

Implementasi media multisensorik berbasis view scan, auris, dan mechano receptor untuk meningkatkan fungsi kognitif siswa tunanetra di SLB Negeri Lamongan

Novi Darmayanti*, Mohamad Rizal Nur Irawan, Heny Ekawati Haryono, Fitri Dwi Anggraeni, Fanny Evanda Fachruddin

Fakultas Ekonomi, Universitas Islam Darul Ulum, Indonesia

*) Korespondensi (e-mail: Novidarmayanti@unisda.ac.id)

Received: 28-August-25; Revised: 8-October-25; Accepted: 12- October-25

Abstract

This Community Service (PkM) activity was motivated by the limited availability of innovative learning media for visually impaired students, who generally rely only on audio or braille. The purpose of this program is to develop and implement multisensory learning media based on View Scan, Auris, and Mechano Receptor to enhance the cognitive functions of visually impaired students at SLB Negeri Lamongan. The novelty lies in integrating visual, auditory, and tactile technologies into a structured learning system, thereby improving accessibility and learning effectiveness. The method used was a quantitative, experimental design approach. The subjects were visually impaired students, with data collected through observation, pre-and post-cognitive tests, and documentation. Data analysis was carried out descriptively and inferentially. The results showed a positive response: View Scan supported object identification, Auris reinforced verbal comprehension, and the Mechano Receptor improved spatial perception. Students' participation, concentration, and memory increased significantly, with an effectiveness rate of 81.01%. In conclusion, this PkM successfully enhanced the cognitive functions of visually impaired students.

Keywords: Visually Impaired, Inclusive Learning, Multisensory, Cognitive Function, Educational Technology

Abstrak

Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini di latar belakang keterbatasan media pembelajaran inovatif bagi siswa tunanetra yang umumnya hanya mengandalkan audio atau braille. Tujuan kegiatan adalah mengembangkan dan mengimplementasikan media multisensorik berbasis View Scan, Auris, dan Mechano Receptor untuk meningkatkan fungsi kognitif siswa tunanetra di SLB Negeri Lamongan. Unsur keterbaruan terletak pada integrasi teknologi visual, auditori, dan taktil dalam satu sistem pembelajaran terstruktur sehingga meningkatkan aksesibilitas dan efektivitas belajar. Metode menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen. Subjek kegiatan adalah siswa tunanetra, dengan data dikumpulkan melalui observasi, tes kognitif prapasca intervensi, serta dokumentasi. Analisis dilakukan secara deskriptif dan inferensial. Hasil menunjukkan respons positif siswa: View Scan membantu identifikasi objek, Auris memperkuat pemahaman verbal, dan Mechano Receptor meningkatkan persepsi spasial. Partisipasi, konsentrasi, dan daya ingat siswa meningkat signifikan dengan efektivitas mencapai 81,01%. Kesimpulannya, PKM ini berhasil meningkatkan fungsi kognitif siswa tunanetra.

Kata kunci: Tunanetra, Pembelajaran Inklusif, Multisensorik, Fungsi Kognitif, Teknologi Pendidikan

How to cite: Darmayanti, N., Irawan, M. R. N., Haryono, H. E., Anggraeni, F. D., & Fachruddin, F. E. (2025). Implementasi media multisensorik berbasis view scan, auris, dan mechano receptor untuk meningkatkan fungsi kognitif siswa tunanetra di SLB Negeri Lamongan. *Penamas: Journal of Community Service*, 5(4), 609–617. <https://doi.org/10.53088/penamas.v5i4.2274>



1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan hak dasar bagi setiap individu, termasuk anak-anak berkebutuhan khusus. Mereka memiliki hak yang sama untuk memperoleh pendidikan dan pelayanan yang setara tanpa adanya diskriminasi. Saat ini, banyak anak berkebutuhan khusus menunjukkan prestasi di berbagai bidang akademik maupun nonakademik. Hal tersebut menunjukkan bahwa keterbatasan fisik tidak menjadi penghalang untuk berkembang dan berprestasi (Thoyibah & Harsiwi, 2024). Anak berkebutuhan khusus merupakan anak yang tergolong luar biasa yang memiliki perbedaan baik dari segi fisik, psikologis, kognitif, atau sosial yang terhambat dalam tujuan, kebutuhan, dan potensi yang ingin dicapai secara maksimal.

