

Identifikasi Karakteristik Alat Peraga Matematika Manipulatif untuk Siswa Tunarungu dalam Mempelajari Geometri

Fadhilah Rahmawati^{1*}, Megita Dwi Pamungkas²

^{1,2} Pendidikan Matematika, Universitas Tidar, Magelang, 56116, Indonesia

E-mail: fadhilahrahmawati@untidar.ac.id

*Corresponding Author

ABSTRACT

This study shows that interactive mathematical manipulatives are essential for teaching deaf students mathematics. The emphasis is on how important this is in collaborative learning environments and independent mathematics study. This study used qualitative methods, with research instruments such as questionnaires, interviews, and observation sheets to gain a comprehensive understanding of the various needs and preferences of deaf students and mathematics teachers. The interactive aspect of these tools allows for the sharing of methods, talking about answers, and enhancing mathematical knowledge in groups. The manipulatives also encourage social and cognitive engagement, essential for a broader learning experience for deaf students. Specific results indicate that a comprehensive teaching manual, including sign language videos accessible via CD or QR code, is needed to enhance sequential learning and functional application. This student-centered approach aligns with current curricular guidelines, which emphasize collaboration and inclusion. The manipulatives combined with sign language videos in the course material can enhance cooperative and inclusive learning. It will also encourage collaboration with peers and in a variety of learning situations. Overall, the use of teaching aids not only focuses on current learning needs but also lays the foundation for long-term academic success by enhancing skills beyond mathematics and creating an inclusive and accessible learning environment for deaf students.

Keywords: Manipulative teaching aids, mathematics learning, deaf

ABSTRAK

Studi ini menunjukkan bahwa manipulatif matematika interaktif sangat penting untuk mengajar siswa tunarungu matematika. Penekanannya terdapat pada betapa pentingnya ini dalam lingkungan pembelajaran kolaboratif dan studi matematika independen. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif, dengan instrumen penelitian yaitu angket, wawancara, dan lembar observasi untuk mendapatkan pengetahuan lengkap tentang berbagai kebutuhan dan preferensi siswa tunarungu dan guru matematika. Aspek interaktif dari alat-alat ini memungkinkan berbagi metode, berbicara tentang jawaban, dan meningkatkan pengetahuan matematika dalam kelompok. Alat peraga juga mendorong keterlibatan sosial dan kognitif, yang penting untuk pengalaman belajar yang lebih luas bagi siswa tunarungu. Hasil khusus menunjukkan bahwa manual pengajaran yang lengkap, termasuk video bahasa isyarat yang dapat diakses melalui CD atau kode QR, diperlukan untuk meningkatkan pembelajaran berurutan dan penerapan fungsional. Metode berpusat pada siswa ini sejalan dengan pedoman kurikulum saat ini, yang menekankan kolaborasi dan inklusi. Alat peraga digabungkan dengan video bahasa isyarat ke dalam materi pelajaran dapat meningkatkan pembelajaran kooperatif dan inklusif. Ini juga akan mendorong kolaborasi dengan teman sejawat dan dalam berbagai situasi pembelajaran. Secara keseluruhan, penggunaan alat peraga tidak hanya berfokus pada kebutuhan pembelajaran saat ini, tetapi juga meletakkan dasar untuk keberhasilan akademik dalam jangka panjang dengan meningkatkan kemampuan di luar matematika dan menciptakan lingkungan belajar yang inklusif dan mudah diakses bagi siswa tunarungu.

Kata kunci: Alat peraga manipulatif, pembelajaran matematika, tunarungu

Dikirim: November 2023; Diterima: Pebruari 2024; Dipublikasikan: Maret 2024

Cara sitasi: Rahmawati, F., & Pamungkas, M. D. (2024). Identifikasi Karakteristik Alat Peraga Matematika Manipulatif untuk Siswa Tunarungu dalam Mempelajari Geometri. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 09(01), 133–142.

