

## Geogebra Sebagai Alat untuk Pembelajaran Matematika: Studi Fenomenologis Siswa Tunarungu SLB N Brebes

Mutia Lutfi<sup>1</sup>, Muh Khamid<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SLB Negeri Brebes, Jl. Yos Sudarso, No. 20 Brebes Jateng

<sup>2</sup> SMA Negeri 3 Simpang Hilir, Jl. Ampera. Desa Rantau Panjang Kalbar

Email : [Mutialutfi92@gmail.com](mailto:Mutialutfi92@gmail.com)

**Abstract:** *This study aims to explore the use of GeoGebra in enhancing mathematics learning for deaf students in a public special school, addressing the research gap on the effectiveness of this educational tool in inclusive classrooms. Adopting a qualitative case study approach, the research focuses on the experiences of principals, teachers, and deaf students in a special school in Brebes, Indonesia. Data were collected through structured interviews and observations, analyzed using the Miles and Huberman framework, which involves data reduction, display, and inference. The findings reveal that GeoGebra significantly helps deaf students by providing interactive visual learning experiences that support their understanding of abstract mathematical concepts. The use of this tool aligns with constructivist principles, encouraging independent and collaborative learning. Despite its benefits, challenges such as limited resources, inadequate teacher training, and technological readiness remain, impacting the program's sustainability. The study emphasizes the need for better infrastructure, teacher training, and policies to ensure the effective integration of GeoGebra in special education. The results show that GeoGebra has the potential to transform mathematics education for deaf students by promoting an inclusive and student-centered learning environment, but its successful implementation requires addressing existing barriers in educational settings.*

**Keywords:** *Deaf Educational Technology; Special Education; Interactive Learning Tools; Visual Mathematics Instruction.*

**Abstrak:** Studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi penggunaan GeoGebra dalam meningkatkan pembelajaran matematika untuk siswa tunarungu di sekolah khusus negeri, mengatasi kesenjangan dalam penelitian tentang efektivitas alat pendidikan ini di ruang kelas inklusif. Mengadopsi pendekatan studi kasus kualitatif, penelitian ini berfokus pada pengalaman kepala sekolah, guru, dan siswa tunarungu di SLB N Brebes, Indonesia. Data dikumpulkan melalui wawancara dan pengamatan terstruktur, dianalisis menggunakan kerangka kerja Miles dan Huberman, yang melibatkan pengurangan data, tampilan, dan penarikan kesimpulan. Temuan ini mengungkapkan bahwa GeoGebra secara signifikan membantu siswa tunarungu dengan memberikan pengalaman belajar visual interaktif yang mendukung pemahaman mereka tentang konsep matematika abstrak. Penggunaan alat ini selaras dengan prinsip-prinsip konstruktivis, mendorong pembelajaran mandiri dan kolaboratif. Terlepas dari manfaatnya, tantangan seperti sumber daya yang terbatas, pelatihan guru yang tidak memadai, dan kesiapan teknologi tetap ada, yang berdampak pada keberlanjutan program. Studi ini menekankan perlunya infrastruktur, pelatihan guru, dan kebijakan yang lebih baik untuk memastikan integrasi GeoGebra yang efektif dalam pendidikan khusus. Hasilnya menunjukkan bahwa GeoGebra memiliki potensi untuk mengubah pendidikan matematika bagi siswa tunarungu dengan mempromosikan lingkungan belajar yang inklusif dan berpusat pada siswa, tetapi implementasinya yang berhasil membutuhkan penanganan hambatan yang ada dalam pengaturan pendidikan.

**Kata kunci:** Teknologi Pendidikan tunarungu; Pendidikan Luar Biasa; Alat Pembelajaran Interaktif; Instruksi Matematika Visual

### 1. PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika bagi siswa tunarungu masih menghadapi tantangan besar karena sifat matematika yang abstrak serta keterbatasan komunikasi yang dimiliki peserta didik. Pemahaman konsep matematika pada dasarnya memerlukan kemampuan berbahasa yang memadai, sementara banyak siswa tunarungu mengalami hambatan dalam mengakses bahasa lisan maupun tulisan, sehingga konsep yang abstrak sering sulit dipahami tanpa dukungan representasi visual. Dalam konteks inilah perangkat lunak

matematika dinamis seperti GeoGebra mulai banyak diadopsi sebagai media pembelajaran yang mampu menjembatani kebutuhan visual siswa. Berbagai penelitian menunjukkan efektivitasnya, misalnya temuan ((Ramadani et al., 2024)) yang mengungkap bahwa GeoGebra dapat meningkatkan kemampuan visualisasi, kreativitas, dan kemandirian belajar melalui fitur interaktif yang memungkinkan manipulasi objek matematika. Penelitian Panjaitan dan Siregar (2024) juga menegaskan bahwa integrasi GeoGebra dengan model pembelajaran berbasis inkuiri mampu memperkuat representasi matematis pada materi trigonometri melalui dukungan visual yang lebih jelas.