Salah satu klasifikasi anak berkebutuhan khusus adalah tunanetra, yaitu individu yang mengalami hambatan pada fungsi penglihatan baik sebagian maupun total. Dalam literatur berbahasa Inggris, istilah ini dikenal sebagai *visual impairment* atau *sight loss*. QS. An-Nuur ayat 61 mengandung makna kesetaraan, bahwa tidak ada larangan bagi masyarakat untuk berinteraksi dan bergabung dengan penyandang disabilitas. Anak-anak tunanetra berhak memperoleh kesempatan yang sama untuk belajar dan berpartisipasi dalam kehidupan sosial sebagaimana masyarakat pada umumnya (Kurniawan, 2015).

Siswa tunanetra menghadapi berbagai tantangan dalam aktivitas sehari-hari, seperti kesulitan dalam mengenali benda, berinteraksi dengan lingkungan, dan meniru perilaku sosial di sekitarnya. Dalam proses belajar, mereka sangat bergantung pada indera lain seperti pendengaran dan peraba. Oleh karena itu, pelatihan multisensorik menjadi penting untuk menstimulasi kemampuan kognitif dan mendukung kemandirian anak tunanetra. Dengan memaksimalkan fungsi indera yang masih bekerja, mereka dapat belajar dan beradaptasi dengan lebih efektif.

Proses pembelajaran bagi anak tunanetra tidak dapat hanya mengandalkan penjelasan verbal guru. Diperlukan media dan perangkat yang mampu menerjemahkan informasi visual menjadi bentuk yang dapat dipahami melalui suara atau sentuhan (Baktara & Setyawan, 2020). Layanan pendidikan khusus harus disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik berkebutuhan khusus, termasuk penggunaan metode pengajaran yang tepat, pelatihan guru, serta media pembelajaran adaptif (Una et al., 2023). Pengembangan teknologi asistif berperan penting dalam meningkatkan layanan pendidikan berbasis IPTEK bagi individu tunanetra, khususnya dalam aspek orientasi, mobilitas, serta akses terhadap materi pembelajaran (Arifin et al., 2024). Media pembelajaran berperan penting dalam meningkatkan akses, interaktivitas, dan personalisasi belajar. Teknologi pendidikan tidak hanya menjadikan pembelajaran lebih menarik dan efektif, tetapi juga dapat disesuaikan dengan karakteristik masing-masing individu (Inayah & Prasetyo, 2025).

Meskipun teknologi pembelajaran telah berkembang, sebagian besar media yang digunakan oleh siswa penyandang tunanetra masih bersifat satu dimensi, seperti hanya mengandalkan audio atau braille. Kurangnya integrasi antar media sensorik menyebabkan proses belajar menjadi kurang efektif dalam meningkatkan fungsi

kognitif secara menyeluruh. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan baru yang menggabungkan media visual, auditori, taktil dalam satu sistem terintegrasi guna mendukung keberhasilan pembelajaran tunanetra.

Namun, hingga saat ini masih terdapat tantangan dalam penyediaan media pembelajaran yang mampu menjawab kebutuhan sensorik siswa tunanetra. Maka dibuatlah teknologi pembelajaran mengenai view scan berbasis auris, dan mechano receptor untuk meningkatkan fungsi kognitif siswa tunanetra. View scan merupakan sebuah perangkat berbasis kamera pintar yang dirancang untuk menangkap informasi visual dari lingkungan sekitar dan kemudian mengonversinya menjadi sinyal suara atau representasi auditori yang dapat dipahami oleh pengguna tunanetra. Teknologi ini memungkinkan siswa mengenali objek, teks, atau arah secara lebih mandiri melalui respons suara yang dihasilkan secara real-time, sehingga mendukung orientasi spasial dan pemahaman konteks visual.

