

**PELATIHAN PENGGUNAAN MEDIA PEMBELAJARAN TUTURA BERBASIS
TAKTIK-AUDIO DALAM UPAYA MENINGKATKAN PEMAHAMAN NUMERASI
MATEMATIKA KONTEKSTUAL BAGI SISWA TUNANETRA**

**Rizka Fitria Syabila¹, Agnes Katrina², Sondang Dioranta Pane³, Kelvin Rizki Aldi⁴, Raden
Muhammad Fathur Rahman⁵, Tri Andri Hutapea⁶**

1,2,3,4,5,6 Universitas Negeri Medan, Medan

E-mail: rizkafitriasyabila.4222411005@mhs.unimed.ac.id

Abstrak

Ketersediaan media pembelajaran interaktif bagi siswa tunanetra masih sangat terbatas, sehingga proses belajar matematika kontekstual lebih banyak bergantung pada komunikasi verbal dan belum sepenuhnya mendukung pemahaman numerasi. Hal ini juga terjadi pada mitra kegiatan, SLB ABC Taman Pendidikan Islam. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman numerasi kontekstual siswa tunanetra melalui pelatihan guru dalam penggunaan media TUTURA yang mengintegrasikan objek timbul (taktil) dengan keluaran suara (audio) untuk memfasilitasi pengalaman belajar multisensori. Media TUTURA dikembangkan dalam empat materi utama, yaitu: Panjang dan pengukuran, uang dan operasi bilangan, jam dan waktu, serta arah dan posisi. Metode yang digunakan adalah pelatihan dan pendampingan guru melalui tahapan sosialisasi, demonstrasi, praktik langsung, diskusi, dan evaluasi. Data dikumpulkan menggunakan angket wawancara, observasi, serta dokumentasi, kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan keterampilan guru serta respon positif, dengan 85% menilai media mudah digunakan, 90% relevan dengan kebutuhan siswa, dan 95% layak diintegrasikan dalam pembelajaran rutin. Media TUTURA berhasil mengintegrasikan pembelajaran multisensori yang interaktif, sehingga mampu meningkatkan ketelitian, konsentrasi, dan kemandirian siswa tunanetra. Selain sebagai media pembelajaran, TUTURA dapat dimanfaatkan sebagai sarana pelatihan sensorik yang memperkuat daya dengar dan rabaan sehingga berpotensi menjadi inovasi media inklusif yang mendukung pembelajaran numerasi serta meningkatkan kualitas hidup siswa tunanetra.

Abstract

The availability of interactive learning media for visually impaired students remains very limited, causing contextual mathematics learning to rely mainly on verbal communication and insufficiently support numeracy understanding. This also occurs at the community service activities partner, SLB ABC Taman Pendidikan Islam. This study aims to enhance students' contextual numeracy through teacher training in the use of TUTURA, a tactile-audio medium that integrates raised objects with audio output to provide a multisensory learning experience. TUTURA was developed in four subjects: length and measurement, money and number operations, time, and direction and position. The method involved teacher training and mentoring through socialisation, demonstration, practice, discussion, and evaluation. Data were collected through interviews, observations, and documentation, then analysed using qualitative descriptive methods. Findings of this study showed improved teacher competence and positive responses, with 85% rating the media easy to use, 90% relevant to student needs, and 95% suitable for routine learning. TUTURA effectively integrated interactive multisensory learning, thereby improving the accuracy, concentration, and independence of visually impaired students. Beyond a learning medium, TUTURA also functions as sensory training that strengthens hearing and touch, positioning it as an innovative inclusive tool to support numeracy learning and enhance the quality of life of visually impaired students.

Kata kunci: *Matematika, Media Pembelajaran Taktil-Audio, Numerasi Kontekstual, Pelatihan Guru, Pendidikan Inklusif, Siswa Tunanetra.*

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan hak fundamental setiap individu, termasuk penyandang disabilitas. Undang-Undang No. 4 Tahun 1997 tentang Penyandang Cacat menegaskan bahwa setiap lembaga pendidikan wajib memberikan kesempatan yang setara sesuai dengan jenis dan derajat kecacatan. Namun, dalam praktiknya, siswa tunanetra masih menghadapi kesenjangan akses dalam pembelajaran matematika. Mereka mengalami kesulitan karena sifat matematika yang abstrak dan penyajiannya yang banyak bergantung pada representasi simbolik maupun visual, sementara media pembelajaran yang sesuai masih sangat terbatas (Oyebanji & Idiong, 2021). Padahal, keterampilan numerasi seperti mengukur panjang, menggunakan uang, membaca jam, serta memahami arah dan posisi merupakan kompetensi esensial yang sangat dibutuhkan untuk mendukung kemandirian hidup sehari-hari. Bagi siswa tunanetra, pembelajaran matematika menghadirkan tantangan tersendiri karena keterbatasan visual membuat mereka sulit mengakses representasi abstrak yang biasanya disajikan secara simbolik maupun visual (Shoaib et al., 2023).