DOI : <https://dx.doi.org/10.25157/teorema.v9i1.12726>

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



PENDAHULUAN

Siswa tunarungu atau gangguan pendengaran mengalami kesulitan besar dalam memahami ide-ide matematika yang sebagian besar bergantung pada penalaran visual dan spasial, khususnya dalam disiplin ilmu geometri dan pengukuran. Bidang matematika sering mengandung ide-ide abstrak dan multidimensi yang secara historis diajarkan melalui penjelasan verbal dan contoh visual (Alshwaikh, 2008), sehingga menimbulkan tantangan bagi siswa yang mungkin tidak sepenuhnya memahami sinyal aural atau mengandalkan bahasa lisan untuk memahaminya. Akibatnya, siswa tunarungu mungkin menghadapi kesulitan dalam memahami konsep geometri, hubungan spasial, dan prosedur pengukuran, yang mempengaruhi kemampuan membaca matematika mereka secara umum dan mungkin menghambat keinginan mereka untuk melanjutkan studi atau pekerjaan di profesi yang berhubungan dengan matematika (Ratner, 1985; Pagliaro & Kritzer, 2013; Husniati, Budayasa, Juniati, & Lant, 2020).

Beberapa penelitian terus menekankan perlunya memasukkan alat bantu visual dan sentuhan, yang sering dikenal sebagai manipulatif matematika, dalam proses belajar mengajar bagi siswa tunarungu (Mousley & Kelly, 1998; Marlatt, 2014). Alat manipulatif dapat memberikan pendekatan fisik dan langsung terhadap topik matematika, memungkinkan siswa untuk terhubung dengan topik tersebut dengan cara yang lebih konkrit dan berdasarkan pengalaman (Sherman & Cayton, 2015). Meskipun potensi keuntungan dari alat peraga manipulatif ini sudah jelas, masih terdapat kesenjangan besar dalam mengetahui fitur dan kemampuan yang diperlukan dalam instrumen ini agar berhasil membantu anak-anak tunarungu dalam memahami geometri dan pengukuran. Penting untuk menemukan dan memodifikasi manipulatif ini untuk memenuhi beragam tuntutan belajar anak-anak tunarungu (Kuntze, 1998), dengan mempertimbangkan tidak hanya karakteristik fisik mereka tetapi juga fleksibilitas, interaksi, dan integrasi mereka ke dalam program pendidikan.

Siswa tunarungu mempunyai kemampuan yang sama dengan siswa reguler untuk sukses dalam matematika (Marschark *et al.*, 2013). Namun demikian, mengakses dan menguasai ide-ide matematika yang rumit mungkin memerlukan penggunaan alat bantu tambahan dan pendekatan pembelajaran yang disesuaikan (Slavin & Lake, 2007). Representasi visual muncul sebagai komponen penting dalam upaya ini, memberikan hubungan fisik antara prinsip-prinsip matematika abstrak dan pemahaman praktis. Pendidik dapat secara dramatis meningkatkan pengalaman belajar bagi siswa tunarungu dengan memasukkan alat bantu visual dan manipulatif, sehingga mereka dapat memahami prinsip-prinsip geometri dan pengukuran dengan lebih berhasil. Selain itu, mengembangkan iklim kelas yang kolaboratif sangatlah penting (Parhar & Sensoy, 2011; Membriillo-Hernández *et al.*, 2023). Teknik ini tidak hanya mendorong inklusi tetapi juga pembelajaran sejawat di kalangan siswa tunarungu, meningkatkan pemahaman dengan berbagi pemikiran dan belajar dari sudut pandang satu sama lain. Pendekatan ini tidak hanya mendorong inklusivitas tetapi juga memfasilitasi pembelajaran sejawat di kalangan siswa tunarungu, memperkuat pemahaman mereka dengan berbagi wawasan dan belajar dari sudut pandang satu sama lain.

Siswa tunarungu dapat berkembang dalam matematika dengan menggunakan alat bantu pembelajaran yang sesuai, mengadopsi metode pengajaran yang dipersonalisasi, dan mengembangkan suasana inklusif dan kolaboratif (Lange *et al.*, 2013). Memberikan alat yang sesuai dan menyediakan lingkungan pendidikan inklusif memungkinkan siswa tunarungu untuk tumbuh dan menunjukkan kemampuan matematika mereka. Memahami persyaratan pembelajaran spesifik mereka dan menerapkan solusi yang tepat tidak hanya meningkatkan prestasi akademik mereka. Namun juga menumbuhkan perspektif pendidikan yang lebih inklusif dimana semua siswa, terlepas dari kemampuan pendengarannya, dapat terlibat dan berkembang dalam matematika (Hill & Rowe, 1998; Dorfman & Kalugin, 2020).