Dalam pendidikan khusus, khususnya bagi siswa tunarungu, manfaat GeoGebra menjadi semakin relevan. Setyaningsih dan Sugiman (2025) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah yang dipadukan dengan GeoGebra Classroom tidak hanya meningkatkan literasi matematika siswa tunarungu, tetapi juga aspek afektif dan psikomotorik mereka. Sementara itu, Hariyanti, et al (2025) menemukan bahwa visualisasi menggunakan GeoGebra sangat membantu pemahaman siswa tunarungu pada materi bangun datar yang sederhana, meskipun mereka tetap mengalami kesulitan pada materi yang lebih kompleks sehingga memerlukan penyesuaian tambahan seperti penggunaan bahasa isyarat atau penyederhanaan tampilan visual. Namun demikian, tidak semua studi menunjukkan hasil serupa. Al Ayyubi, et al (2025) melaporkan bahwa penggunaan GeoGebra melalui model Realistic Mathematics Education (RME) belum menunjukkan korelasi kuat terhadap peningkatan hasil belajar, menandakan bahwa efektivitas GeoGebra sangat dipengaruhi oleh desain pembelajaran, kesiapan guru, dan kemampuan siswa dalam membaca representasi visual. Dalam konteks sekolah luar biasa seperti SLB N Brebes, tantangan tersebut dapat mencakup keterbatasan sarana teknologi, kemampuan guru mengelola pembelajaran digital, serta kebutuhan komunikasi visual yang lebih intens bagi siswa tunarungu.

Sejalan dengan temuan-temuan tersebut, diperlukan kajian lebih mendalam untuk memahami bagaimana siswa tunarungu benar-benar mengalami pembelajaran menggunakan GeoGebra, terutama dari perspektif mereka sendiri. Pendekatan fenomenologis dipandang sesuai karena mampu mengungkap pengalaman subjektif, persepsi, serta makna yang dibangun siswa selama berinteraksi dengan GeoGebra. Pendekatan ini sejalan dengan gagasan Andrews et al. (2021) yang menekankan pentingnya memahami pengalaman belajar peserta didik secara mendalam, serta rekomendasi Cragg dan Gilmore (2014) mengenai perlunya menggali persepsi autentik subjek penelitian. Pandangan Bukit dan Seah (2023) turut mendukung penggunaan metode kualitatif untuk memahami dinamika belajar siswa berkebutuhan khusus, sedangkan Farhan et al. (2021) menegaskan relevansi eksplorasi mendalam terhadap pengalaman belajar individual sehingga peneliti dapat memahami tantangan maupun keberhasilan yang dialami siswa tunarungu.

GeoGebra dikenal sebagai perangkat lunak interaktif yang mampu menghubungkan konsep matematika abstrak dengan representasi visual yang lebih konkret, sebagaimana dijelaskan oleh Delima et al. (2025). Sifat dinamisnya memungkinkan siswa memvisualisasikan sekaligus memanipulasi objek geometri, aljabar, atau kalkulus sehingga membantu pengembangan pemahaman yang lebih mendalam. Rahmadia et al. (2024) menambahkan bahwa penggunaan GeoGebra dapat meningkatkan pembelajaran aktif, kemampuan pemecahan masalah, serta motivasi belajar siswa. Namun kedua penelitian ini juga menegaskan bahwa kajian mengenai penggunaan GeoGebra bagi siswa dengan gangguan pendengaran, khususnya di sekolah khusus negeri Indonesia, masih sangat terbatas sehingga perlu diteliti lebih jauh.

Keterbauruan penelitian ini terletak pada fokusnya menggali pengalaman siswa tunarungu kelas 10 di SLB N Brebes dalam menggunakan GeoGebra selama pembelajaran matematika. Dengan pendekatan fenomenologis, penelitian ini berupaya menangkap pengalaman nyata siswa sebagaimana dianjurkan Andrews et al. (2021), Cragg dan Gilmore (2014), serta Bukit dan Seah (2023), yang menekankan pentingnya memahami perspektif subjektif dalam konteks

pendidikan khusus. Tujuan penelitian mencakup pengkajian terhadap fungsi GeoGebra sebagai alat bantu representasi visual dalam memahami konsep matematika, sebagaimana dikemukakan oleh Maulyda et al. (2019), serta eksplorasi persepsi siswa mengenai manfaat dan tantangan penggunaan GeoGebra. Selain itu, penelitian ini juga berupaya menawarkan rekomendasi praktis bagi guru mengenai strategi integrasi GeoGebra yang lebih efektif dalam pembelajaran matematika di SLB. Secara keseluruhan, penelitian ini diharapkan memberi kontribusi bagi pengembangan literatur pendidikan matematika inklusif serta mendorong pemanfaatan teknologi yang inovatif dan mudah diakses untuk mendukung pembelajaran siswa tunarungu, sejalan dengan pemikiran Maulyda et al. (2019) mengenai pentingnya media visual dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika.

### ***1.1. Teori Pendukung***

#### *1.1.1. Teori Pembelajaran Visual dalam Pendidikan Matematika*

Siswa tunarungu cenderung lebih mudah belajar melalui tampilan visual karena mereka memiliki keterbatasan dalam menerima informasi verbal. Oleh karena itu, visualisasi menjadi aspek penting dalam membantu mereka memahami konsep matematika yang bersifat abstrak. Pembelajaran berbasis visual memungkinkan mereka melihat pola, hubungan, dan struktur matematika dengan lebih jelas sehingga meningkatkan perhatian dan pemahaman. Delima et al. (2025) menemukan bahwa media visual interaktif dapat membantu siswa menghubungkan konsep abstrak dengan pengalaman belajar yang nyata, khususnya pada materi geometri dan aljabar. Hal ini sejalan dengan Rahmadia et al. (2024) yang menjelaskan bahwa visualisasi matematika memudahkan siswa dalam melakukan eksplorasi, percobaan, dan pemecahan masalah karena mereka dapat melihat perubahan objek matematika secara langsung.

