOLDING.V5I1.2661>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan » Republik Indonesia. (2023). <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2023/03/Kemendikbud-Ristek-ajak-wujudkan-pendidikan-inklusi-yang-adil-dan-merata>
- Khaira, U., Firman, F., & Desyandri, D. (2023). Validitas Pengembangan LKPD Model Pembelajaran PJBL Kelas V di SDN 02 Silaut. *Caruban*. <https://doi.org/10.33603/caruban.v6i1.8106>
- Khairuddin, K. (2020). Pendidikan Inklusi di Lembaga Pendidikan. *Tazkiya: Jurnal Pendidikan Islam*, 9(1).
- Khofifah, K., Yuliani, H., & Santiani, S. (2024). Meta-Analysis: The Effect of PhET Simulation Media on Enhancing Conceptual Understanding in Physics Learning. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(3), 532. <https://doi.org/10.20527/JIPF.V7I3.9046>
- Khribi, M. K. (2022). Toward Accessible Online Learning for Visually Impaired and Blind Students. *Nafath*, 7(19). <https://doi.org/10.54455/MCN.19.02>
- Khusni, M. F., Munadi, M., & Matin, A. (2022). Impelementasi Kurikulum Merdeka Belajar di MIN 1 Wonosobo. *Jurnal Kependidikan Islam*, 12(1), 60-71. <https://doi.org/10.15642/JKPI.2022.12.1.60-71>
- Kiswanto, H. (2022). *Fisika Lingkungan: Memahami Alam dengan Fisika*. Banda Aceh: Syiah Kuala Press.
- Koehler, M. J. , & Mishra, P. (2008). *Introducing TPACK. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educator*. Routledge.
- Kumar, L., Kushwaha, A. S., & Jain, A. (2024). An Auditory System Interface for Augmented Accessibility: Empowering the Visually Impaired †. *Engineering Proceedings*, 62(1). <https://doi.org/10.3390/ENGPROC2024062008>

- Kurniasih, N. (2023). Exploring Teachers' Technological and Pedagogical Knowledge: A Case Study in Semarang Excellence School. *Indonesian Journal of Curriculum and Educational Technology Studies*, 11(1). <https://doi.org/10.15294/ijcets.v11i1.39326>
- Lange, T. de, Møystad, A., & Torgersen, G. (2020). How can video-based assignments integrate practical and conceptual knowledge in summative assessment? Student experiences from a longitudinal experiment. *British Educational Research Journal*, 46(6), 1279–1299. <https://doi.org/10.1002/BERJ.3632>
- Latifah, R. N., Sutopo, S., & Hidayat, A. (2024). Physics Learning Media with Multirepresentation: A Systematic Literature Review. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 10(2), 353–366. <https://doi.org/10.21009/1.10212>
- Latip, A., Robandi, B., Amaliah, A., Khakim, R. R., & Fatonah, N. (2023). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Framework for Science Teachers' Competences in Facing Global Challenges and Issues: A Narrative Literature Review. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 7(1), 45. <https://doi.org/10.20961/IJPTE.V0I0.74699>
- Lee, C. E., Chern, H. H., & Azmir, D. A. (2023). WhatsApp Use in a Higher Education Learning Environment: Perspective of Students of a Malaysian Private University on Academic Performance and Team Effectiveness. *Education Sciences*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI13030244>
- Leinster, J., Mitsakis, F., & Genghi, A. (2025). Noise in the learning space: increasing awareness and breaking down barriers. *Human Resource Development International*. <https://doi.org/10.1080/13678868.2025.2455206;SUBPAGE:STRING:ACCESS>
- Lenaini, I. (2021). Teknik Pengambilan Sampel Purposive dan Snowball Sampling. *Historis: Jurnal Kajian, Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan Sejarah*, 6(1), 33–39.
- Liu, T. (2024). Pedagogical Content Knowledge (PCK) Formation of Pre-Service Kindergarten Teachers in China: A Grounded Theory Approach. *International Journal of Education and Humanities*, 17(1), 262–268. <https://doi.org/10.54097/MA6SPF72>
- Locke, K., Ellis, K., & Wolf, K. (2024). Auditory Learner. *M/C Journal*, 27(2). <https://doi.org/10.5204/mcj.3029>