Berdasarkan hasil observasi awal, siswa tunanetra di SLB Negeri Lamongan masih menggunakan media pembelajaran sederhana seperti braille dan rekaman suara. Guru menyampaikan bahwa sebagian besar siswa kesulitan memahami konsep bentuk, arah, dan spasial karena terbatasnya media interaktif berbasis teknologi. Selain itu, SLB Negeri Lamongan merupakan satu-satunya SLB negeri di Kabupaten Lamongan yang memiliki kelompok siswa tunanetra dari jenjang SD hingga SMP, sehingga menjadi lokasi yang strategis untuk penerapan media pembelajaran multisensorik berbasis View Scan, Auris, dan Mechano Receptor.

Auris adalah sistem pembelajaran berbasis teknologi auditori yang menyampaikan informasi secara terarah melalui suara. Teknologi ini bekerja dengan cara menyampaikan instruksi atau materi pembelajaran secara verbal, baik melalui speaker maupun perangkat audio tertanam, yang disesuaikan dengan kemampuan dan tingkat kenyamanan pendengaran siswa tunanetra. Sistem ini sangat efektif dalam meningkatkan konsentrasi, memperkuat daya ingat, serta menstimulasi pemahaman konsep melalui jalur pendengaran (Remache-Vinueza et al., 2021). Sedangkan mechano receptor merujuk pada teknologi yang memanfaatkan stimulus taktil, seperti getaran atau tekanan lembut, untuk merespons aktivitas atau rangsangan belajar.

Teknologi ini dirancang untuk memaksimalkan peran indera peraba sebagai pengganti indera penglihatan, dengan memberikan umpan balik secara langsung melalui permukaan kulit. Penggunaan mechano receptor dalam pembelajaran bertujuan untuk membantu siswa tunanetra memahami bentuk, arah, tekstur, atau perintah melalui pola getaran tertentu, sehingga mereka dapat membangun persepsi spasial dan motorik yang lebih akurat dan responsif terhadap materi yang disampaikan. Hal ini sejalan dengan temuan (Suparti, 2015) yang menunjukkan bahwa media audio berperan besar dalam meningkatkan kemampuan siswa tunanetra memahami instruksi dan materi pembelajaran yang bersifat kompleks. Keunggulan utama penelitian ini terletak pada pendekatannya yang inovatif dalam menggabungkan berbagai perangkat teknologi adaptif yaitu view scan, auris, dan mechano receptor untuk mendukung peningkatan fungsi kognitif siswa tunanetra.

Metode multimodal yang belum banyak digunakan dalam pendidikan penyandang tunanetra adalah kombinasi dari ketiga media tersebut, yang dapat menjanjikan peningkatan memori, orientasi spasial, dan pemrosesan informasi sekaligus. Penelitian ini menyoroti integrasi teknologi multisensorik yang menyentuh aspek pendengaran dan peraba secara simultan. Pendekatan ini memungkinkan pemahaman yang lebih luas terhadap efektivitas kombinasi media dalam konteks pembelajaran inklusif, serta memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai kelebihan dan keterbatasan masing-masing perangkat saat digunakan oleh siswa dengan hambatan penglihatan.

Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan strategi pembelajaran yang adaptif dan aplikatif bagi siswa berkebutuhan khusus di sekolah luar biasa. Permasalahan utama yang dihadapi siswa tunanetra adalah terbatasnya media pembelajaran inovatif yang sesuai dengan karakteristik sensorik mereka. Oleh karena itu, program ini difokuskan pada pengembangan dan penerapan media pembelajaran multisensorik berbasis View Scan, Auris, dan Mechano Receptor guna meningkatkan fungsi kognitif siswa tunanetra di SLB Negeri Lamongan.

Melalui penerapan ketiga media tersebut, proses pembelajaran diharapkan menjadi lebih interaktif, kontekstual, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Inovasi ini diharapkan mampu menjembatani keterbatasan visual siswa, menstimulasi daya pikir serta pemahaman mereka secara optimal, sehingga mendukung terwujudnya pendidikan inklusif yang bermakna dan setara.