Oleh karena itu, alat peraga matematika yang dipersonalisasi tidak hanya diperlukan untuk memastikan siswa tunarungu memiliki akses penuh ke kurikulum, tetapi juga merupakan langkah menuju pembelajaran matematika yang lebih inklusif dan efektif (Suzianti & Atthousi, 2019; Alias, Harun, & Kamaruddin, 2022). Dengan mempertimbangkan karakteristik dan kebutuhan unik siswa tunarungu, alat peraga ini menjadi sarana penting untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih mendalam dan membangun dasar pengetahuan matematika yang mendalam.

Penelitian selanjutnya adalah melakukan penilaian menyeluruh terhadap aspek fundamental alat peraga manipulatif matematika yang mungkin mempunyai pengaruh signifikan terhadap pengalaman belajar siswa tunarungu, khususnya pada bidang geometri dan pengukuran. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi tidak hanya pada peningkatan pendidikan matematika bagi siswa tunarungu, namun juga pada diskusi yang lebih luas tentang pendidikan inklusif, membuka jalan bagi metodologi pengajaran yang lebih terspesialisasi dan inklusif yang melayani beragam pelajar dalam bidang matematika dan kemungkinan disiplin akademik lainnya. Investigasi komprehensif ini sangat penting untuk memastikan bahwa lingkungan pendidikan menjadi lebih egaliter dan fleksibel, mendorong kecintaan belajar dan menghilangkan hambatan bagi semua siswa, terlepas dari bakat atau keterbatasan mereka.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan teknik survei, bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang menyeluruh tentang kebutuhan dan preferensi yang berbeda dari guru dan siswa tunarungu dalam pendidikan matematika, memberikan pemahaman tentang pengalaman dan preferensi unik mereka (Wood & Cakler, 2017). Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kuesioner, wawancara, dan lembar observasi untuk mengetahui secara menyeluruh tentang kebutuhan dan preferensi siswa dan guru tunarungu dalam pendidikan matematika.

Penelitian survei ini bertujuan untuk mengumpulkan wawasan subjektif tentang pengalaman, pemikiran, dan preferensi siswa tunarungu dan guru tentang penggunaan dan kegunaan alat bantu pembelajaran matematika. Survei ini menyelidiki aspek kualitatif dari pengalaman siswa tunarungu, memeriksa jenis alat peraga manipulatif mana yang paling sesuai dengan pandangan siswa dan guru tentang masalah yang dihadapi anak-anak tunarungu dalam pelajaran geometri dan pengukuran. Kisi-kisi angket survei yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kisi-kisi angket survei

No.	Survei untuk Siswa Tunarungu	Untuk Siswa Guru
1.	Frekuensi penggunaan alat peraga dalam pembelajaran	Frekuensi penggunaan alat peraga matematika manipulatif dalam pembelajaran
2.	Preferensi alat peraga matematika manipulatif	Persiapan pembelajaran
3.	Ketersediaan alat peraga matematika manipulatif	Dukungan yang diberikan dalam pembelajaran matematika untuk siswa tunarungu
4.	Pengalaman penggunaan alat peraga matematika manipulatif	Pengalaman penggunaan alat peraga matematika yang pernah diberikan
5.	Integrasi teknologi	Tantangan penggunaan alat peraga matematika untuk siswa tunarungu
6.	Lingkungan pembelajaran yang dibutuhkan	Evaluasi penggunaan alat peraga matematika yang pernah digunakan
7.	Saran dan masukan	Persepsi guru terhadap alat peraga matematika
8.		Persepsi guru terhadap dampak alat peraga matematika
9.		Kriteria pemilihan alat peraga matematika
10.		Kolaborasi yang pernah dilakukan terkait dengan alat peraga matematika
11.		Saran dan masukan

Proses wawancara menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut. Wawancara kualitatif dilakukan dengan guru dan siswa tunarungu untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang pengalaman, masalah, dan kebutuhan mereka. Karena ini adalah wawancara kualitatif, siswa diizinkan untuk berbicara secara terbuka tentang pendapat mereka, menjelaskan masalah mereka, dan mencatat alat bantu atau metode pengajaran yang mereka sukai. Kisi-kisi pedoman wawancara yang digunakan untuk siswa tunarungu dan guru sama dengan kisi-kisi angket survei. Namun demikian, ketika pengambilan data melalui metode wawancara kepada siswa tunarungu dilakukan dengan bantuan penerjemah bahasa isyarat. Data yang diperoleh melalui wawancara ini dikomparasikan dengan data yang diperoleh pada pengisian angket survei, sehingga data yang diperoleh menjadi data yang valid. Beberapa poin pertanyaan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Kisi-kisi pedoman wawancara