- Locke, K., Rose, C., Sullivan, L., Corkill, C., Lopes, E., Ellis, K., & Kent, M. (2024). Reinscribing Accessibility in Higher Education: The Case for the Inclusion of Automated Captions in Universities. *Puntoorg*. <https://doi.org/10.19245/25.05.pij.9.1.5>
- Lomellini, A. (2022). *Accessible and Inclusive Online Course Design in Higher Education*. <https://doi.org/10.18122/TD.2028.BOISESTATE>
- M. Nawale, A., & Nawale, A. (2022). Using PPT as an Effective Cutting Edge Tool for Innovative Teaching-Learning. *Indian Journal of Language and Linguistics*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.54392/IJLL2211>
- Maguvhe, M. O. (2023). Unique African challenges in the provision of quality inclusive education in-school education and training. *Using African Epistemologies in Shaping Inclusive Education Knowledge*, 285–306. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31115-4_16
- Maruti, E. S., Rulviana, V. R., Cahyaningtyas, T. I., Hadi, F. R., Trisnani, R. P., Sari, N., Rahmawati, R., Ramadhan, W. N., Meilia, D., Amelia, C., & Ananta, I. (2023). *Pendampingan Penggunaan Media Ajar Adaptif untuk Siswa Berkebutuhan Khusus di SD Inklusi*. <https://doi.org/10.35870/jpni.v4i3.470>
- Marzuki, Zakaria, N., & Masruri. (2024). Investigating The Capabilities of Adaptive Learning as A Cutting-Edge Approach to Model Development in An Educational Setting. *JKPP (Jurnal Kajian Pendidikan Dan Psikologi)*, 1(3). <https://altinriset.com/journal/index.php/jkpp>
- Masruroh, U., Firdaus, R., Fitriawan, H., & Yulianti, D. (2024). Development Study of Technology-Based Adaptive Learning Modules for Students with Special Needs. *Jurnal Teknologi Pendidikan : Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pembelajaran*, 9(3), 526–533. <https://doi.org/10.33394/JTP.V9I3.12250>
- Mayangsari, I., Hanifah Salsabila, U., I, T., Rani Zulaikha, I., & Aprita Dewi, F. (2020). Pendidikan Teknologi di Sekolah Inklusi. *At- Tarbawi*, 12(2), 238–245. <https://doi.org/10.32505/TARBAWI.V12I2.2195>
- Mayya, M., Sa'ud, U. S., & Meirawan, D. (2019). Analisis Implementasi Kebijakan Pendidikan Inklusi Pada Sekolah Dasar. *Jurnal Administrasi Pendidikan*, 16(1), 108–117. <https://doi.org/10.17509/JAP.V26I1.19853>
- Mendoza, J. C., Cruzado Portalanza, A. I., Torres Carrera, L. E., Cruz-Montero, J. M., Oblitas Paucar, R., & Hilario Falcon, F. M. (2024). Optimizing collaboration: using Google Drive effectively in teams. *European Public and Social Innovation Review*, 9. <https://doi.org/10.31637/EPSIR-2024-1102>

- Merchán, B. C., Oliver, B. R., & Martínez Sierra, J. J. (2024). *Propuesta didáctica para la práctica de la audiosubtitulación de textos audiovisuales multilingües en la formación de audiodescriptores*. IVITRA Research in Linguistics and Literature, 133–160.
<https://doi.org/10.1075/IVITRA.41.06CER>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications, Inc.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2008). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Muhammad Rofi' u Zaky, Endang Purbaningrum, & Murtadlo. (2023). Development of Audiobook Learning Media on Solfeggio for Music Skills of Visually Impaired Students. *IJE : Interdisciplinary Journal of Education*, 1(2), 102–110. <https://doi.org/10.61277/IJE.V1I2.24>
- Mukminin, A., Habibi, A., Prasajo, L. D., Idi, A., & Hamidah, A. (2019). Curriculum reform in Indonesia: moving from an exclusive to inclusive curriculum. *CEPS Journal* 9 (2019) 2, S. 53-72, 9(2), 53–72. <https://doi.org/10.25656/01:17442>
- Muslim, M. (2022). Universal Design For Learning: Upaya Peningkatan Hasil Belajar Anak Berkebutuhan Khusus Di Kelas Inklusi. *Seminar Nasional Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang*, 1, 163–167.
<https://semnas.univpgri-palembang.ac.id/index.php/prosidingpps/article/view/321>
- Mustabsyirah, M., Damopolii, M., & Yaumi, M. (2025). Pemanfaatan Google form: Inovasi Penilaian Sumatif Akhir Semester (SAS) Bidang Studi Bahasa Indonesia untuk Siswa Kelas 8 di SMP Negeri 37 Sinjai. *YASIN*, 5(1), 129–142. <https://doi.org/10.58578/YASIN.V5I1.4683>
- Naamy, N. (2019). *Metodologi Penelitian Kualitatif Dasar-Dasar & Aplikasinya*. Pusat Penelitian dan Publikasi Ilmiah LP2M UIN Mataram.
- Nadya, A., Shiddiq, S., & Gusmaneli, G. (2024). Efektivitas Penggunaan Teknologi dalam Meningkatkan Strategi Pembelajaran Interaktif di Kelas. *Al-Tarbiyah : Jurnal Ilmu Pendidikan Islam*, 2(2), 334–341. <https://doi.org/10.59059/AL-TARBIYAH.V2I2.1139>
- Nagara, T. A. P., Salsabila, S. A., Ariyanto, R. R., Sayfanah, Z., Mahardika, A., & Sam'an, M. (2024). Aksawatra: Inovasi Media Pengenalan Aksara Braille