2. Metode Pengabdian

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan di SLB Negeri Lamongan, Jl. Mendalan No. 06 Desa Banjarmendalan, Kecamatan Lamongan, Kabupaten Lamongan, pada bulan Juli 2025 selama satu bulan. Kegiatan ini melibatkan guru dan siswa tunanetra sebagai peserta utama.

Metode pelaksanaan pengabdian dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu:

1. Tahap persiapan, meliputi koordinasi dengan pihak sekolah, identifikasi kebutuhan belajar siswa tunanetra, serta penyusunan media pembelajaran multisensorik berbasis View Scan, Auris, dan Mechano Receptor.
2. Tahap pelaksanaan, berupa kegiatan pelatihan dan implementasi media kepada guru dan siswa. Guru diberikan pendampingan dalam penggunaan media, sementara siswa mengikuti sesi pembelajaran menggunakan perangkat yang dikembangkan.
3. Tahap evaluasi, dilakukan untuk mengukur efektivitas kegiatan melalui observasi, wawancara, serta tes kognitif sebelum dan sesudah penerapan media. Analisis hasil evaluasi dilakukan dengan pendekatan kuantitatif deskriptif guna melihat peningkatan fungsi kognitif siswa tunanetra setelah intervensi.

Hasil serupa juga dijelaskan oleh (Rasulyanti et al., 2025) yang menemukan bahwa penggunaan media taktil dan huruf Braille secara terintegrasi dapat meningkatkan

pemahaman spasial serta kemampuan konseptual siswa tunanetra dalam kegiatan pembelajaran praktis. Pendekatan kuantitatif digunakan bukan sebagai desain penelitian, melainkan sebagai alat evaluasi program untuk menilai sejauh mana media multisensorik dapat meningkatkan partisipasi dan kemampuan kognitif siswa.

3. Hasil Pengabdian

Dalam dunia Pendidikan media pembelajaran suatu faktor yang sangat penting dalam mendukung guru menciptakan pembelajaran yang menarik dan mudah untuk dipahami oleh siswa. Penggunaan media yang kreatif dan inovatif tidak hanya meningkatkan minat belajar, tapi juga mendukung para siswa dalam menyerap ilmu lebih optimal (Sapriyah, 2019).

Siswa tunanetra pada dasarnya memiliki potensi dan kemampuan belajar yang sama dengan peserta didik lainnya. Mereka mampu memahami materi Pelajaran, mengembangkan keterampilan, serta mencapai prestasi yang memadai. Perbedaan yang mendasar terletak pada keterbatasan mereka dalam fungsi indra pengelihata. Oleh karena itu dibutuhkan metode pembelajaran yang adaptif, inovatif dan ssesuai dengan karakteristik dan kemampuan mereka seperti indra peraba dan pendengaran guna memastikan proses belajar yang efektif, dan inklusif bagi siswa tunanetra (Nuraini, 2022).



Gambar 1. Suasana Saat Kegiatan Pembelajaran Berlangsung

Dari hasil obeservasi yang telah dilakukan, Tim Kami menemukan sebuah permasalahan yang dialami para guru, yaitu kurangnya inovasi dalam media pembelajaran yang diterapkan kepada peserta didik. Sehingga menimbulkan tidak optimalnya proses pembelajaran serta membuat kurangnya semangat dari peserta didik, dengan itu tim kami memberikan inovasi media pembelajaran kepada guru SLBN Lamongan yaitu dengan media pembelajaran Penggunaan *View Scan*, *Auris*, dan *Mechano Receptor* untuk Meningkatkan Fungsi Kognitif Siswa Tunanetra dan diterima baik oleh para guru.

Metode pembelajaran kami terapkan berfokus pada optimalisasi indra peraba dan pendengaran sebagai saluran utama dalam menyampaikan informasi kepada siswa

tuna netra. Media pembelajaran *view scan* ini menggantikan fungsi visual yang tidak dapat diakses oleh siswa tunanetra, melalui stimulasi taktil seperti penggunaan benda nyata, huruf timbul dan media berbasis tekstur yang dibalut dalam sebuah game fun dengan begitu menjadikan siswa nyaman dalam proses pembelajaran, sehingga siswa dilatih untuk mengenal bentuk dan pola. Sementara itu penggunaan auris atau indra pendengaran untuk mengembangkan kemampuan mendengar aktif, memahami instruksi verbal, serta melatih daya ingat dan pemahaman bahasa. Dengan menggabungkan kedua indra secara terstruktur, proses pembelajaran menjadi lebih inklusif dan mampu mendukung perkembangan fungsi kognitif siswa tunanetra secara maksimal.