#### *1.1.2. Teori Teknologi Pendidikan dan Integrasi Media Interaktif*

Pembelajaran matematika berbasis teknologi berfokus pada pemanfaatan perangkat digital untuk meningkatkan kualitas pengalaman belajar siswa. GeoGebra sebagai perangkat lunak matematika dinamis mendukung prinsip teknologi pendidikan yang menonjolkan interaktivitas, kemudahan akses, dan fleksibilitas dalam pembelajaran. (Ramadani, 2024) menjelaskan bahwa penggunaan teknologi seperti GeoGebra dapat mendorong kemampuan berpikir kreatif, memperkuat visualisasi, serta meningkatkan kemandirian belajar karena siswa dapat memanipulasi objek matematika secara langsung. Temuan ini sejalan dengan Panjaitan dan Siregar (2024) yang menunjukkan bahwa penerapan GeoGebra dalam pembelajaran berbasis inkuiri dapat memperkaya representasi matematis siswa dan memperdalam pemahaman konsep melalui kegiatan eksploratif.

Namun, teori pembelajaran berbasis teknologi menegaskan bahwa efektivitas penggunaan alat digital banyak ditentukan oleh bagaimana guru merancang proses pembelajaran, bukan hanya oleh keberadaan teknologi tersebut. Hal ini diperjelas oleh Al Ayyubi et al. (2025) yang menekankan bahwa pemanfaatan GeoGebra membutuhkan kesiapan guru, ketersediaan perangkat yang memadai, serta kemampuan siswa dalam memahami dan menafsirkan tampilan visual.

#### *1.1.3. Teori Pendidikan Inklusif dan Pembelajaran Bagi Siswa Tunarungu*

Pendidikan inklusif mengedepankan akses setara bagi semua siswa, termasuk mereka yang memiliki hambatan pendengaran. Siswa tunarungu membutuhkan strategi pembelajaran yang menekankan visualisasi, penggunaan bahasa isyarat, dan media pendukung yang mampu mengompensasi keterbatasan komunikasi. Setyaningsih dan Sugiman (2025) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah yang dipadukan dengan GeoGebra Classroom dapat meningkatkan literasi matematika siswa tunarungu, termasuk kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotor.

Selain itu, penelitian Hariyanti et al. (2025) menegaskan bahwa media visual seperti GeoGebra sangat membantu siswa tunarungu terutama pada materi yang mudah divisualisasikan. Namun, materi matematika yang kompleks membutuhkan adaptasi tambahan seperti penjelasan yang disederhanakan, penggunaan bahasa isyarat, dan pengaturan tampilan visual yang lebih jelas. Hal ini sesuai dengan

konsep Universal Design for Learning (UDL) yang menekankan penyajian informasi melalui berbagai representasi visual, auditori, dan kinestetik agar dapat diakses semua siswa.

#### 1.1.4. Teori Fenomenologi dalam Pendidikan

Pendekatan fenomenologi memfokuskan kajian pada pemahaman pengalaman subjektif individu dalam suatu peristiwa. Dalam penelitian ini, prinsip fenomenologi digunakan untuk menelusuri bagaimana siswa tunarungu mengalami dan memaknai proses pembelajaran matematika melalui penggunaan GeoGebra. Andrews et al. (2021) menegaskan bahwa fenomenologi memungkinkan peneliti memahami cara peserta didik memberi makna terhadap pengalaman belajarnya, bukan sekadar menilai capaian hasil akhir. Sejalan dengan itu, Cragg dan Gilmore (2014) menyatakan bahwa pendekatan ini sangat tepat diterapkan dalam penelitian pendidikan khusus karena mampu menggambarkan pengalaman autentik siswa, termasuk tantangan serta keberhasilan yang mereka alami selama proses belajar.

Pada konteks siswa tunarungu, pendekatan fenomenologis memberikan ruang untuk mengungkap bagaimana mereka menafsirkan representasi visual, memanfaatkan fitur-fitur GeoGebra, serta merasakan dampak teknologi tersebut terhadap motivasi, pemahaman, dan kenyamanan belajar mereka.

#### 1.1.5. Teori Representasi Matematis

Representasi matematis merujuk pada kemampuan siswa dalam memahami, menafsirkan, dan mengubah informasi ke berbagai bentuk seperti grafik, tabel, persamaan, diagram, maupun visual dinamis. Konsep ini menjadi sangat relevan dalam pembelajaran berbasis GeoGebra karena perangkat tersebut secara langsung memfasilitasi transformasi antarrepresentasi. Panjaitan dan Siregar (2024) melaporkan bahwa penggunaan GeoGebra mampu meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa secara signifikan, sebab mereka dapat mengamati keterkaitan berbagai bentuk representasi secara bersamaan.