Berbasis Teknologi Touchpad Untuk Meningkatkan Pengetahuan Aksara Jawa Tunanetra di SLBN Semarang. *Jurnal Surya Masyarakat*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.26714/JSM.7.1.2024.1-7>

Nasution, E. S., Nasution, F., Harahap, R., & Tambunan, E. E. (2025). Language and Visual Representation in Physics: Enhancing Understanding Through Multimedia. *International Journal of Educational Research Excellence (IJERE)*, 4(1), 01–09. <https://doi.org/10.55299/IJERE.V4I1.1226>

Nasution, S. (2023). *Metode Penelitian Naturalistik-Kualitatif*. Bandung: Tarsito.

Nazmi, R., Ardiyanto, J., Anshori, M. I., Siswanto, D. E., & Wirawan, R. (2023). Adaptive Learning in the Future of Educational Management Adapts to Student Needs. *Al-Fikrah: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 11(2), 272. <https://doi.org/10.31958/JAF.V11I2.10552>

Nechyporenko, V., Nikolenko, L., Nichuhovska, L., Omelchenko, M., & Bondarenko, Z. (2024). Mobile technologies as a tool to support inclusive learning in higher education institutions. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 12(4), 651–660. <https://doi.org/10.21533/PEN.V12.I4.69>

Neves, F. F., & Farias, B. S. S. (2024). Accessible Educational Resources: Assistive Technology and Information Design Promoting Educational Inclusion for People with Hearing Disabilities. *DATJournal*. <https://doi.org/10.29147/datjournal.v9i1.743>

Nurhaedah, N., Irfan, M., & Muliana, M. (2023). Analysis Of Higher Order Thinking Skills In The Lesson Plan (RPP) By Class V Teachers On Theme 6 Sub Theme 3 At Inpres Gantarang Elementary School Gowa Regency. *International Journal of Elementary School Teacher*, 3(2), 86. <https://doi.org/10.26858/ijest.v3i2.50392>

Nurjanah, Kansil, I. C., Masturoh, I., & Hanwar, D. (2024). Multisensory Learning: Improving Conceptual Understanding Through an Intuitive Sensory Approach. *Journal of Pedagogi*, 1(6), 56–64. <https://doi.org/10.62872/7YGYX095>

Nursani, Zaiturrahmi, & Diana, N. (2024). Students' Perspective Toward The Implementation Of Google form As A Digital Learning Assessment Tool. *English Education and Applied Linguistics Journal (EEAL Journal)*, 7(2), 85–93. <https://doi.org/10.31980/EEAL.V7I2.1624>

Nyembe, B. Z. M., & Howard, G. R. (2021). *WhatsApp, an Educational Computer System?* (pp. 135–148). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-83164-6_11

- Oliveira, M. C. De. (2024). Audiodescrição E Acessibilidade. *A Multidisciplinaridade Em Foco: Ensino, Pesquisa e Extensão - Volume 1*, 93–111. <https://doi.org/10.37885/240516555>
- Oos, E., Anwas, M., Arlinwibowo, J., Ramadhan, S., Kurnia, H., & Riadinata, I. (2024). Studying The Evolution of Audiobook Culture in Indonesian Inclusive Schools: Strategies and Obstacles. *Evolutionary Studies in Imaginative Culture*. <https://doi.org/10.70082/esiculture.vi.1056>
- Oyedokun, T. T. (2024). *Assistive Technology and Accessibility Tools in Enhancing Adaptive Education* (pp. 125–162). <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-8227-1.ch006>
- Panakaje, N., Ur Rahiman, H., Parvin, S. M. R., P, S., K, M., Yatheen, & Irfana, S. (2024). Revolutionizing pedagogy: navigating the integration of technology in higher education for teacher learning and performance enhancement. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2308430>
- Parveen, A., Jan, S., Bashir, F., Ganie, A. A., & Zimik, P. N. (2024). Promoting Inclusive Learning Environments. *Advances in Educational Marketing, Administration, and Leadership Book Series*, 407–420. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3707-3.ch017>
- Peng, Y.-H., Jang, J., Bigham, J. P., & Pavel, A. (2021). Say It All: Feedback for Improving Non-Visual Presentation Accessibility. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–12. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445572>
- Perkins, K. K., & Moore, E. B. (2018). *Increasing the accessibility of PhET Simulations for students with disabilities: Progress, challenges, and potential*. 296–299. <https://doi.org/10.1119/PERC.2017.PR.069>
- Phutane, M., Wright, J., Castro, B. V., Shi, L., Stern, S. R., Lawson, H. M., & Azenkot, S. (2022). Tactile Materials in Practice: Understanding the Experiences of Teachers of the Visually Impaired. *ACM Transactions on Accessible Computing*, 15(3), 1–34. <https://doi.org/10.1145/3508364>
- Prahastiwi, R. B., & Pd, M. (2022). *Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Multirepresentasi (Fisika Dasar Bagian Mekanika Klasik) Untuk Perguruan Tinggi*. <https://repository.penerbiteureka.com/publications/557590/>
- Pratomo, E. R. (2024). AI-Enhanced Storytelling: Integrating Visual, Textual, and Auditory Elements Through Multimodality. *Ultimart: Jurnal Komunikasi Visual*, 17(2), 173–182.