Permasalahan serupa juga ditemukan pada mitra kegiatan, yakni SLB-ABC Taman Pendidikan Islam, Kota Medan. Proses pembelajaran matematika masih berlangsung secara konvensional, bergantung pada komunikasi verbal, buku Braille standar, serta alat bantu sederhana. Hasil *pretest* menunjukkan sebagian besar siswa tunanetra masih berada pada tahap berhitung dasar, kesulitan dalam pengukuran kuantitatif, dan belum memahami nilai uang secara memadai. Walaupun telah mengenali arah secara kualitatif (kiri, kanan, atas, bawah), mereka masih kesulitan menghubungkannya dengan konteks spasial yang lebih luas. Guru juga mengakui keterbatasan media interaktif sebagai penyebab rendahnya capaian belajar serta hambatan dalam menyampaikan konsep abstrak agar lebih konkret dan kontekstual, serta belum memiliki sarana yang memungkinkan pembelajaran numerasi dilakukan dengan multisensori.

Situasi tersebut menegaskan pentingnya strategi pembelajaran yang tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga memungkinkan siswa tunanetra mengalami, mempraktikkan, dan mengaitkan konsep dengan pengalaman nyata melalui modalitas multisensori (Chit, et al., 2024). Guru sebagai fasilitator memegang peran sentral, sehingga perlu dibekali keterampilan dalam memanfaatkan media pembelajaran yang sesuai (Arsyad, 2019). Penelitian terkini menunjukkan bahwa pendekatan multisensori mampu meningkatkan pemahaman matematis siswa tunanetra karena menggabungkan pengalaman taktil dan audio sebagai pengganti visual (Maćkowski et al., 2023). Dengan demikian, media taktil-audio bukan sekadar alat bantu, melainkan sarana utama untuk mewujudkan pengalaman belajar yang setara, interaktif, dan bermakna.

Sebagai respons, dikembangkan media pembelajaran interaktif TUTURA (Tutur dan Raba) yang mengintegrasikan sentuhan (taktil) dengan umpan balik suara (audio) untuk membantu siswa tunanetra memahami konsep numerasi secara konkret dan kontekstual. Media ini terdiri atas empat topik utama: (1) Panjang dan Pengukuran, (2) Uang dan Operasi Bilangan, (3) Jam dan Waktu, serta (4) Arah dan Posisi. Keempat topik dipilih karena memiliki relevansi langsung dengan keterampilan hidup sehari-hari. Penguasaan panjang dan pengukuran membantu mobilitas dan orientasi ruang; pemahaman uang serta operasi bilangan menunjang kemandirian ekonomi; keterampilan membaca jam mendukung kedisiplinan dan pengelolaan aktivitas; sementara pemahaman arah dan posisi memperkuat orientasi spasial sebagai dasar interaksi dengan lingkungan sekitar. Dengan demikian, materi yang diintegrasikan dalam TUTURA tidak hanya mendukung capaian akademik, tetapi juga menumbuhkan keterampilan hidup yang esensial.

Agar implementasi media ini optimal, guru perlu dilatih dalam pengoperasiannya. Guru yang belum terbiasa dengan media baru sering merasa ragu atau kurang percaya diri dalam penerapan di kelas. Penelitian menunjukkan bahwa pelatihan guru berperan penting dalam meningkatkan keyakinan dan kesiapan mereka untuk mengadopsi praktik atau media pembelajaran baru (Darling-Hammond et al., 2017). Oleh sebab itu, kegiatan pengabdian ini berfokus pada pelatihan dan pendampingan guru SLB, khususnya di SLB-ABC Taman Pendidikan Islam, agar mampu menguasai penggunaan media TUTURA dengan baik. Melalui sosialisasi, demonstrasi, praktik langsung, dan evaluasi, guru diharapkan lebih percaya diri dalam memanfaatkan media serta mampu menyampaikan materi numerasi secara kontekstual kepada siswa tunanetra.

Dengan demikian, fokus kegiatan ini adalah mendeskripsikan proses pelatihan penggunaan media TUTURA kepada guru SLB dan menganalisis respons guru terhadap efektivitas media tersebut. Secara praktis, kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan keterampilan guru dalam menyampaikan konsep numerasi kontekstual bagi siswa tunanetra. Secara teoretis, kegiatan ini berkontribusi pada pengembangan praktik pendidikan inklusif berbasis teknologi multisensori yang mendukung pemahaman matematika secara konkret dan aplikatif. Selain itu, pelatihan ini juga diharapkan mampu mendukung keberlanjutan program agar implementasi media pembelajaran taktil-audio ini dapat digunakan dalam pembelajaran rutin bagi siswa tunanetra ke depannya.