No	Aspek	Butir pertanyaan
1.	Identifikasi Kebutuhan Siswa Tunarungu	Konsep-konsep tertentu dalam geometri yang dirasa cukup sulit
		Kebutuhan khusus terkait penggunaan alat peraga matematika manipulatif, misalnya preferensi visual atau taktil tertentu
		Pengalaman menggunakan alat peraga matematika
2.	Preferensi dan kesesuaian alat peraga matematika manipulatif	Tingkat kesesuaian alat peraga matematika manipulatif dengan kebutuhan belajar pada materi geometri dan pengukuran
		Preferensi penggunaan alat peraga, secara individual atau berkelompok
3.	Pemilihan alat peraga matematika	Kecukupan akses terhadap berbagai jenis alat peraga matematika manipulatif
		Alat peraga matematika seperti apa yang harus sering digunakan
4.	Pengalaman dan perkembangan	Pengalaman yang pernah didapatkan ketika menggunakan alat peraga
		Peningkatan yang diperoleh dengan alat peraga matematika
		Fitur yang disukai pada alat peraga yang pernah digunakan
5.	Saran dan harapan	Aspek tertentu yang diperlukan untuk alat peraga matematika selanjutnya

Data ini dilengkapi dengan lembar observasi yang memberikan gambaran kualitatif tentang dinamika kelas di dunia nyata. Dalam observasi kualitatif ini, kami berfokus pada bagaimana siswa tunarungu berinteraksi dengan manipulatif matematika di kelas geometri. Tujuan dari teknik ini adalah untuk mengumpulkan karakteristik kualitatif dari interaksi dan keterlibatan mereka dengan manipulatif tersebut, yang membantu kami memahami lebih baik bagaimana alat bantu ini digunakan dalam lingkungan belajar.

Kombinasi berbagai sumber data kualitatif menjadi penting untuk menghasilkan rekomendasi yang didasarkan pada pengalaman dan kebutuhan guru dan siswa tunarungu. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran mendalam tentang preferensi, kesulitan, dan penggunaan alat bantu pengajaran yang efektif oleh siswa tunarungu dengan menggunakan pendekatan kualitatif ini. Penelitian ini juga memastikan bahwa informasi tidak hanya mempengaruhi rekomendasi, tetapi juga memperkayanya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karena keterbatasan pendengaran mereka, tunarungu memiliki karakteristik belajar yang berbeda (Kalivoda, 1997; Marschark *et al.*, 2017). Selama proses belajar, mereka cenderung mengandalkan indera sentuhan, rasa, dan penglihatan (Güdücü *et al.*, 2019). Penggunaan alat bantu seperti tulisan dan gambar serta komunikasi melalui bahasa isyarat sangat penting. Seringkali, siswa ini membutuhkan metode pembelajaran yang inklusif yang berfokus pada membangun keterampilan komunikasi alternatif. Penggunaan alat peraga matematika manipulatif, keterlibatan guru, dan dukungan teknologi dapat membantu siswa tunarungu mencapai potensi akademiknya.

Berdasarkan data observasi yang dilakukan di kelas, dalam kelas hanya terdapat 4 siswa tunarungu dengan berbagai kondisi yang berbeda. Kondisi-kondisi tersebut adalah siswa tunarungu dengan gangguan pendengaran ringan, gangguan pendengaran sedang, dan gangguan pendengaran dengan kategori parah. Interaksi yang terjadi di dalam kelas selama pembelajaran matematika menggunakan bahasa isyarat, bahasa bibir, dan tulisan. Tidak jarang pula guru memberikan demonstrasi terkait dengan suatu persoalan matematis dalam kehidupan sehari-hari. Berbagai cara komunikasi bahasa dengan tunarungu digunakan untuk memaksimalkan penyerapan konsep matematika. Gambar 1 memperlihatkan proses pembelajaran matematika dengan siswa tunarungu.