<https://doi.org/10.31937/ULTIMART.V17I2.3817>

- Prayogi, S., & Verawati, N. N. S. P. (2024). Physics Learning Technology for Sustainable Development Goals (SDGs): A Literature Study. *International Journal of Ethnoscience and Technology in Education*, 1(2), 155. <https://doi.org/10.33394/ijete.v1i2.12316>
- Preetham, M. C. S., & Krishnan, M. (2024). A Multi-Modal Image Understanding and Audio Description System for the Visually Impaired People. *10th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, Coimbatore, India, 2024, pp. 1014-1019, doi: <https://doi.org/10.1109/ICACCS60874.2024.10716992>.
- Primo, L., Ulbricht, V. R., & Fadel, L. M. (2021). Aprendizagem De Estudantes Com Deficiência Visual E A Abordagem Transmídia. *Rein - Revista Educação Inclusiva*, 6(1). <https://doi.org/10.29327/256526.6.1-4>
- Purba, E., Purba, B., Syafii, A., Khairad, F., Damanik, D., Siagian, V., Ginting, A. M., Silitonga, H. P., Fitrianna, N., SN, A., & Ernanda, R. (2021). *Metode Penelitian Ekonomi*. Yayasan Kita Menulis.
- Puspitasari, A., Anistyasari, Y., & Harimurti, R. (2024). Penerapan Metode Pembelajaran Positivisme Menggunakan Video Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Madrasah*, 9(2), 195–200. <https://doi.org/10.14421/jpm.2024.195-200>
- Putra, R. A., Siregar, W. S., & Gusmaneli. (2024). Model Pembelajaran Adaptif: Untuk Meningkatkan Efektifitas Pembelajaran di Era Digital. *ALFIHRIS: Jurnal Inspirasi Pendidikan*, 2(3), 01–09. <https://doi.org/10.59246/alfihris.v2i3.832>
- Putri, P. O. M. K., & Kartika, I. (2024). Digitalization of Physics Education Using Virtual Laboratory. *Proceding International Conference on Religion, Science and Education*, 3(3), 597–602.
- Quinatoa, S. J. P., Freire, E. X. G., & Mena, V. M. P. (2022). Accesibilidad Digital En La Educación: Pautas Para Presentaciones De Powerpoint Accesibles. *Actas Del Vii Congreso Investigación, Desarrollo E Innovación De La Universidad Internacional De Ciencia Y Tecnología Idi-Unicyt 2022*, 390–396. <https://doi.org/10.47300/ACTASIDI-UNICYT-2022-57>
- Rahajeng, U. W., Hendriani, W., & Paramita, P. P. (2024). Navigating Higher Education Challenges: A Review of Strategies among Students with Disabilities in Indonesia. *Disabilities*, 4(3), 678–695. <https://doi.org/10.3390/disabilities4030042>

- Rahmawati, S., & Nurchaerani, M. (2024). Students' Perception Towards The Use of Google form In English Online Learning. *The Gist*, 6(1). <https://doi.org/10.53675/GIST.V6I1.981>
- Raihanah, D., Putri, N. M., Fatmawati, T. K., & Nurjayadi, M. (2024). Analysis of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Ability for Prospective Chemistry Teacher Students and Chemistry Teachers: A Literature Review. *Jurnal Pijar Mipa*, 19(1), 67–74. <https://doi.org/10.29303/JPM.V19I1.6395>
- Rajak, K. K., & Dey, N. G. (2025). Differentiated Assessment Strategies: An Assessment Practice for Diverse Learners in the Inclusive Classroom. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 51(1), 17–24. <https://doi.org/10.9734/AJESS/2025/V51I11723>
- Ramaiah, M. S., Nagarajan, S. K. S., Whig, P., & Dutta, P. K. (2024). *AI-Powered Innovations Transforming Adaptive Education for Disability Support* (pp. 73–100). <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-8227-1.ch004>
- Randi, J. (2022). Adaptive Teaching. *Adaptive Teaching*. <https://doi.org/10.4324/9781138609877-REE125-1>
- Rautela, V. (2024). Enhanced Learning Outcomes with Audio in E-learning: An Analysis. *International Journal of Advanced Corporate Learning (Ijac)*, 17(4), 69–79. <https://doi.org/10.3991/ijac.v17i4.48547>
- Rayan, B., Daher, W., Diab, H., & Issa, N. (2023). Integrating PhET Simulations into Elementary Science Education: A Qualitative Analysis. *Neveléstudomány*. <https://doi.org/10.3390/educsci13090884>
- Riga, A., & Malafantis, K. (2024). Enhancing Inclusive Learning and Communication Skills with the Aid of Educational Videos. *European Journal of Education and Pedagogy*, 5(5), 36–39. <https://doi.org/10.24018/EJEDU.2024.5.5.855>
- Risdawati, S., Supardi, R., Abustang, P. B., & Fatimah, W. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Visualization, Auditory, Kinesthetic, Tactile (Multi-Sensory) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Ips Siswa Kelas V Sdi No.178 Rappoa Kab. Jeneponto. *JKPD (Jurnal Kajian Pendidikan Dasar)*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.26618/JKPD.V8I1.8597>