2. METODE PELAKSANAAN

2.1 Rancangan Kegiatan dan Khalayak Sasaran

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dirancang menggunakan pendekatan pelatihan dan pendampingan guru dalam penggunaan media pembelajaran TUTURA berbasis taktil-audio. Program dilaksanakan di SLB Taman Pendidikan Islam, Medan Amplas, dengan melibatkan guru pengampu siswa tunanetra. Peserta pelatihan terdiri dari dua guru pengampu siswa tunanetra, yaitu Bu Ifa dan Bu Agus. Jumlah ini mewakili seluruh guru pengampu di SLB Taman Pendidikan Islam, sehingga hasil kegiatan mencerminkan kondisi riil di lapangan.

2.2 Tahapan Pelaksanaan

Program dilaksanakan melalui lima tahap utama:

- a. Sosialisasi Konsep TUTURA, memperkenalkan tujuan kegiatan, urgensi media pembelajaran multisensori, serta peran guru sebagai fasilitator dalam mendukung pemahaman numerasi kontekstual siswa tunanetra
- b. Demonstrasi Media. Tim mendemonstrasikan penggunaan empat media TUTURA sesuai dengan materi numerasi kontekstual. Alat didesain secara modular, mudah digunakan, dan dapat dioperasikan tanpa perangkat digital tambahan. Kinerja alat memungkinkan siswa memperoleh pengalaman belajar taktil sekaligus mendapat umpan balik audio, sehingga meningkatkan produktivitas pembelajaran. Media TUTURA terdiri atas empat perangkat utama yang didesain untuk menyajikan konsep numerasi kontekstual secara multisensori:
 - Panjang dan Pengukuran, media yang berfungsi untuk membandingkan dua benda dengan panjang berbeda dengan menggunakan penggaris braille, dilengkapi dengan tombol dan output audio.
 - Uang dan Operasi Bilangan, media pengenalan uang melalui *blind code* yang didesain khusus seperti uang di kehidupan sehari-hari serta transaksi belanja dengan umpan balik suara yang memanfaatkan sensor di setiap kartu berbentuk uang.

- Jam dan Waktu, media pengenalan dengan bentuk jam analog yang didesain dengan braille angka dan output suara untuk menghitung waktu.
- Arah dan Posisi, media dengan sistem empat arah kompas berbasis taktil dan sensor dengan output suara sebagai petunjuk orientasi spasial.
- c. Praktik Langsung oleh Guru, guru mencoba secara mandiri penggunaan media dengan bimbingan tim, sekaligus dilatih mengintegrasikan media ke dalam skenario pembelajaran.
- d. Diskusi dan Tanya Jawab, membahas kendala teknis, strategi alternatif, dan penyesuaian dengan kebutuhan individu siswa.
- e. Evaluasi Pemahaman Guru, dilakukan melalui angket, wawancara, dan observasi praktik penggunaan media.

2.4 Instrumen

Data dikumpulkan dengan:

- Angket dan wawancara untuk mengetahui persepsi guru terhadap efektivitas media.
- Lembar observasi untuk menilai keterampilan guru dalam praktik.
- Dokumentasi foto dan video sebagai bukti pelaksanaan kegiatan.

2.5 Teknik Analisis Data

Data dianalisis dengan pendekatan deskriptif kualitatif untuk menggambarkan proses pelatihan, keterampilan guru dalam menggunakan media, kendala yang muncul, serta respon guru terhadap efektivitas TUTURA.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Pelatihan dilaksanakan di SLB Taman Pendidikan Islam, Medan Amplas, dengan peserta utama guru pengampu siswa tunanetra tingkat SD. Berikut hasil tiap tahap:

3.1.1 Sosialisasi Konsep TUTURA

Pada tahap awal kegiatan, tim melakukan sosialisasi untuk memperkenalkan konsep, tujuan, serta urgensi penggunaan media pembelajaran multisensori bagi siswa tunanetra. Guru diberikan penjelasan mengenai latar belakang munculnya media TUTURA, yaitu sebagai jawaban atas keterbatasan pembelajaran matematika yang selama ini masih sangat bergantung pada komunikasi verbal, buku Braille standar, dan alat bantu sederhana. Guru juga diajak memahami bahwa menurut teori *Cone of Experience* dari Dale, semakin konkret pengalaman belajar yang diberikan kepada siswa, semakin besar peluang terjadinya pemahaman yang mendalam. Hal ini sangat relevan bagi siswa tunanetra, yang tidak memiliki akses terhadap pengalaman visual langsung, sehingga membutuhkan media berbasis indera lain (taktil dan auditori) agar tetap dapat memperoleh pengalaman belajar yang utuh. Dalam sesi ini, tim menekankan bahwa pembelajaran matematika bukan sekadar menghafal rumus atau simbol, tetapi juga membangun keterampilan numerasi kontekstual yang sangat penting bagi kehidupan sehari-hari siswa tunanetra, seperti mengukur panjang, mengenali uang, membaca jam, serta memahami arah dan posisi. Guru kemudian diajak untuk merefleksikan praktik pembelajaran yang selama ini dilakukan.