Bagi siswa tunarungu, GeoGebra berperan sebagai media visual yang memperkaya proses pembentukan konsep, sehingga membantu mereka memahami hubungan antara bentuk simbolik dan bentuk grafis secara lebih jelas. Temuan ini konsisten dengan Rahmadia et al. (2024) yang menyatakan bahwa teknologi matematika memungkinkan siswa menghasilkan representasi yang lebih tepat serta memperkuat pemahaman terhadap konsep yang bersifat kompleks.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain fenomenologis untuk mendalami pengalaman belajar siswa tunarungu yang menggunakan GeoGebra dalam pembelajaran matematika di SLB N Brebes, pendekatan ini dipilih karena mampu menangkap pengalaman subjektif siswa secara mendalam, yakni bagaimana mereka merasakan, menafsirkan, dan memberi makna terhadap interaksi mereka dengan GeoGebra, sebagaimana dijelaskan Adeniran dan Tayo-Ladega (2024) dalam artikel “Critical Analysis of Phenomenological Research Design in a Qualitative Research Method” yang dipublikasikan di *International Journal of Qualitative Inquiry*, bahwa penelitian fenomenologi menekankan deskripsi pengalaman hidup dan analisis mendalam terhadap data wawancara serta observasi. Subjek penelitian ditentukan melalui *purposive sampling*, yaitu siswa tunarungu kelas X yang telah mengikuti beberapa sesi pembelajaran matematika berbasis GeoGebra dan bersedia terlibat dalam wawancara mendalam serta observasi, sejalan dengan pedoman pemilihan partisipan kualitatif sebagaimana dijelaskan oleh Dahal, Shrestha, dan Kunwar (2024) melalui artikel “Participant Selection Procedures in Qualitative Research: Experiences and Some Points for Consideration” dalam *Journal of Qualitative Methodology*. Teknik pengumpulan data mencakup wawancara semi-terstruktur, observasi partisipatif, serta dokumentasi seperti hasil pekerjaan siswa, catatan lapangan, dan tangkapan layar aktivitas GeoGebra, sedangkan analisis data dilakukan melalui tahapan fenomenologis mencakup transkripsi, *horizontalization*, pengodean tema, serta penyusunan deskripsi tekstural dan struktural untuk menemukan esensi pengalaman, sebagaimana dipaparkan oleh Inayah, Habsy, dan Nursalim (2025) dalam artikel “Kajian Literatur Metodologi Penelitian Fenomenologi” yang terbit di *Jurnal Penelitian Kualitatif Nusantara*. Validitas data dijamin melalui triangulasi sumber dan teknik, *member checking*, serta *audit trail* sebagai bagian dari prinsip-prinsip *trustworthiness* dalam penelitian fenomenologis.

Dengan kerangka metodologis tersebut, penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan gambaran mendalam tentang bagaimana siswa tunarungu mengalami penggunaan GeoGebra, termasuk aspek kognitif, motivasional, dan representasi visual yang mereka bangun secara subjektif.

## 2.1. Tahapan Review

## 3. HASIL dan PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan di kelas X SLB N Brebes selama empat pertemuan yang berfokus pada pembelajaran matematika berbasis GeoGebra. Seluruh kegiatan melibatkan interaksi langsung antara siswa dan aplikasi GeoGebra, dengan pendampingan guru dan peneliti melalui demonstrasi visual, penggunaan bahasa isyarat, serta instruksi tertulis. Data diperoleh melalui observasi partisipatif, wawancara mendalam, dan dokumentasi berupa hasil kerja siswa serta tangkapan layar proses pembelajaran.

Partisipan penelitian terdiri dari lima siswa tunarungu yang telah terbiasa menggunakan media visual dalam pembelajaran matematika, namun baru pertama kali diperkenalkan secara intensif dengan GeoGebra. Seluruh siswa menunjukkan antusiasme tinggi dan mampu mengikuti kegiatan pembelajaran dengan baik.

### 3.1. Pengalaman Visual Siswa dalam Menggunakan Geogebra

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman siswa tunarungu terhadap konsep matematika sangat dipengaruhi oleh pengalaman visual yang mereka peroleh saat menggunakan GeoGebra. Bagi siswa tunarungu di SLB N Brebes, visualisasi dinamis seperti perubahan bentuk grafik, pergerakan titik, dan transformasi persamaan menjadi elemen yang paling memudahkan mereka dalam memahami hubungan antarobjek matematika. Hampir semua partisipan menggambarkan tampilan GeoGebra sebagai “lebih jelas” dan “langsung terlihat,” menunjukkan bahwa fitur visual ini mampu menggantikan penjelasan verbal yang sering kali sulit mereka akses dalam pembelajaran konvensional.

Temuan ini sesuai dengan karakteristik belajar siswa tunarungu yang mengandalkan modalitas visual sebagai sumber utama pemaknaan informasi. Dalam konteks ini, representasi grafis yang dapat dimanipulasi secara langsung memungkinkan siswa SLB N Brebes mengamati perubahan secara real-time sehingga mereka dapat membangun konsep melalui pengalaman konkret, bukan melalui penjelasan lisan. Hal ini sejalan dengan penelitian Panjaitan dan Siregar (2024) dalam *“Enhancing Students’ Mathematical Representation Skills Using Inquiry-Based GeoGebra Learning”* yang dipublikasikan di *Jurnal Pendidikan Matematika Modern*. Mereka menyatakan bahwa GeoGebra meningkatkan kemampuan representasi matematis karena siswa dapat melihat keterkaitan antara grafik, simbol, dan persamaan secara simultan.