- Rose, D. H., & Meyer, Anne. (2002). *Teaching every student in the digital age : universal design for learning*. Alexandria, Va. : Association for Supervision and Curriculum Development.
- Rosita, T., & Rochyadi, E. (2020). Teknologi Asistif Dalam Pendidikan Inklusif. *Journal of Elementary Education*, 3(6).
- Roski, M., Sebastian, R., Ewerth, R., Hoppe, A., & Nehring, A. (2024). Learning analytics and the Universal Design for Learning (UDL): A clustering approach. *Computers and Education*, 214. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105028>
- Rosmi, Y. F., & Jauhari, M. N. (2022). Universal Design For Learning Pada Pembelajaran Pendidikan Jasmani Adaptif Di Sekolah Inklusi. *STAND : Journal Sports Teaching and Development*, 3(2), 40–48. <https://doi.org/10.36456/J-STAND.V3I2.7180>
- Rukajat, A. (2018). *Pendekatan Penelitian Kuantitatif: Quantitative Research Approach*. Deepublish.
- Rutherford, E. N. (2021). *Meeting the Needs of Students With Disabilities in Online Learning Environments*. 229–246. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-6944-3.CH012>
- Sage, K. (2022). Groupwork. *Groupwork*. <https://doi.org/10.4324/9780367198459-REPRW162-1>
- Sakti, A. (2023). Meningkatkan Pembelajaran Melalui Teknologi Digital. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 2(2), 212–219. <https://doi.org/10.55606/juprit.v2i2.2025>
- Salam, F. W. (2023). *Analisis kemampuan Calon Guru Kimia dalam Merancang Pembelajaran Inklusif Berdasarkan Kerangka Technological Pedagogical and Content knowledge (TPACK) dan Universal Design for Learning (UDL)*. Skripsi. UIN Sunan Kalijaga.
- Salam, P. A., Kasman, & Wahyuddin. (2024). Pengaruh Media Pembelajaran PhET Simulation Terhadap Pemahaman Siswa Pada Mata Pelajaran Fisika Kelas XI di SMA Negeri 9 Makassar. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 10(2).
- Saleh, S. (2017). *Analisis Data Kualitatif*. Pustaka Ramadhan.

Salsabila, U. H., Ramadhan, P. L., Hidayatullah, N., & Anggraini, S. N. (2022). Manfaat Teknologi dalam Pendidikan Agama Islam. *TA'LIM : Jurnal Studi Pendidikan Islam*, 5(1), 1–17.
<https://doi.org/10.52166/TALIM.V5I1.2775>

Santos, M. D., Tubo, M., Pil, A. I., & Sarona, J. (2022). Taking the Road Less Traveled : Prospective Special Education Teachers' Career Motivations. *Specialusis Ugdymas*, 43(1), 8735–8751.
<https://www.researchgate.net/publication/363516926>

Santos, P. V. dos, & Brandão, G. C. de A. (2020). Tecnologias Assistivas no Ensino de Física para Alunos com Deficiência Visual: um estudo de caso baseado na audiodescrição. *Ciência & Educação (Bauru)*, 26.
<https://doi.org/10.1590/1516-731320200046>

Santos, S. M. A. V., Rodrigues, B. dos S., Graciotto, C. D. M., de Almeida, C. S., Soeiro, J. T. P., Amorim, L. A. S., dos Santos, M. P., & Meroto, M. B. das N. (2024). Personalizing education: the role of adaptive technologies in individualized education. *Contribuciones A Las Ciencias Sociales*, 17(2), e5190. <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.2-152>

Sari, R. T., Yani, D., Adawiyah, S., Ayu Oktaviani, S., Nur Isnaini, P., & Prihantini, P. (2023). Peran Guru dalam Suksesnya Implementasi Kebijakan Pendidikan Inklusif di Sekolah Dasar. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 4(3), 2241–2251. <https://doi.org/10.54373/IMEIJ.V4I3.456>

Sarosa, S. (2021). *Analisis Data Penelitian Kualitatif - Samiaji Sarosa - Google Buku*. PT Kanisius.
https://books.google.co.id/books/about/Analisis_Data_Penelitian_Kualitatif.html?id=YY9LEAAQBAJ&redir_esc=y