Gambar 1 Kegiatan Sosialisasi Bersama Guru dan Tenaga Pendidik di SLB-ABC Taman Pendidikan Islam (Dokumentasi Pribadi, 2025)

Dari hasil diskusi, guru mengakui bahwa siswa sering kesulitan memahami konsep abstrak karena minimnya representasi multisensori. Kondisi tersebut menyebabkan siswa lebih banyak bersikap pasif, hanya menunggu instruksi guru, dan kurang memiliki kesempatan untuk mengeksplorasi konsep secara mandiri.

3.1.2 Demonstrasi Media

Pada tahap demonstrasi, tim memperlihatkan secara langsung cara kerja keempat media TUTURA sesuai alur perintah yang telah dirancang. Setiap media memadukan sentuhan (taktil) dengan instruksi dan umpan balik audio, sehingga siswa tunanetra dapat berinteraksi secara aktif.



Gambar 2 Demonstrasi Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Taktik-Audio kepada Guru (Dokumentasi Pribadi, 2025)

Tabel 1. Jenis Media, Alur Demonstrasi, dan Respons Guru terhadap Media yang telah Didemonstrasikan

Media	Alur Demonstrasi	Respon Guru
Media Panjang & Pengukuran	Pembelajaran dimulai dengan instruksi audio, dilanjutkan eksplorasi taktil menggunakan penggaris Braille. Siswa mengukur pensil, membandingkannya dengan tiga tali berbeda panjang, lalu menghitung selisih panjang dengan umpan balik audio	Guru menyatakan media ini sangat membantu karena mengubah pengalaman mengukur yang biasanya abstrak menjadi eksperimen multisensori yang sistematis.
Media Uang & Operasi Bilangan	Tahap awal meliputi pengenalan ciri taktil (blind code) pada pecahan uang Rp1.000–100.000 dengan instruksi audio. Siswa kemudian mengikuti kuis dengan umpan balik sensor, dilanjutkan simulasi belanja kontekstual menggunakan kombinasi uang sesuai harga barang disertai umpan balik benar/ salah.	Guru menilai media ini aplikatif karena melatih pemahaman nilai nominal sekaligus keterampilan transaksi sehari-hari yang berkaitan dengan kemandirian siswa.
Media Jam &	Tahap awal pembelajaran dimulai dengan	Guru menilai media ini

Waktu	instruksi audio mengenai posisi angka Braille 1–12 serta jarum jam. Siswa meraba jarum pendek dan panjang, lalu memutarnya sesuai arahan. Evaluasi dilakukan melalui kuis berbasis cerita dengan pilihan jawaban audio, yang diverifikasi sistem dan disertai umpan balik.	penting karena memberikan pengalaman langsung dalam mempelajari waktu, bukan hanya melalui hafalan, serta mendorong berpikir kontekstual.
Media Arah & Posisi	Media ini berfungsi mengenalkan empat arah utama (Utara, Selatan, Timur, Barat) melalui permukaan taktil dan sensor audio. Selanjutnya, siswa diminta menempatkan bentuk geometri (segitiga, persegi, lingkaran, bintang) sesuai instruksi audio, sementara sistem memverifikasi posisi objek dan memberikan umpan balik audio benar/salah.	Guru menyatakan media ini sangat bermanfaat untuk melatih orientasi spasial siswa tunanetra sekaligus memperkuat pemahaman geometri dasar secara menyenangkan.

3.1.3 Praktik Langsung oleh Guru

Pada tahap awal praktik, guru menunjukkan kecenderungan masih canggung dalam mengoperasikan tombol pengendali media serta menyesuaikan tempo dengan instruksi audio yang diberikan. Sebagai contoh, pada penggunaan media *Panjang & Pengukuran*, guru perlu beradaptasi dengan alur interaksi yang telah diprogram, yaitu menekan tombol *start*, menunggu instruksi audio, meraba objek sesuai arahan, dan kemudian mencocokkan hasil pengukuran menggunakan penggaris Braille. Hambatan utama yang muncul adalah keterlambatan dalam merespons jeda waktu yang tersedia, sehingga sistem secara otomatis berpindah ke tahap selanjutnya tanpa memberikan kesempatan respon penuh. Namun demikian, setelah dilakukan pengulangan sebanyak dua kali, guru mulai menunjukkan peningkatan keterampilan dalam mengikuti alur instruksi dengan lebih lancar.