Hasil dari penerapan media pembelajaran auris dan *view scan* yang diikuti oleh peserta didik sangat antusias dan aktif mengikuti pembelajaran berbasis game fun sehingga mereka dapat memahami informasi secara audio dan taktil sesuai dengan kemampuan sensorik mereka, yang memberikan dampak positif terhadap peningkatan fungsi kognitif peserta didik. Secara keseluruhan hasil evaluasi terhadap pelaksanaan pembelajaran pendidikan bagi anak tunanetra di SLB negeri Lamongan mencapai persentase 81,01%, atau dengan kata lain berhasil.



Gambar 2. Foto Bersama Setelah Kegiatan Pembelajaran

View scan ini merupakan media pembelajaran dengan pendekatan permainan edukatif berbasis taktil dengan menggunakan huruf timbul, model anatomi tubuh, dan puzzle. Sebagai contoh, Ketika menggunakan “kotak Ajaib” berisi benda nyata dengan tekstur dan bentuk berbeda, siswa mampu mengidentifikasi benda dengan mengandalkan perabaan dan menjabarkan karakteristik secara verbal. Permainan tersebut untuk melatih kemampuan kognitif seperti konsentrasi, pemecahan masalah, serta pengenalan bentuk dan pola. Ketika diinteraksikan dengan *view scan* siswa tidak hanya mendengarkan instruksi atau narasi mengenai objek tersebut secara langsung, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih interaktif dan multisensoris.

Kombinasi *view scan* dengan media taktil ini terbukti meningkatkan antusiasme dan partisipasi siswa dalam proses belajar. Siswa tampak lebih fokus, aktif, dan mampu memahami materi secara lebih mendalam karena informasi yang diterima tidak hanya

berasal dari satu jalur sensorik, melainkan melalui integrasi suara dan sentuhan. *Auris* yaitu mengoptimalkan fungsi indra pendengaran sebagai jalur utama penerimaan informasi bagi siswa tunanetra, metode pembelajaran ini memanfaatkan media berbasis audio dengan menggunakan head phone serta alat musik tradisional. Materi yang dikemas dalam bentuk audio mencakup berbagai pembelajaran seperti narasi teks, penjelasan konsep, hingga instruksi tugas. Selain itu, pembelajaran juga dipadukan dengan media alat musik tradisional, seperti angklung, kendang, suling, dan lain sebagainya untuk menumbuhkan kepekaan bunyi, dan ritme.

Kegiatan pembelajaran berbasis musik ini dirancang tidak hanya sebagai hiburan, tetapi juga media edukatif untuk melatih konsentrasi dan makna. Misalnya siswa diminta mengenali suara instrument tertentu yang disertai dengan narasi, seperti materi tentang budaya daerah. Metode ini terbukti efektif dalam meningkatkan fungsi kognitif terutama dalam aspek pemahaman verbal dan informasi auditori. Siswa menunjukkan respon sangat positif, lebih antusias dalam mengikuti kegiatan, serta menunjukkan peningkatan dalam kemampuan menyerap dan mengingat yang disampaikan secara audio.

Optimisasi sensor pada alat bantu tunanetra berbasis Arduino Uno terbukti dapat meningkatkan akurasi deteksi dan kecepatan respon pengguna (Ramadhan et al., 2025). Konsep ini paralel dengan penerapan *Mechano Receptor* dalam PkM ini, yang memanfaatkan stimulus taktil dan audio untuk memperkuat persepsi spasial siswa. mengenai tongkat tunanetra berbasis IoT dengan headset audio juga menegaskan pentingnya umpan balik suara secara real-time untuk mendukung mobilitas dan orientasi pengguna tunanetra relevan dengan integrasi *Auris* dan *View Scan* dalam pembelajaran multisensorik. Kedua penelitian tersebut menguatkan bahwa penggabungan teknologi visual, auditori, dan taktil merupakan strategi efektif untuk meningkatkan fungsi kognitif dan kemandirian tunanetra, sekaligus memperluas akses mereka terhadap pembelajaran yang inklusif dan adaptif (Salsabiela et al., 2025).