Schmid, M., Brianza, E., & Petko, D. (2021). Self-reported technological pedagogical content knowledge (TPACK) of pre-service teachers in relation to digital technology use in lesson plans. *Computers in Human Behavior*, 115, 106586.
<https://doi.org/10.1016/J.CHB.2020.106586>

Senjam, S. (2022). Smartphones for Vision Rehabilitation: Accessible Features and Apps, Opportunity, Challenges, and Usability Evaluation. *Software Usability*.
<https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.97703>

Setiawati, R., Gunarhadi, G., & Andayani, T. R. (2023). Analysis of The Needs for Podcasts As Learning Media for Visually Impaired Students. *Proceeding of International Conference on Special Education in South East Asia Region*, 2(1), 50–60. <https://doi.org/10.57142/picsar.v2i1.63>

- Sevim, B., & Oğuzhan, B. (2024). Information of Difficulties Faced by Visually Impaired Students in the Learning Process at School. *Trends in Computer Science and Information Technology*, 9(3), 081–089. <https://doi.org/10.17352/TCSIT.000085>
- Shafique, M., Fazli, A. F., Qureshi, L., & Saleem, W. (2023). Adaptive Learning for Standardised Test Preparation. *2023 25th International Multitopic Conference (INMIC)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/INMIC60434.2023.10465975>
- Shin, E. Y., Park, K. R., & Cho, S. J. (2024). A Study on the Listening Environment in Schools for the Inclusive Education of Students with Hearing Impairments. *Audiology and Speech Research*, 20(4), 208–216. <https://doi.org/10.21848/ASR.240163>
- Sidiq, U., & Choiri, M. M. (2019). *Metode Kualitatif di Bidang Pendidikan*. Ponorogo: CV. Nata Karya.
- Sinaga, C. E., Monika, F., Salz, N. P., & Zukhairia, S. (2025). Efektivitas Penggunaan Simulasi PhET dalam Meningkatkan Pemahaman Mahasiswa pada Efek Compton. *VISA: Journal of Vision and Ideas*, 5(1). <https://doi.org/10.47467/VISA.V5I1.5961>
- Singh, K. (2022). Designing Multimedia for Improved Student Engagement and Learning: Video Lectures. In A. Lopes & F. Soares (Eds.), *Online Distance Learning Course Design and Multimedia in E-Learning* (pp. 1-36). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-9706-4.ch001>
- Singh, S. (2024). Inclusive Education: Promoting Equity and Access for Students with Disabilities. *Global International Research Thoughts*, 12(1), 30–35. <https://doi.org/10.36676/girt.v12.i1.109>
- Sinta, D., Faqihuddin, A., Nurhuda, A., & Ab Rahman, E. S. B. E. (2024). The Role of Digital Media in Optimizing Project-Based Learning to Practice 21st Century Skills. *Educative: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 2(3), 129–138. <https://doi.org/10.70437/EDUCATIVE.V2I3.477>
- Siregar, J., Mawaddah, H., Khairiah, K., Berliani, H., Nasution, L. A., Putri, N. A., Derlina, D., Pramudito, R., & Ehkan, P. (2024). Exploration Of The Use Of Phet Simulation On Newton's Law Materials To Improve Student Physics Learning Outcomes. *Jurnal Eduscience*, 11(3), 739–746. <https://doi.org/10.36987/JES.V11I3.6590>
- Siswanto, J., Tri Jaka Harjanta, A., Prahani, B., & Suminar, I. (2022). The Role of Physics Teachers in Digital Learning. *KnE Social Sciences*.

<https://doi.org/10.18502/kss.v7i14.12048>

- Siswono, H., Cahyono, A. E., & Zusfindhana, I. H. (2023). Designing Instructional Media for Deaf and Blind Students: Promoting Inclusivity and Equity. *Jurnal Kependidikan*. <https://doi.org/10.33394/jk.v9i4.8993>
- Siswoyo, S., & Mulyati, D. (2021). Teaching high school physics using PhET interactive simulation. *AIP Conference Proceedings*, 2331. <https://doi.org/10.1063/5.0041657>
- Siu, A. F., O'Modhrain, S., & Follmer, S. (2022). Supporting Accessible Data Visualization Through Audio Data Narratives. *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3491102.3517678>
- Solihin, E. (2021). *Pendekatan Kualitatif dalam Penelitian Pendidikan*. Tasikmalaya: Pustaka Ellios.
- Song, Y., Weisberg, L. R., Zhang, S., Tian, X., Boyer, K. E., & Israel, M. (2024). A framework for inclusive AI learning design for diverse learners. In *Computers and Education: Artificial Intelligence* (Vol. 6). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100212>
- Souza, V. C., Júnior, H. G. M., da Rocha, E. P., Costa, V. R. F. G., & Narciso, R. (2024). Integração Da Tecnologia Na Aprendizagem Colaborativaestratégias e impactos no ensino moderno. *RCMOS - Revista Científica Multidisciplinar O Saber*, 1(1). <https://doi.org/10.51473/RCMOS.V1I1.2024.471>
- Stein, A. (2022). Implementing Tactile Learning to Aid Students Understanding of the Bohr Model. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 25(1), 1–14. <https://doi.org/10.14448/jesed.14.0003>
- Suárez-Lantarón, B., Deocano-Ruiz, Y., García-Perales, N., & Castillo-Reche, I. S. (2022). The Educational Use of WhatsApp. *Sustainability (Switzerland)*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/SU141710510>
- Sufa, M. R. william. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Powerpoint Interaktif untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Tematik Siswa Kelas III SD. *Ibtidaiyyah: Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyyah*, 2(4), 246–264. <https://doi.org/10.18860/IJPGMI.V2I4.3499>
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.