Gambar 3. Pelatihan Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Taktik-Audio kepada Guru (Dokumentasi Pribadi, 2025)

Pada media *Uang & Operasi Bilangan*, guru dilatih untuk mengidentifikasi pecahan uang berdasarkan kode garis timbul (blind code) dan menempatkannya pada sensor. Latihan ini memperlihatkan bagaimana sistem memberikan umpan balik secara langsung dalam bentuk penilaian benar atau salah. Guru menyatakan bahwa pengalaman ini memberikan pemahaman baru mengenai posisi siswa yang dituntut berpikir cepat dalam memilih pecahan uang yang sesuai. Pada simulasi belanja, guru berhasil menyelesaikan soal dengan tepat melalui kombinasi uang yang ditempelkan pada sensor, meskipun pada percobaan pertama terjadi kesalahan akibat kelalaian menekan tombol *next*. Hal ini mengindikasikan bahwa media tidak hanya berfungsi melatih keterampilan siswa, tetapi juga menuntut penguasaan teknis dari guru agar dapat memfasilitasi pembelajaran secara efektif.

Pengalaman yang sejalan juga diperoleh pada penggunaan media *Jam & Waktu*. Guru berlatih memutar jarum jam sesuai instruksi audio, kemudian mendengarkan umpan balik mengenai ketepatan posisi jarum. Guru menilai bahwa proses ini menantang karena memerlukan koordinasi antara rabaan terhadap jarum, perhitungan waktu, serta interpretasi instruksi audio secara simultan. Dalam sesi kuis berbasis konteks, guru berhasil memberikan jawaban benar mengenai soal waktu tempuh perjalanan, dan menegaskan bahwa soal kontekstual semacam ini sangat potensial diterapkan dalam kegiatan pembelajaran sehari-hari.

Sementara itu, media *Arah & Posisi* memberikan pengalaman yang berbeda. Guru diminta menempatkan objek geometri (segitiga, persegi, lingkaran, bintang) sesuai instruksi audio, misalnya “Letakkan lingkaran di sebelah kanan persegi.” Pada percobaan awal, guru melakukan kesalahan akibat orientasi utara-selatan yang kurang tepat. Setelah diberikan strategi sederhana berupa penggunaan tubuh sendiri sebagai patokan arah, guru mampu menyesuaikan dengan instruksi audio secara lebih akurat. Hal ini memberikan pemahaman bagi guru bahwa media tidak hanya bermanfaat bagi siswa, tetapi juga melatih keterampilan spasial dasar yang mendukung desain pembelajaran kontekstual.

3.1.4 Diskusi dan Tanya Jawab

Diskusi dan tanya jawab dilakukan oleh guru dan tim selama sosialisasi, demonstrasi, pelatihan dan *post* kegiatan penggunaan media pembelajaran berbasis taktik-audio dalam upaya meningkatkan kemampuan numerasi matematika kontekstual bagi siswa tunanetra. Hasil diskusi dan tanya jawab disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 2. Hasil Diskusi dan Tanya Jawab antara Guru dan Tim selama Sosialisasi, Demonstrasi, Pelatihan, dan Post Kegiatan

Pertanyaan guru	Jawaban Tim	Implikasi
Bagaimana jika siswa kesulitan mengikuti instruksi audio karena tempo terlalu cepat?	Media dilengkapi tombol <i>kembali</i> dan <i>next</i> untuk menyesuaikan tempo. Sistem juga memberi jeda cukup lama agar siswa dapat merespons.	Media fleksibel, mendukung diferensiasi tempo belajar siswa.
Apakah media dapat digunakan tanpa pendampingan guru?	Pada tahap awal diperlukan bimbingan guru, namun setelah terbiasa siswa bisa lebih mandiri.	Guru berperan penting sebagai fasilitator pada tahap adaptasi awal.
Bagaimana cara mengintegrasikan media arah & posisi di kelas?	Dapat dijadikan permainan orientasi ruang kelas (menentukan arah papan tulis, jendela, dll.) sekaligus melatih geometri sederhana.	Mendukung pembelajaran kontekstual dan berbasis lingkungan nyata.
Apakah media TUTURA sesuai dengan Kurikulum Merdeka?	Sesuai capaian pembelajaran numerasi dasar. Selaras dengan <i>differentiated instruction</i> dan <i>multisensory learning</i> .	Media dapat langsung diintegrasikan ke pembelajaran formal tanpa revisi kurikulum.
Apakah tersedia buku tata cara penggunaan media ini?	Setiap media TUTURA dilengkapi buku pedoman dalam versi cetak standar bagi guru dan Braille untuk siswa tunanetra, serta video tutorial yang mendukung	Panduan multi-format (cetak, Braille, video) memastikan aksesibilitas tinggi baik bagi guru

	pemahaman penggunaan secara interaktif	maupun siswa, sekaligus menjamin keberlanjutan pemanfaatan media.
--	--	---