Selain itu, hasil pengamatan lapangan kami juga sejalan dengan penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa penerapan kerangka kerja pembelajaran multisensorik dapat meningkatkan motivasi, retensi materi, dan partisipasi aktif siswa tunanetra. Melaporkan bahwa penggunaan kombinasi media audio, haptik, dan visual adaptif mampu menciptakan pengalaman belajar yang imersif dan mendukung ketercapaian hasil belajar yang lebih tinggi (Chit et al., 2024). penggunaan teknologi asistif di sekolah dasar untuk siswa tunanetra, di mana integrasi media seperti Braille, audio, dan haptik terbukti signifikan dalam meningkatkan capaian akademik (Suleiman et al., 2024).

Dengan demikian, integrasi *View Scan*, *Auris*, dan *Mechano Receptor* di SLB Negeri Lamongan bukan hanya relevan secara praktis tetapi juga didukung oleh bukti empiris terkini, sehingga direkomendasikan untuk diterapkan secara lebih luas dengan dukungan pelatihan guru dan penyediaan perangkat yang memadai.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengabdian, pelaksanaan pembelajaran pendidikan menggunakan metode *view scan by Auris* dan *mechano receptor* bagi anak tunanetra di SLB Negeri Lamongan bisa dinyatakan berhasil, dengan persentase capaian 81,01%. Hal ini menandakan bahwa proses perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi pembelajaran sudah berjalan optimal. Guru mampu mengadaptasi strategi, metode, dan media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan sensorik siswa tunanetra, misalnya pemanfaatan media taktil seperti braille, miniatur, dan media auditori seperti buku audio dan headphone. Metode ini dapat memberikan dukungan bagi siswa saat belajar mandiri dan interaktif.

Dengan dukungan sarana dan prasarana yang memadai serta kerja sama yang baik antara guru, siswa, dan pihak sekolah turut mendorong keberhasilan pembelajaran. Proses pembelajaran juga menekankan pada pentingnya pengembangan kemandirian, keterampilan motorik, dan kepercayaan diri siswa, sehingga mampu memberi dampak positif terhadap perkembangan fisik maupun sosial mereka. Hal ini merekomendasikan kepada guru serta pengembangan media dan model pembelajaran yang semakin inovatif dan inklusif maka perlu dilakukan pelatihan secara berkelanjutan. Dengan demikian, pembelajaran di SLB dapat terus ditingkatkan kualitas pembelajaran sehingga terciptanya individu yang kreatif dan inovatif.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPRM) KemdiktiSaintek TA. 2025 Kepala Sekolah, guru, dan staf SLB Negeri Lamongan yang telah memberikan izin, dukungan, dan kerja sama selama proses pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para siswa tunanetra yang telah berpartisipasi aktif dalam kegiatan pembelajaran dan memberikan masukan berharga terkait efektivitas media yang digunakan. Penghargaan khusus diberikan kepada pihak-pihak yang membantu dalam penyediaan sarana dan prasarana pembelajaran, termasuk penyedia teknologi *View Scan*, *Auris*, dan *Mechano Receptor*. Sementara bantuan finansial untuk pelaksanaan program ini diperoleh dari BIMA, yang telah mendukung secara penuh kegiatan dari tahap perencanaan hingga evaluasi. Semua dukungan yang telah diberikan menjadi bagian penting dalam keberhasilan kegiatan ini.