Selain itu, visualisasi interaktif memberikan ruang bagi siswa tunarungu untuk membentuk pemahaman secara mandiri. Beberapa partisipan menjelaskan bahwa mereka memahami hubungan antara gradien garis dan variabel karena “melihat garis bergerak naik turun,” bukan karena membaca penjelasan guru. Situasi ini mencerminkan prinsip konstruktivisme visual, di mana pengetahuan dibangun melalui proses mengamati, memanipulasi, dan menginterpretasi representasi visual.

Temuan ini juga selaras dengan penelitian Rahmadia et al. (2024) dalam artikel *“Interactive Digital Visualization for Students with Special Needs in Mathematics Learning”* yang dimuat pada *International Journal of Special Education Technology*. Penelitian tersebut menegaskan bahwa media visual interaktif mampu mengurangi hambatan pemahaman konsep abstrak bagi siswa berkebutuhan khusus dan meningkatkan kemampuan eksplorasi matematis.

Dari perspektif fenomenologis, pengalaman visual yang diberikan GeoGebra membentuk esensi pemaknaan matematika siswa tunarungu di SLB N Brebes. Bagi mereka, GeoGebra bukan sekadar alat bantu, melainkan media yang membuat konsep matematika “benar-benar terlihat.” Pengalaman ini juga berdampak pada kepercayaan diri dan mengurangi kecemasan belajar, karena siswa merasa mampu mengikuti proses pembelajaran tanpa harus bergantung pada komunikasi verbal.

**Tabel 4.1** Ringkasan Pengalaman Belajar Siswa Tunarungu dengan GeoGebra

| No | Tema Fenomenologis            | Makna Utama                                     | Kutipan Partisipan                          |
|----|-------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1  | Pemahaman melalui visualisasi | Visual dinamis membantu memahami konsep abstrak | “Kalau garisnya berubah, aku cepat paham.”  |
| 2  | Eksplorasi belajar mandiri    | Percobaan mandiri meningkatkan pemahaman        | “Aku suka coba sendiri, kalau salah ulang.” |
| 3  | Matematika lebih menyenangkan | Teknologi mengurangi rasa takut dan bosan       | “Belajarnya seru, seperti main.”            |

### 3.2. Peningkatan Pemahaman Konsep Melalui Interaksi Digital

Keterlibatan langsung siswa tunarungu dengan fitur-fitur GeoGebra memberikan dampak nyata terhadap peningkatan pemahaman konsep matematika mereka. Siswa di SLB N Brebes merasa lebih mudah belajar ketika mereka dapat “mencoba sendiri,” “menggerakkan objek,” dan “melihat apa yang berubah” pada tampilan GeoGebra. Pengalaman semacam ini memberi ruang bagi mereka untuk belajar secara aktif, sebuah kesempatan yang tidak selalu muncul dalam pembelajaran tradisional yang cenderung bergantung pada penjelasan verbal guru. Dengan kemampuan untuk melakukan *dragging*, membangun konstruksi, dan melakukan pengukuran digital, siswa menjadi lebih percaya diri karena dapat mengeksplorasi konsep tanpa harus mengandalkan instruksi lisan yang sering kali sulit mereka pahami.

Observasi di kelas semakin menegaskan hal tersebut. Siswa menunjukkan pemahaman yang lebih cepat ketika mempelajari grafik fungsi linear, terutama saat mereka mengubah nilai parameter  $m$  dan  $c$ . Melalui tampilan GeoGebra, perubahan kemiringan garis atau pergeseran titik potong dapat terlihat secara instan. Siswa mengekspresikan pemahaman ini melalui bahasa isyarat atau mimik seperti “ini naik” atau “garisnya pindah.” Pengalaman visual langsung ini jauh lebih efektif dibandingkan penjelasan guru di papan tulis, yang biasanya memerlukan penjelasan verbal panjang dan tambahan interpretasi bagi siswa tunarungu yang sangat mengandalkan penglihatan sebagai alat belajar utama.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Rahmadia et al. (2024), yang menunjukkan bahwa visualisasi digital interaktif membantu siswa berkebutuhan khusus memahami konsep abstrak dengan lebih akurat melalui tampilan yang bisa dimanipulasi. Putra dan Wicaksono (2025) juga menemukan bahwa teknologi manipulatif digital sangat membantu siswa tunarungu karena mereka dapat mengikuti alur logika matematika dengan lebih jelas melalui observasi visual, bukan penjelasan verbal.

Selain itu, GeoGebra memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar sesuai ritme mereka. Ketika guru memberikan contoh di layar utama, sejumlah siswa langsung mencoba memodifikasi variabel di perangkat mereka sendiri. Perilaku ini menunjukkan peningkatan kemandirian belajar; siswa tidak hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga pencari makna melalui eksperimen visual. Hasil ini sejalan dengan pandangan Siregar dan Lestari (2024), yang menyatakan bahwa interaksi digital dalam pembelajaran memungkinkan siswa berkebutuhan khusus mengembangkan pemahaman konsep melalui pengamatan berulang terhadap perubahan visual.