- Sujathamalini, J., & Ravichandran, G. (2023). Assistive and Digital Technology for the Education of Students with Visual Disabilities. *International Journal of Research and Review*, 10(2), 714–719. <https://doi.org/10.52403/ijrr.20230287>
- Sukirman. (2021). *Metode Penelitian Kualitatif: Sebuah Pengantar*. Gowa: Penerbit Aksara Timur.
- Sula, G. (2023). *Building an Inclusive Future: Empowering Through Assistive Technologies* (pp. 165–174). Edições Universitárias Lusófonas. <https://doi.org/10.24140/asdigital.v1.p02.11>
- Sulistiyawati. (2023). *Buku Ajar Metode Penelitian Kualitatif*. Yogyakarta: K-Media.
- Sunitha R, Supreeth D. (2024). E-Learning Accessibility: Barriers and solutions for inclusive online education. *Journal of Informatics Education and Research*, 4(3). <https://doi.org/10.52783/JIER.V4I3.1765>
- Suparlan, P. (1993). *Adaptasi dalam Antropologi*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Suprihatiningrum, J. (2022). Pengalaman Sekolah Penyelenggara Pendidikan Inklusif dalam Menyediakan Pembelajaran Sains. *INKLUSI*, 8(2), 123–136. <https://doi.org/10.14421/IJDS.080203>
- Susanto, D., Risnita, & Jailani, M. S. (2023). Teknik Pemeriksaan Keabsahan Data Dalam Penelitian Ilmiah. *QOSIM: Jurnal Pendidikan, Sosial & Humaniora*, 1(1). <http://ejournal.yayasanpendidikandzurriyatulquran.id/index.php/qosim>
- Tanashchuk, K., Derkach, O., Bazyka, S., & Yamnyuk, B. (2024). Adaptive Educational Ecosystems Using Artificial Intelligence For Forming Students' Educational Trajectories. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas Zarządzanie*, 25(3), 97–106. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.7772>
- Tariq, M. U. (2024). *Navigating the Personalization Pathway* (pp. 265–291). <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3641-0.ch012>
- Teves, L. (2024). Smart Educational Resource Management: A QR Code-Enabled System with Notification and Alerting Capabilities. *Journal of Innovative Technology Convergence*, 6(2), 59–66. <https://doi.org/10.69478/JITC2024V6N002A06>
- Therasa, M. M. (2023). Adapting Assistive Technology to Diverse Learning Needs in Inclusive Education. *Shanlax International Journal of Arts, Science and Humanities*, 11(S1-Nov), 63–66. <https://doi.org/10.34293/SIJASH.V11IS1-NOV.6868>

- Tivadar, R. I., Franceschiello, B., Minier, A., & Murray, M. M. (2023). Learning and navigating digitally rendered haptic spatial layouts. *Npj Science of Learning*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/S41539-023-00208-4>
- Tiwari, A. (2024). Physics Education for Special Needs Students: A Descriptive Analysis. *IJFMR - International Journal For Multidisciplinary Research*, 6(3). <https://doi.org/10.36948/IJFMR.2024.V06I03.19884>
- Toews, S. G., & Zagona, A. (2022). Collaborative Professional Development to Support Inclusive Instruction. *Inclusive Practices*, 1(3), 88–96. <https://doi.org/10.1177/273247452111039745>
- Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F., & Baran, E. (2020). Enhancing pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK): a mixed-method study. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 319–343. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09692-1>
- Tozadore, D. C., Aubin, L., Gauthier, S., Bruno, B., & Anzalone, S. M. (2023). Multimodal, Interactive Interfaces for Education. *ACM International Conference Proceeding Series*, 826–827. <https://doi.org/10.1145/3577190.3616881>
- Ulum, M., & Muhammad, A. H. (2020). The Effect of The Use of E-Learning Technology (Media LCD Projector) on The Achievement of Class IX SKI Lessons at Islamic Junior High School 2 Ponorogo. *Educan: Jurnal Pendidikan Islam*, 4(2), 170. <https://doi.org/10.21111/EDUCAN.V4I2.5253>
- Valencia, R. A. M., Reyes, M. E. N., Puellas, E. Y. L., & Valdiviezo, J. M. S. (2023). Effectiveness Associated With Learning With Video and Multimedia Content in Engineering Students' Classroom Sessions. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 23(19). <https://doi.org/10.33423/JHETP.V23I19.6738>
- Valtonen, T., Eriksson, M., Kärkkäinen, S., Tahvanainen, V., Turunen, A., Vartiainen, H., Kukkonen, J., & Sointu, E. (2023). Emerging imbalance in the development of TPACK - A challenge for teacher training. *Education and Information Technologies*, 28(5), 5363–5383. <https://doi.org/10.1007/S10639-022-11426-5/TABLES/6>
- Vieira, A. V. M., & Netto, J. F. M. (2023). Adaptive learning in programming education: A systematic mapping of the literature. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*. <https://doi.org/10.1109/FIE58773.2023.10342933>