Gambar 1. Proses pembelajaran matematika siswa tunarungu

Secara umum, proses pembelajaran siswa tunarungu dan siswa reguler hampir sama, yang terdiri dari perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi serta tindak lanjut. Hal mendasar yang membedakan adalah cara berkomunikasi dengan siswa tunarungu. Selain menjelaskan materi, guru matematika juga harus memberikan gambaran visual yang jelas melalui gambar atau demonstrasi. Pada kegiatan observasi yang dilakukan guru hanya memberikan media melalui gambar dan objek yang ada di sekitar kelas untuk memberikan ilustrasi. Belum ada media atau alat peraga yang spesifik terkait dengan materi yang digunakan. Selain itu, guru terkadang juga memberikan penjelasan secara individual kepada siswa yang tertinggal. Hal itu dilakukan agar siswa lain tidak merasa bosan dengan perulangan materi di kelas. Gambar 2 memperlihatkan pendampingan individual yang dilakukan di dalam kelas.



Gambar 2 Proses pendampingan individual di dalam kelas

Berdasarkan hasil analisis data kualitatif dari wawancara dan angket survei diperoleh beberapa karakteristik alat peraga manipulatif matematika yang diperlukan oleh siswa tunarungu, yaitu sebagai berikut:

1. Petunjuk penggunaan alat peraga dalam bentuk visual (teks) dengan bahasa yang sederhana yang dibuat dalam versi cetak.
2. Tautan untuk mengakses petunjuk penggunaan dalam bentuk digital untuk memudahkan pengaksesan dalam pembelajaran klasikal.
3. Video demonstrasi penggunaan alat peraga manipulatif matematika yang disertai adanya video petunjuk penggunaan dalam bahasa isyarat yang ditambahkan *subtitle*.

Alat peraga matematika disesuaikan untuk mempertimbangkan kelemahan dalam aspek komunikasinya. Bahasa isyarat sangat penting karena membantu siswa tunarungu memahami dan memahami konsep matematika yang diajarkan melalui alat peraga (Humphries *et al.*, 2023). Oleh karena itu, strategi komunikasi yang menggunakan bahasa isyarat memungkinkan siswa tunarungu untuk terlibat sepenuhnya dalam pelajaran matematika dan mengatasi kesulitan komunikasi yang mungkin muncul karena gangguan pendengaran mereka. Metode ini bertujuan untuk mendukung perkembangan siswa tunarungu dalam pemahaman matematika yang lebih baik dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang inklusif.

Singkatnya, penelitian ini menunjukkan bahwa matematika interaktif sangat penting bagi siswa tunarungu. Kegiatan manipulasi ini sangat penting untuk membuat pengaturan pembelajaran kolaboratif dimana siswa bekerja sama untuk memecahkan masalah dan belajar matematika secara mandiri. Siswa dapat meningkatkan kemampuan matematika mereka secara kolektif, bertukar metode, dan memperdebatkan jawaban karena alat ini bersifat interaktif. Siswa tunarungu membutuhkan manipulasi untuk keterlibatan sosial dan kognitif, yang sangat penting untuk pengalaman belajar matematika mereka (Bouck & Park, 2018).

Hasil khusus penelitian ini menunjukkan bahwa instruksi instruksional menyeluruh diperlukan bersamaan dengan manipulatif matematika. Panduan ini seharusnya menyertakan video bahasa isyarat yang dapat diakses melalui CD atau kode QR yang terhubung ke film pendidikan. Menurut Zhi-wei (2010), memasukkan film bahasa isyarat ke dalam bahan ajar membantu siswa memahami penggunaan berurutan dan bagian fungsional dari manipulatif ini. Selain itu, instruksi tertulis harus diberikan untuk membantu siswa tunarungu mengatasi keterbatasan linguistik mereka. Menyederhanakan bahasa pengajaran sangat penting untuk meningkatkan aksesibilitas dan memastikan bahwa penggunaan manipulatif dipahami dengan mudah, terutama bagi siswa tunarungu yang menghadapi kendala linguistik.

Siswa tunarungu lebih suka berpartisipasi dalam diskusi dan bekerja sama di kelas (Braeges, Stinson, & Long, 1993; Gaustad, 1999), yang bertujuan untuk mempelajari konsep dan memecahkan masalah matematika. Menggunakan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) dan istilah bahasa isyarat lokal (SIBI), mereka aktif terlibat dalam diskusi dengan teman sekelas. Siswa tunarungu dapat berkolaborasi, meningkatkan pemahaman, dan mengatasi masalah matematika dengan cara ini (Krause, 2019). Selain itu, siswa tunarungu memiliki istilah khusus dalam bahasa isyarat untuk simbol matematika, yang memungkinkan mereka mengkomunikasikan konsep matematika dengan cara yang unik. Pemahaman ini tentang pembelajaran kolaboratif dan penggunaan bahasa isyarat khusus menunjukkan betapa pentingnya strategi pengajaran inklusif yang memperhatikan kebutuhan komunikasi unik siswa tunarungu agar pengalaman belajar menjadi lebih berpartisipasi dan efektif (Sari & Putro, 2021).