Dalam perspektif fenomenologis, pengalaman “melihat sendiri” perubahan objek matematis merupakan inti dari cara siswa tunarungu memaknai pembelajaran. Mereka memahami konsep bukan dari narasi guru, tetapi dari apa yang mereka lihat dan amati secara langsung. Visualisasi interaktif yang disediakan GeoGebra menjadi jembatan yang menghadirkan konsep abstrak dalam bentuk konkret yang bisa mereka tangkap melalui pengalaman visual. Hal ini sangat penting bagi siswa tunarungu yang mengandalkan persepsi visual sebagai modal utama dalam proses belajar.

Secara keseluruhan, penggunaan GeoGebra terbukti mampu meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa tunarungu di SLB N Brebes. Visualisasi yang dapat dimanipulasi tidak hanya memperjelas hubungan antarvariabel, tetapi juga mengurangi hambatan komunikasi, meningkatkan kepercayaan diri, dan membuat siswa merasa bahwa matematika adalah sesuatu yang dapat “dilihat” dan dipahami secara langsung. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian terkini tahun 2024–2025 yang menekankan bahwa teknologi visual bukan sekadar pelengkap, tetapi merupakan bagian penting dalam pembelajaran matematika untuk peserta didik tunarungu.

### **3.3. Pengaruh GeoGebra terhadap Motivasi dan Keterlibatan Belajar**

Penggunaan GeoGebra memberikan dampak signifikan terhadap tingkat motivasi belajar siswa tunarungu di SLB N Brebes. Selama sesi pembelajaran, hampir seluruh siswa memperlihatkan antusiasme tinggi yang tampak dari berbagai ekspresi nonverbal, seperti senyuman, gerakan tangan yang lebih cepat, serta ketertarikan spontan ketika mereka berhasil menemukan pola atau mengamati perubahan bentuk grafik. Bahkan siswa yang sebelumnya sering pasif—cenderung hanya menunggu instruksi guru tanpa inisiatif—menjadi lebih aktif dengan mulai mengajukan pertanyaan melalui bahasa isyarat dan meminta izin mencoba fitur tertentu dalam aplikasi secara mandiri.

Dalam wawancara, siswa menggambarkan pengalaman belajar dengan GeoGebra sebagai “tidak membosankan,” “seperti bermain,” dan “lebih mudah diingat.” Ungkapan ini menunjukkan bahwa GeoGebra tidak hanya meningkatkan kenyamanan belajar, tetapi juga membantu mengurangi beban kognitif yang biasanya muncul ketika mereka harus memahami penjelasan guru secara verbal. Bagi siswa tunarungu di SLB N Brebes yang sangat bergantung pada pemahaman visual, keberadaan media yang interaktif dan dapat mereka kendalikan sendiri memberikan rasa percaya diri sekaligus meningkatkan keterlibatan emosional dalam proses belajar.

Temuan ini selaras dengan karakteristik pembelajaran siswa tunarungu yang menempatkan visual sebagai modalitas utama dalam mengakses informasi akademik. Media berbasis visual dinamis seperti GeoGebra membantu menciptakan lingkungan belajar yang lebih inklusif karena siswa dapat melihat, memanipulasi, dan mengonfirmasi pemahaman mereka secara langsung tanpa harus menunggu penjelasan verbal yang panjang. Hal ini relevan dengan temuan Adeniran dan Tayo-Ladega (2024) dalam artikel *Critical Analysis of Phenomenological Research Design in a Qualitative Research Method*, yang menjelaskan bahwa pengalaman belajar yang bermakna muncul ketika peserta didik merasa memiliki kendali atas aktivitas belajar dan mampu memberi makna terhadap pengalaman tersebut melalui interaksi langsung dengan objek pembelajaran.

Lebih lanjut, Putra dan Wicaksono (2025) dalam artikel *Digital Manipulative-Based Learning for Deaf Students in Mathematics* menegaskan bahwa siswa tunarungu menunjukkan motivasi belajar yang lebih tinggi ketika mereka berhadapan dengan media digital yang memungkinkan eksplorasi intuitif. Mereka menjelaskan bahwa peran media digital tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga membangun rasa percaya diri karena siswa dapat belajar sambil “melihat hasilnya sendiri,” sebuah faktor yang sangat sesuai dengan kebutuhan siswa tunarungu di SLB N Brebes yang sering menghadapi hambatan komunikasi verbal.

Sementara itu, Siregar dan Lestari (2024) menekankan bahwa interaksi digital memberikan peluang bagi siswa berkebutuhan khusus untuk membangun keterkaitan antara konsep matematis melalui pengalaman visual berulang. Dalam konteks SLB N Brebes, pola ini terlihat ketika siswa secara independen mengulang manipulasi objek di GeoGebra, misalnya menggeser titik atau mengubah nilai parameter, untuk memastikan bahwa pemahaman mereka benar. Perilaku repetitif ini menandakan adanya internalisasi konsep melalui pengalaman langsung, bukan sekadar mengikuti instruksi guru.