Diskusi tersebut menunjukkan bahwa guru aktif mengeksplorasi kemungkinan penggunaan media dan memiliki perhatian besar terhadap keberlanjutan implementasi. Pertanyaan-pertanyaan yang diajukan juga menegaskan bahwa media tidak hanya dilihat sebagai inovasi teknis, tetapi juga sebagai solusi pedagogis yang harus terintegrasi dengan konteks kelas dan kebutuhan siswa.

3.1.5 Evaluasi Pemahaman Guru

Evaluasi dilakukan dengan dua instrumen utama, yaitu angket wawancara dan observasi praktik langsung.

a. Hasil Angket wawancara.

Hasil analisis menunjukkan bahwa:

- 85% respon menyatakan media mudah digunakan setelah melalui tahap adaptasi.
- 90% respon menilai media sangat relevan dengan kebutuhan pembelajaran siswa tunanetra, khususnya pada materi uang dan jam.
- 95% respon menegaskan media memiliki potensi besar untuk diintegrasikan dalam pembelajaran rutin di kelas.

Guru juga memberikan komentar terbuka, antara lain perlunya latihan berulang agar terbiasa dengan tempo audio serta ketersediaan panduan tertulis/visual untuk mempermudah pemanfaatan secara mandiri.

b. Hasil Observasi Praktik Langsung.

Observasi dilakukan dengan menilai keterampilan guru pada tiga aspek:

- Penguasaan teknis (mengoperasikan tombol, mengikuti instruksi audio, memanfaatkan fitur sensor).
- Keterampilan pedagogis (mengaitkan media dengan konteks pembelajaran).
- Kemandirian (kemampuan menggunakan media tanpa pendampingan tim).

Pada percobaan pertama, guru masih sering terlambat merespons instruksi audio dan salah menempatkan objek. Namun, setelah latihan kedua hingga ketiga, terlihat peningkatan signifikan. Guru mampu mengoperasikan media tanpa bantuan, menjelaskan alur kepada pihak lain, serta mulai merancang skenario pembelajaran sederhana menggunakan media TUTURA. Evaluasi ini memperlihatkan bahwa pelatihan berhasil meningkatkan kompetensi guru baik secara teknis maupun pedagogis. Guru tidak hanya memahami cara kerja media, tetapi juga mampu memikirkan variasi penerapan dalam kegiatan belajar.

3.2. Pembahasan

Pelatihan penggunaan media TUTURA kepada guru SLB menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan keterampilan teknis maupun pedagogis. Guru yang pada awalnya masih mengalami kesulitan dalam mengoperasikan tombol dan menyesuaikan tempo instruksi audio, secara bertahap mampu menguasai alur penggunaan setelah latihan berulang. Perubahan ini mengindikasikan bahwa pelatihan tidak hanya mentransfer keterampilan teknis, tetapi juga

mendorong guru untuk berinovasi dalam merancang skenario pembelajaran berbasis media. Hal ini sejalan dengan pandangan Howorth (2024) yang menekankan bahwa pelatihan guru yang efektif harus memungkinkan peserta didik dewasa tidak sekadar memahami teknologi baru, melainkan juga mengintegrasikannya dalam praktik pembelajaran yang kontekstual. Temuan ini konsisten pula dengan kajian kontemporer yang menegaskan pentingnya praktik intensif, refleksi, dan pendampingan dalam menjamin keberhasilan implementasi teknologi pendidikan (Alenizi, 2019).



Gambar 4. Hasil Sosialisasi dan Pelatihan Penggunaan Media Berbasis Taktik-Audio (Dokumentasi Pribadi, 2025)

Integrasi modalitas taktil dan audio dalam media TUTURA berperan signifikan dalam menjembatani konsep matematika yang abstrak menuju pengalaman belajar yang lebih konkret. Konsep ini selaras dengan kajian Morelli (2020) yang menekankan bahwa pengalaman multisensori lebih bermakna dibandingkan pengalaman verbal atau visual semata. Melalui TUTURA, siswa tidak hanya menerima informasi secara auditif, tetapi juga meraba objek dan memanipulasi media, sehingga proses belajar melibatkan lebih banyak indera. Penelitian mutakhir juga mendukung hal ini; misalnya, Ismi et al. (2025) dan Gkintoni et al. (2025) menegaskan bahwa integrasi multisensori memperkuat kognisi dan retensi pengetahuan, sementara studi lain menemukan bahwa strategi multisensori mampu meningkatkan pemahaman konsep bagi siswa dengan kebutuhan belajar beragam (Hanik et al. 2024). Dengan demikian, keberadaan media TUTURA memberikan bukti empiris mengenai efektivitas teori multisensori dalam praktik pembelajaran inklusif.