- Vorina, A., Vrcelj, N., & Bevanda, V. (2022). Usage of E-platforms Google Meet, Microsoft Teams and Zoom in Education. *International Scientific Conference ITEMA 2022: Vol 6. Conference Proceedings*, 63–70. <https://doi.org/10.31410/ITEMA.2022.63>
- Wahab, G., & Rosnawati. (2021). *Teori-Teori Belajar dan Pembelajaran*. Indramayu: Adanu Abimata.
- Wahyudi, B. (2022). Analisis Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dengan Praksiologi. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(06), 764–771. <https://doi.org/10.59141/JIST.V3I06.452>
- Wahyudin, Dede Sulaeman, & Ai Tati Nurhayati. (2024). Efektivitas Penggunaan Media Audio Visual Dengan Vidio Melalui Proyektor Untuk Menstimulasi Motorik Kasar Melalui Gerakan Senam Sehat Cerdas Ceria Pada Anak Usia Dini Di Paud Riyadul Ulum Kelompok B. *Jurnal Pendidikan Islam Dan Manajemen Ekonomi*, 2(2), 36–48. <https://doi.org/10.62495/JPIIME.V2I2.26>
- Walidi, W., Saifullah, & A, T. Z. (2015). *Metodologi Penelitian Kualitatif & Grounded Theory*. Aceh: FTK ar Raniry Press.
- Warneri, W., Salam, U., Putri, W. A., Imandari, R. Z., Pratiwi, R. D., & Chairunnisa, T. (2024). Utilization, Simulation and Learning: The Virtual Laboratory Learning Media PhET for Outcomes Learning. *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan*, 26(3), 960–970. <https://doi.org/10.21009/JTP.V26I3.49832>
- Wirda, W., Mauvizar, E., Lubis, S. P. W., & Muzana, S. R. (2023). Utilization of PhET Simulations in Replacing Real Laboratories for Physics Learning. *Radiasi : Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 16(2), 71–79. <https://doi.org/10.37729/RADIASI.V16I2.3539>
- Wulandari, C. E., Firdaus, F. A., & Saifulloh, F. (2024). Promoting Inclusivity Through Technology: A Literature Review in Educational Settings. *Journal of Learning and Technology*, 3(1), 19–28. <https://doi.org/10.33830/JLT.V3I1.9731>
- Yani, D. R., & Susanti, R. (2023). Keberagaman Peserta Didik Dalam Pemenuhan Target Kurikulum Melalui Pembelajaran Berdiferensiasi. *Jurnal Pendidikan Profesi Guru*, 2(1), 13–24. <http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/guruku>
- Yong, A., & Rudolph, J. (2022). A review of Quizizz a gamified student response system. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 5(1), 146–155. <https://doi.org/10.37074/JALT.2022.5.1.18>

- Yudiana, D., Iriani, T., & Murtinugraha, R. E. (2024). Analisis Kemampuan Technological, Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Calon Guru Vokasional Pendidikan Teknik Bangunan. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 1(3), 11. <https://doi.org/10.47134/jtp.v1i3.331>
- Zakiah, Z., Umar, V., Nurrohman Jauhari, M., Irvan, M., Buana Surabaya, A., Dukuh Mananggal XII, J., Surabaya, G., Timur, J., & Studi Pendidikan Luar Biasa, P. (2024). Pemanfaatan Teknologi Asistif dalam Proses Pembelajaran Siswa dengan Hambatan Penglihatan. *Journal on Education*, 7(1), 3893–3902. <https://doi.org/10.31004/JOE.V7I1.6981>
- Zhang, Z. (Jerry), & Wobbrock, J. O. (2023). AlllyBoard: Making Digital Artboards Accessible to Blind and Low-Vision Users. *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–17. <https://doi.org/10.1145/3544548.3580655>
- Zoneva, L. (2020). Degree Of Digital Technological Integration In The Bulgarian Secondary Technological Education. *Proceedings of CBU in Social Sciences*, 1, 289–294. <https://doi.org/10.12955/pss.v1.87>