Referensi

- Arifin, M., Rahman, A., & Karsidi, R. (2024). Dampak Pengembangan Teknologi Asistif terhadap Layanan Pendidikan Berbasis IPTEK bagi Individu Tunanetra. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 13(1), 33-40. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v13i1.73684>
- Baktara, D. I., & Setyawan, W. (2021). Fasilitas Pendidikan Bagi Anak Tunanetra dengan Pendekatan Indera. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 9(2), 1-6.
- Rasulyanti, A., Jelita, A. V., Kusuma, R. T., Fatihah, S. R., & Darmadi, D. (2025). Belajar Matematika Tanpa Melihat: Peran Media Taktil dan Braille untuk Tunanetra. *MARAS: Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 3(2), 822-827.

- <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v13i1.73684>
- Suparti, S. (2015). Pemanfaatan Media Audio Untuk Ujian Nasional Peserta Didik Tunanetra. *Jurnal Teknodik*, 19(2), Hal. 217–226. <https://doi.org/10.32550/teknodik.v19i2.162>
- Chit, S. M., Yap, K. M., & Ahmad, A. (2024). Multi-sensory learning framework for visually impaired learners: Use of 3D, haptic, audio, olfactory media. *Multimedia Tools and Applications*, 83(34), 81711-81723. <https://doi.org/10.1007/s11042-024-18249-1>
- Inayah, Y., & Prasetyo, T. (2025). Meningkatkan Kualitas Belajar melalui Teknologi sebagai Media Pembelajaran untuk Anak yang Berkebutuhan Khusus. *Mudir: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 7(1), 67-75. <https://doi.org/10.55352/mudir.v7i1.1512>
- Kurniawan, I. (2015). Implementasi Pendidikan Bagi Siswa Tunanetra Di Sekolah Dasar Inklusi. *Edukasi Islami: Jurnal Pendidikan Islam*, 4(08), 16-16. <https://doi.org/10.30868/ei.v4i08.77>
- Nuraini, N. (2022). Strategi Pembelajaran Bagi Anak Berkebutuhan Khusus. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Kearifan Lokal*, 2(6), 304-320.
- Ramadhan, F., Dewi, I. R., & Nugraha, K. W. D. (2025). Optimisasi Teknologi Sensor Pada Alat Bantu Tunanetra Berbasis Arduino Uno. *INFOTECH journal*, 11(1), 54-60. <https://doi.org/10.31949/infotech.v11i1.12962>
- Remache-Vinueza, B., Trujillo-León, A., Zapata, M., Sarmiento-Ortiz, F., & Vidal-Verdú, F. (2021). Audio-tactile rendering: a review on technology and methods to convey musical information through the sense of touch. *Sensors*, 21(19), 6575. <https://doi.org/10.3390/s21196575>
- Salsabiela, N. K. A. T., & Negara, N. L. G. A. M. (2025). Rancang Bangun Tongkat Tunanetra Berbasis Internet of Things Dilengkapi Headset. *Medika Teknika: Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, 6(2), 139-147. <https://doi.org/10.18196/mt.v6i2.23860>
- Sapriyah, S. (2019, May). Media pembelajaran dalam proses belajar mengajar. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP* (Vol. 2, No. 1, pp. 470-477).
- Suleiman, A. I., Shaame, A. A., & Juma, S. K. (2024). Exploring The Impact of Assistive Technology on Academic Achievement for Visually Impaired Students in Zanzibar's Primary Schools. *J Adv Educ Philos*, 8(11), 689-702. <https://doi.org/10.36348/jaep.2024.v08i11.006>
- Thoyibah, P. N., & Harsiwi, N. E. (2024). Metode pelayanan pendidikan bagi anak tunanetra di SLB Negeri Keleyan. *Inspirasi Dunia: Jurnal Riset Pendidikan dan Bahasa*, 3(3), 20-28. <https://doi.org/10.58192/insdun.v3i3.2221>
- Una, L. M. W., Beku, V. Y., Soro, V. M., & Laksana, D. N. L. (2023). Pendekatan layanan pendidikan bagi anak berkebutuhan khusus. *Jurnal Pendidikan Inklusi Citra Bakti*, 1(2), 148-158.
- Una, L. M. W., Beku, V. Y., Soro, V. M., & Laksana, D. N. L. (2023). Pendekatan layanan pendidikan bagi anak berkebutuhan khusus. *Jurnal Pendidikan Inklusi Citra Bakti*, 1(2), 148-158.