Metode pembelajaran berpusat pada siswa, kolaboratif, dan berbasis penemuan akan cocok dengan penggunaan alat peraga manipulatif matematika ini. Teknik-teknik ini merupakan bagian dari arah kurikulum baru, yaitu Kurikulum Merdeka yang menekankan pergeseran menuju lingkungan pembelajaran yang lebih inklusif, partisipatif, dan kolaboratif. Metode-metode ini sejalan dengan paradigma pembelajaran yang berpusat pada siswa, yang mendorong siswa untuk berpartisipasi dalam pemecahan masalah kolaboratif dan menemukan ide secara otonom. Metode-metode ini memungkinkan siswa untuk mengendalikan pembelajaran mereka sendiri dan mempelajari lebih banyak tentang matematika secara bebas.

Selain itu, memasukkan film bahasa isyarat ke dalam buku pelajaran membantu memahami konsep pembelajaran kolaboratif dan inklusif (Schley & Stinson, 2016; Cadeñanes & Arrieta, 2014; Philip, 2022). Ini mendorong kerja sama antar teman, menumbuhkan lingkungan belajar yang bervariasi, dan berfungsi sebagai pusat penemuan dan keterlibatan komunitas. Dengan mendorong siswa untuk berpartisipasi dan berinteraksi, metode ini menganut konsep pembelajaran kolaboratif. Akibatnya, metode ini meningkatkan pemahaman dan ingatan siswa tentang matematika. Selain itu, instruksi tertulis singkat mendukung model pembelajaran penemuan dengan mendorong penyelidikan dan pemahaman individu, ini konsisten dengan prinsip yang memungkinkan siswa menciptakan pengetahuan mereka melalui eksplorasi dan bantuan.

Secara keseluruhan, karakteristik alat peraga manipulatif tersebut menunjukkan pendekatan pendidikan yang progresif. Ini konsisten dengan filosofi dan arahan pendidikan modern kurikulum baru, yaitu Kurikulum Merdeka, dengan mendorong pembelajaran kolaboratif, memberdayakan siswa untuk melakukan pembelajaran inkuiri, dan mendorong pendekatan matematika berpusat pada siswa. Pendekatan ini dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan siswa tunarungu yang disesuaikan dengan karakteristik belajarnya.

Selain itu, strategi ini memenuhi kebutuhan pembelajaran tunarungu saat ini dan membangun dasar untuk keberhasilan akademik jangka panjang. Ini meningkatkan kemampuan di luar matematika dengan menciptakan lingkungan belajar yang berpusat pada siswa dan berkolaborasi. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis, komunikasi, dan kerja tim. Metode ini mendorong kerja tim dan pemecahan masalah bersama. Selain itu, dengan memenuhi tuntutan linguistik melalui film berbahasa isyarat dan instruksi tekstual yang ringkas, ini menumbuhkan budaya pendidikan yang inklusif dan mudah diakses. Ini meletakkan dasar bagi lingkungan pembelajaran yang bervariasi dan inklusif. Pada akhirnya, pendekatan komprehensif ini tidak hanya meningkatkan pemahaman matematika anak-anak tunarungu, tetapi juga memberikan mereka keterampilan yang diperlukan untuk maju dalam pendidikan mereka.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat karakteristik khusus untuk membuat alat peraga manipulatif matematika untuk membantu siswa tunarungu belajar matematika. Untuk mengatasi keterbatasan linguistik, panduan pengajaran yang komprehensif dengan video bahasa isyarat dan instruksi tekstual yang ringkas ditekankan. Alat peraga manipulatif matematika ini sejalan dengan pembelajaran yang berpusat pada siswa, berbasis penemuan, dan kolaboratif, yang membantu siswa memperoleh keterampilan yang diperlukan untuk sukses di sekolah. Metode ini tidak hanya meningkatkan