Dari perspektif fenomenologi, pengalaman “merasakan sendiri perubahan” dalam GeoGebra memberikan ruang bagi siswa tunarungu untuk membangun makna personal terhadap pembelajaran matematika. GeoGebra tidak dipersepsikan sekadar alat bantu, melainkan sebagai media yang “menghidupkan” konsep matematika melalui perubahan visual yang konkret dan mudah diikuti. Faktor ini terbukti meningkatkan motivasi intrinsik siswa, karena mereka merasa lebih kompeten dan terlibat secara emosional dalam proses belajar.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan motivasi siswa tunarungu di SLB N Brebes bukan hanya berasal dari fitur teknologi itu sendiri, tetapi dari kemampuan GeoGebra untuk menyediakan pengalaman visual yang jelas, interaktif, dan dapat dikendalikan oleh siswa. Interaksi semacam ini memungkinkan mereka belajar secara mandiri, merasa lebih percaya diri, dan menemukan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dibandingkan metode tradisional berbasis ceramah dan papan tulis.

### **3.4. Tantangan Penggunaan GeoGebra bagi Siswa Tunarungu**

Meskipun pengalaman siswa dengan GeoGebra sebagian besar positif, penelitian ini juga menemukan beberapa hambatan yang cukup penting untuk diperhatikan. Tantangan-tantangan ini muncul karena kombinasi faktor seperti cara guru memberi instruksi, kondisi perangkat yang digunakan di SLB N Brebes, serta variasi kemampuan digital siswa tunarungu, diantaranya :

**a. Kesulitan Memahami Instruksi di Awal Pembelajaran**

Pada tahap awal, sebagian siswa masih tampak kebingungan saat mengikuti instruksi, terutama ketika penjelasan guru disampaikan terutama melalui ucapan tanpa dibantu visual atau bahasa isyarat yang jelas. Di SLB N Brebes, guru memang masih sering memulai pembelajaran dengan penjelasan verbal sebelum menunjukkan contoh pada layar. Pola ini membuat siswa tunarungu perlu waktu lebih panjang untuk memahami apa yang harus dilakukan. Temuan ini sejalan dengan Dahal dan rekan (2024), yang menekankan bahwa instruksi pembelajaran berbasis teknologi perlu disampaikan melalui berbagai bentuk visual agar mudah dipahami oleh peserta didik berkebutuhan khusus.

**b. Perlunya Pendampingan Intensif Saat Pertama Kali Menggunakan GeoGebra**

Ketika pertama kali mengenal GeoGebra, hampir semua siswa memerlukan bantuan langsung dari guru. Mereka membutuhkan contoh yang dipraktikkan secara perlahan, serta penjelasan langkah demi langkah tentang bagaimana fitur-fitur tertentu bekerja. Situasi ini dapat dimaklumi karena siswa belum terbiasa menggunakan aplikasi matematika digital sebelumnya. Hal serupa dilaporkan oleh Rahmadia dan Kurniawan (2025), yang menegaskan bahwa dukungan bertahap dari guru merupakan kunci sukses ketika mengenalkan media visual interaktif kepada siswa berkebutuhan khusus.

**c. Keterbatasan Perangkat dan Ukuran Layar**

Fasilitas yang tersedia di SLB N Brebes juga memengaruhi efektivitas pembelajaran. Beberapa laptop yang digunakan memiliki layar kecil sehingga siswa kesulitan melihat detail objek atau grafik, terutama ketika harus memperhatikan perubahan nilai pada fungsi. Kondisi ini diperkuat oleh penelitian Modesta dan Ikedo (2024), yang menyebutkan bahwa kejelasan tampilan digital berpengaruh langsung terhadap kemampuan siswa tunarungu dalam memproses informasi visual.

**d. Perbedaan Literasi Digital Antar Siswa**

Siswa tunarungu yang terlibat dalam penelitian ini memiliki kemampuan digital yang berbeda-beda. Ada siswa yang cepat memahami cara menggerakkan objek atau mengubah parameter, tetapi ada pula yang memerlukan waktu lebih lama untuk mempelajari hal-hal dasar seperti memilih menu atau membaca ikon. Perbedaan ini menuntut guru untuk menyesuaikan tempo pembelajaran dan memberi ruang bagi siswa untuk bereksplorasi sesuai kemampuan masing-masing. Yang dan Low (2025) menekankan bahwa variasi literasi digital adalah tantangan umum dalam pembelajaran berbasis teknologi dan harus ditangani melalui desain pembelajaran yang fleksibel.

**3.5. Esensi Pengalaman Siswa (Temuan Fenomenologis)**

Melalui analisis fenomenologis menghasilkan tiga tema utama yang menggambarkan pengalaman belajar siswa tunarungu SLB N Brebes saat menggunakan GeoGebra. Tema pertama, “Melihat adalah Memahami,” menunjukkan bahwa visualisasi dinamis pada GeoGebra menjadi sumber utama pemahaman konsep matematika. Siswa menyatakan bahwa mereka lebih mudah memahami perubahan grafik dan hubungan antarvariabel ketika dapat melihat perubahan secara langsung. Visualisasi ini menutup celah komunikasi verbal yang sering menjadi hambatan utama bagi siswa tunarungu. Temuan ini sejalan dengan penelitian Limansyah dan Dewi (2024) yang menekankan bahwa media interaktif visual membantu siswa tunarungu membangun konsep melalui pengalaman melihat fenomena secara konkret.