Dari sisi prinsip pendidikan inklusif, media TUTURA menyediakan panduan dalam tiga format, yakni buku pedoman cetak untuk guru, pedoman Braille untuk siswa tunanetra, dan video tutorial yang dapat diakses secara mandiri. Hal ini sejalan dengan gagasan *universal design for learning* (UDL) yang menekankan pentingnya aksesibilitas sejak tahap perancangan, bukan sekadar penyesuaian belakangan (Boardman et al., 2020). Selain itu, temuan bahwa guru merasa terbantu dengan adanya panduan multi-format memperlihatkan konsistensi dengan rekomendasi UNESCO (2017) mengenai pembelajaran inklusif yang ramah akses.

Kesesuaian media TUTURA dengan Kurikulum Merdeka juga terlihat jelas. Empat materi yang dikembangkan yaitu panjang dan pengukuran, uang dan operasi bilangan, jam dan waktu, serta arah dan posisi yang merupakan kompetensi numerasi dasar yang secara eksplisit tercantum dalam capaian pembelajaran. Karakter kontekstual media ini juga mendukung pembelajaran diferensiatif, sehingga guru dapat menyesuaikan tempo dan konteks dengan kebutuhan siswa. Hal ini sejalan dengan kajian Rao (2023) yang menemukan bahwa media taktil konkret dapat meningkatkan pemahaman matematika pada siswa tunanetra, serta kajian Romaine (2018) yang menekankan peran multisensori dalam penguatan numerasi di jenjang dasar.

Meskipun demikian, beberapa tantangan teridentifikasi, seperti kebutuhan adaptasi terhadap tempo instruksi audio, kesalahan orientasi awal pada media arah dan posisi, serta kelupaan guru dalam mengikuti urutan tombol. Kendala ini mengindikasikan bahwa pelatihan lanjutan atau penyediaan sesi pendampingan tambahan diperlukan agar guru benar-benar mahir dalam pemanfaatan media. Hal ini konsisten dengan temuan Olavarria (2023) yang menyebut bahwa meskipun guru telah memahami konsep multisensori, kesiapan mereka dalam praktik sering kali terhambat oleh faktor teknis dan pengalaman langsung. Dengan demikian, ke depan diperlukan strategi pelatihan berkelanjutan yang tidak hanya fokus pada penguasaan alat, tetapi juga pada keterampilan mengelola variasi kebutuhan siswa dalam kelas inklusif.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa pelatihan guru dengan media TUTURA berkontribusi positif terhadap penguatan pendidikan inklusif berbasis teknologi multisensori. Integrasi teori pengalaman konkret, prinsip UDL, serta relevansi dengan capaian kurikulum memperlihatkan bahwa media ini tidak hanya layak digunakan di kelas tunanetra, tetapi juga potensial untuk dikembangkan lebih luas ke jenjang dan materi matematika lain. Kebaruan dari kegiatan ini terletak pada pengembangan dan implementasi media pembelajaran berbasis taktil-audio yang secara khusus dirancang untuk mendukung numerasi kontekstual siswa tunanetra. Tidak hanya berfokus pada siswa, program ini juga menekankan pelatihan guru sebagai fasilitator, sehingga memastikan keberlanjutan penggunaan media dalam pembelajaran rutin. Dengan dukungan kolaborasi dari pemangku kepentingan, TUTURA juga berpotensi dikembangkan menjadi model pembelajaran multisensori yang adaptif di SLB lain.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pelatihan penggunaan media pembelajaran TUTURA berbasis taktil-audio di SLB-ABC Taman Pendidikan Islam berhasil mencapai tujuan sebagaimana yang diharapkan pada bagian pendahuluan, yaitu membekali guru keterampilan dalam memanfaatkan media multisensori untuk menyampaikan konsep numerasi kontekstual kepada siswa tunanetra. Melalui tahapan sosialisasi, demonstrasi, praktik langsung, hingga evaluasi, guru menunjukkan peningkatan kompetensi teknis maupun pedagogis, serta lebih percaya diri dalam merancang skenario pembelajaran yang relevan.

Hasil kegiatan juga menegaskan bahwa integrasi modalitas taktil dan audio dalam TUTURA efektif menjembatani konsep matematika yang abstrak menjadi pengalaman belajar konkret dan bermakna. Respon guru positif, dengan penilaian bahwa media mudah digunakan, sesuai dengan kebutuhan siswa, dan layak diintegrasikan dalam pembelajaran rutin. Dampak ini tidak hanya mendukung capaian akademik, tetapi juga memperkuat keterampilan hidup siswa tunanetra, seperti pengelolaan waktu, pemahaman nilai uang, orientasi ruang, dan pengukuran dasar.