pemahaman siswa tentang matematika, tetapi juga menjadi preseden dalam lingkungan pembelajaran yang beragam dan inklusif yang mendorong keterampilan kerja tim dan pemikiran kritis. Siswa tunarungu yang belajar matematika melihat sebuah kemajuan besar menuju lanskap pendidikan yang lebih inklusif dan kaya dengan penerapan strategi-strategi ini.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih yang tulus kepada Universitas Tidar karena telah membantu dan mendukung penelitian ini. Kontribusi finansial dari Universitas Tidar telah memungkinkan peneliti melakukan penelitian ini dengan baik dan menghasilkan hasil yang bermanfaat. Kesuksesan penelitian ini didorong utama oleh dukungan keuangan dan kepercayaan ini, yang juga berdampak positif pada kemajuan ilmu pengetahuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alias, A., Harun, A., & Kamaruddin, N. (2022). An Overview of The Use of Interactive Multimedia Teaching Aid For Deaf Students. *Proceedings of the 2nd International Conference on Design Industries & Creative Culture, DESIGN DECODED 2021, 24-25 August 2021, Kedah, Malaysia*. <https://doi.org/10.4108/eai.24-8-2021.2315098>.
- Alshwaikh, Jehad. (2008). Towards a systemic functional analysis of mathematical visual forms. *Research in Mathematics Education*, 10:1, 87-88, DOI: 10.1080/14794800801916770
- Bouck, E., & Park, J. (2018). A Systematic Review of the Literature on Mathematics Manipulatives to Support Students with Disabilities. *Education and Treatment of Children*, 41, 106 - 65. <https://doi.org/10.1353/etc.2018.0003>.
- Braeges, J., Stinson, M., & Long, G. (1993). Teachers' and deaf students' perceptions of communication ease and engagement.. *Rehabilitation Psychology*, 38, 235-246. <https://doi.org/10.1037//0090-5550.38.4.235>.
- Cadeñanes, J., & Arrieta, M. (2014). Augmented Reality Sign Language Teaching Model for Deaf Children. , 351-358. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07593-8_41.
- Claudia M. Pagliaro, Karen L. Kritzer. (2013). The Math Gap: A Description of the Mathematics Performance of Preschool-aged Deaf/Hard-of-Hearing Children. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 18(2), 139–160, <https://doi.org/10.1093/deafed/ens070>
- Dorfman, L., & Kalugin, A. (2020). Resources, Potentials and Academic Achievements of Students. Part 1. Differentiation of Resources and Potentials. *The Education and science journal*. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2020-4-64-88>.
- Edwards, L. (1995). The Design and Analysis of a Mathematical Microworld. *Journal of Educational Computing Research*, 12, 77 - 94. <https://doi.org/10.2190/C9XX-VMC6-CVLQ-KKXF>.
- Gaustad, M. (1999). Including the kids across the hall: collaborative instruction of hearing, deaf, and hard-of-hearing students.. *Journal of deaf studies and deaf education*, 4 3, 176-90 . <https://doi.org/10.1093/DEAFED/4.3.176>.
- Güdücü, Ç., Ergönül, İ., Öniz, A., İkiz, A., & Özgören, M. (2019). Deaf adolescents have bigger responses for somatosensory and visual stimulations. *Neuroscience Letters*, 707. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2019.134283>.
- Hill, P., & Rowe, K. (1998). Modelling Student Progress in Studies of Educational Effectiveness.. *School Effectiveness and School Improvement*, 9, 310-333. <https://doi.org/10.1080/0924345980090303>.
- Humphries, T., Mathur, G., Napoli, D., & Rathmann, C. (2023). Sign Language and Multimodality as Indicators of Health for Deaf Newborns and Young Children: Guidance for Families and Medical Professionals. *Medical Research Archives*. <https://doi.org/10.18103/mra.v11i1.3280>.

- Husniati, A. , Budayasa, I. K. , Juniati, D. & Lant, C. L. (2020). Analysis of deaf students understanding math concepts in the topic of geometry (rectangle shape): A case study . *Journal for the Education of Gifted Young Scientists* , 8 (3) , 1213-1229 . DOI: 10.17478/jegys.780213
- Kalivoda, K. (1997). Teaching Students with Hearing Impairments.. *Journal of Developmental Education*, 20, 10-16.
- Krause, C. (2019). Brief Report: What You See Is What You Get? Sign Language in the Mathematics Classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*. <https://doi.org/10.5951/JRESEMATHEDUC.50.1.0084>.
- Kuntze, M. (1998). Literacy and Deaf Children: The Language Question. *Topics in Language Disorders*, 18, 1-15. <https://doi.org/10.1097/00011363-199808000-00003>.
- Lange, C., Lane-Outlaw, S., Lange, W., & Sherwood, D. (2013). American Sign Language/English bilingual model: a longitudinal study of academic growth.. *Journal of deaf studies and deaf education*, 18 4, 532-44. <https://doi.org/10.1093/deafed/ent027>.
- Marlatt, E. (2014). The Importance of Visual Stimulus as a Component of Audition Stimulues in the Aural/Oral (Re)Habilitation of Children/Clients With Hearing Loss. *American Annals of the Deaf*, 159(4). DOI: 10.1535/aad.2014.0027
- Marschark, M., Morrison, C., Lukomski, J., Borgna, G., & Convertino, C. (2013). Are Deaf Students Visual Learners?. *Learning and individual differences*, 25, 156-162. <https://doi.org/10.1016/J.LINDIF.2013.02.006>.
- Marschark, M., Paivio, A., Spencer, L., Durkin, A., Borgna, G., Convertino, C., & Machmer, E. (2017). Don't Assume Deaf Students are Visual Learners. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 29, 153-171. <https://doi.org/10.1007/s10882-016-9494-0>.
- Membrillo-Hernández, J., Bejarano, W., Manzano, L., Caratozzolo, P., & Villegas, P. (2023). Global Shared Learning Classroom Model: A Pedagogical Strategy for Sustainable Competencies Development in Higher Education. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*. <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i1.36181>.
- Mousley, K. & Kelly, R. R. (1998). Problem Solving Strategies for Teaching Mathematics to Deaf Students. *American Annals of the Deaf*, 143(4), 325-336. DOI:10.1353/aad.2012.0082
- Parhar, N., & Sensoy, Ö. (2011). Culturally Relevant Pedagogy Redux: Canadian Teachers' Conceptions of their Work and its Challenges. *Canadian Journal of Education*, 34, 189-218.
- Philip, E. (2022). Teaching Models Used and Challenges Experienced in Secondary School Classes with Special Needs Learners in Tanzania. *Issue 6*. <https://doi.org/10.46606/eajess2022v03i06.0244>.
- Ratner, V. L. (1985). Spatial-relationship deficits in deaf children: The effect on communication and classroom performance. *American Annals of the Deaf*, 130(3), 250–254.
- Sari, N., & Putro, K. (2021). Assistance and Learning Strategies for Deaf Children. *JOYCED: Journal of Early Childhood Education*. <https://doi.org/10.14421/joyced.2021.11-05>.
- Schley, S., & Stinson, M. (2016). Collaborative Writing in the Postsecondary Classroom: Online, In-Person, and Synchronous Group Work with Deaf, Hard-of-Hearing, and Hearing Students.. *The Journal of Postsecondary Education and Disability*, 29, 151-164.
- Seemann, E. (2014). Teaching Mathematics in Online Courses - An Interactive Feedback and Assessment Tool. , 415-420. <https://doi.org/10.5220/0004939204150420>.
- Sherman, M., & Cayton, C. (2015). Using Appropriate Tools Strategically for Instruction. *The Mathematics Teacher*, 109(4), 306-310. Retrieved Nov 10, 2023. DOI: 10.5951/mathteacher.109.4.0306

- Slavin, R., & Lake, C. (2007). Effective Programs in Elementary Mathematics: A Best-Evidence Synthesis. *Review of Educational Research*, 78, 427 - 515. <https://doi.org/10.3102/0034654308317473>.
- Suzianti, A., & Atthousi, H. (2019). Implementation of Design Thinking Approach In Designing Learning Support Tools In The Classroom For Hearing Impaired Person: Case Study: Elementary School Students in SLB-B Santi Rama. *Proceedings of the 2019 International Conference on E-business and Mobile Commerce*. <https://doi.org/10.1145/3332324.3332338>.
- Wood, P., & Cajkler, W. (2017). Lesson study: A collaborative approach to scholarship for teaching and learning in higher education. *Journal of Further and Higher Education*, 42, 313 - 326. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2016.1261093>.
- Zhi-wei, Z. (2010). Sign language in special art education. *Journal of Changchun University*.