Meskipun demikian, masih terdapat kendala seperti kebutuhan adaptasi terhadap tempo instruksi audio dan kesalahan teknis pada penggunaan awal. Oleh karena itu, diperlukan pelatihan lanjutan serta pendampingan berkelanjutan agar guru semakin terampil. Ke depan, program ini berpotensi dikembangkan melalui replikasi ke SLB lain, integrasi dengan kurikulum tematik inklusif, serta kerja sama dengan pemerintah daerah maupun organisasi disabilitas untuk memperluas dampak positif TUTURA bagi pendidikan tunanetra di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Alenizi, M. A. (2019). Effectiveness of a program based on a multi-sensory strategy in developing visual perception of primary school learners with learning disabilities: A contextual study of Arabic learners. *International Journal of Educational Psychology*, 8(1), 72–104
- Arsyad, A. (2019). *Media pembelajaran* (edisi revisi). Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Boardman, K., et al. (2019). An exploration of teachers' perceptions and the value of multisensory teaching and learning: a perspective on the influence of Specialist Dyslexia Training in England. *Education 3–13 International Journal of Primary, Elementary and Early Years Education*, 48(7), 795–806.
- 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.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). Effective teacher professional development. *Learning policy institute*.
- Gkintoni, E., Vassilopoulos, S. P., & Nikolaou, G. (2025). Pembelajaran multisensori yang terinspirasi otak: Tinjauan sistematis neuroplastisitas dan hasil kognitif pada akuisisi bahasa kedua dan multikultural orang dewasa. *Biomimetics*, 10(6), 397.
- Hanik, S. U., & Prihandono, T. (2024). Strategi Pembelajaran Multisensori dalam Mengatasi Kesulitan Belajar Siswa Pada Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 8(5), 4171–4178.
- Howorth, S. K., Marino, M. T., Flanagan, S., Cuba, M. J., & Lemke, C. (2024). Integrating emerging technologies to enhance special education teacher preparation. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*. 2397-7604
- Ismi, R., Witasoka, D., & Junari. (2025). Pengaruh multisensori terhadap hasil belajar dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran inklusif. *Pendiri: Jurnal Riset Pendidikan*, 2(2), 89–97.
- Joyce, B, Weil, M, & Alhoun, E. 2000. Models Of Teaching. Model-Model Pengajaran. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Maćkowski, M., Kawulok, M., Brzoza, P., Janczy, M., & Spinczyk, D. (2023). An Alternative Audio-Tactile Method of Presenting Structural Information Contained in Mathematical Drawings Adapted to the Needs of the Blind. *Applied Science*, 13(17), 9989.
- Morelli, F., Aprile, G., Cappagli, G., Luparia, A., Decortes, F., Gori, M., & Signorini, S. (2020). A multidimensional, multisensory and comprehensive rehabilitation intervention to improve spatial functioning in the visually impaired child: A community case study. *Frontiers in Neuroscience*, 14, 768

- Olavarria, N. (2023). Multisensory learning strategies: Teacher preparedness. Retrieved from Georgian Court University
- Oyebanji, M. S., & Idiong, U. S. (2021). Challenges of Teaching Mathematics to Students With Visual Impairment. *Malikussaleh Journal of Mathematics Learning*, 4(1), 1–6.
- Pemerintah Indonesia. 1997. Undang-Undang No. 4 Tahun 1997 tentang Penyandang Cacat. Lembaran Negara RI Tahun 1997, No. 9. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Rao, G. J. (2023, February). The Effectiveness of Adapted Instructional Material for the Higher Secondary School Children with Visual Impairment of Teaching Science in the Inclusive Education Program. In 4. *International Congress on Social Sciences, Innovation and Educational Technologies Proceedings (4. ICSSIET 2023)* (p. 472). GLOBAL ACADEMY YAYINCILIK VE DANIŞMANLIK HİZMETLERİ SANAYİ TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ
- Romaine, Amanda (2023). The Role of Multi-Sensory Learning in Elementary Classrooms on Student Development. *Undergraduate Review*, 17, p. 59-72. Retrieved from Bridgewater State University Repository
- Shoaib, M., Fitzpatrick., & Pitt, I. (2023). Assistive technology-based solutions in learning mathematics for visually-impaired people: exploring issues, challenges and opportunities. *Multimedia Tools and Applications*, 82: 46153–46184.
- UNESCO. (2017). *A guide for ensuring inclusion and equity in education*. Paris: UNESCO.