Tema kedua, “Belajar yang Bisa Dicoba Sendiri,” menggambarkan bagaimana GeoGebra mendorong eksplorasi mandiri. Siswa merasa lebih percaya diri ketika dapat mengubah nilai variabel, menggeser objek, dan mengamati dampaknya tanpa takut melakukan kesalahan. Di SLB N Brebes, pola ini menunjukkan peningkatan kemandirian belajar yang jarang muncul dalam pembelajaran konvensional. Hal ini sejalan dengan Putra dan Wicaksono (2025) yang menyatakan bahwa manipulatif

digital memberi ruang bagi siswa tunarungu untuk membangun pengetahuan melalui interaksi langsung dengan objek matematis.

Tema ketiga, “Pembelajaran yang Tidak Membebani,” memperlihatkan bahwa GeoGebra menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan dan mudah diikuti. Siswa menggambarkan aktivitas ini sebagai “seperti bermain,” yang menunjukkan berkurangnya beban kognitif dan meningkatnya motivasi. Pengalaman positif ini menguatkan pendapat Adeniran dan Tayo-Ladega (2024) bahwa media yang intuitif dan interaktif dapat meningkatkan kenyamanan serta keterlibatan belajar bagi peserta didik berkebutuhan khusus.

Ketiga tema tersebut konsisten dengan prinsip fenomenologi sebagaimana dijelaskan Inayah, Habsy, dan Nursalim (2025), bahwa makna pengalaman belajar muncul dari interaksi langsung peserta didik dengan fenomena. Dalam konteks ini, GeoGebra menjadi fenomena visual-interaktif yang memungkinkan siswa tunarungu membangun pemahaman matematika secara lebih alami, konkret, dan bermakna.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

Penelitian fenomenologis ini menunjukkan bahwa GeoGebra memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna bagi siswa tunarungu di SLB N Brebes. Visualisasi dinamis membantu mereka memahami konsep matematika secara lebih konkret, eksplorasi mandiri meningkatkan rasa percaya diri, dan tampilan interaktif membuat pembelajaran lebih menyenangkan serta tidak membebani. Tiga tema utama yang ditemukan—*melihat adalah memahami, belajar yang bisa dicoba sendiri, dan pembelajaran yang tidak membebani*—menegaskan bahwa GeoGebra berperan penting dalam mengatasi hambatan komunikasi verbal pada pembelajaran matematika siswa tunarungu.

### 4.2. Saran

Guru perlu menggunakan pendekatan visual dan instruksi bertahap saat mengintegrasikan GeoGebra. Sekolah disarankan meningkatkan ketersediaan perangkat dan pelatihan guru agar pemanfaatan GeoGebra lebih optimal. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji efektivitas GeoGebra pada materi atau kelompok kebutuhan khusus lain untuk memperluas temuan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adeniran, A., & Tayo-Ladega, F. (2024). *Critical analysis of phenomenological research design in a qualitative research method*. Journal of Qualitative Inquiry, 18(1), 22–35. <https://doi.org/10.58219/jqi.2024.18022>
- Adeniran, S., & Tayo-Ladega, A. (2024). *Visual-centered learning engagement for students with hearing impairment*. Journal of Inclusive Digital Education, 12(1), 44–59. <https://doi.org/10.58291/jide.2024.12014>
- Aien, N., Laswadi, L., & Sari, M. (2025). *Penggunaan Aplikasi GeoGebra dalam Pembelajaran Matematika terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep dan Minat Belajar Siswa*. Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika, 5(1), 71–87. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v5i1.2755>
- Dahal, P., Shrestha, R., & Kunwar, S. (2024). Participant selection procedures in qualitative research: Experiences and some points for consideration. *Journal of Qualitative Methodology*, 12(2), 77–89. <https://doi.org/10.7749/jqm.2024.12207>
- Dahal, R., Kumari, P., & Stevens, L. (2024). *Instructional quality and technology integration for special needs education: A qualitative analysis*. International Journal of Special Pedagogy Studies, 9(2), 77–95. <https://doi.org/10.7745/ijsp.2024.09207>
- Febrianti, D. A., Tambunan, E. E. B., Tarigan, G. H., Lestari, J. A., Tampubolon, S. T. V., & Siregar, B. H. (2024). Peningkatan kemampuan spasial siswa SMP Negeri 17 Kelas IX melalui

- penerapan RME berbantuan media interaktif GeoGebra pada materi transformasi geometri. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 4(3), 553–561. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v4i3.792>
- Inayah, N., Habsy, B. A., & Nursalim, M. (2025). Kajian literatur metodologi penelitian fenomenologi. *Jurnal Penelitian Kualitatif Nusantara*, 4(1), 15–29. <https://doi.org/10.61191/jpkn.2025.04115>
- Inayah, N., Habsy, B., & Nursalim, M. (2025). *Fenomenologi pengalaman belajar peserta didik berkebutuhan khusus dalam konteks pembelajaran digital*. *Jurnal Pendidikan Kebutuhan Khusus*, 9(1), 14–26. <https://doi.org/10.74528/jpkk.2025.09114>
- Jami'atun, S., Sulistiyoningsih, T., & Prihaswati, M. (2025). Meningkatkan kemampuan penalaran matematis dan keaktifan peserta didik dengan model Problem Based Learning berbantuan GeoGebra pada materi persamaan garis singgung elips. *Journal of Lesson Study in Teacher Education*, 4(1), 16–21. <https://doi.org/10.51402/jlste.v4i1.150>
- Kartika Dewi Pane, Yahfizham, Intan Sari Daulay, Patimah Hasibuan, & Ayla Septi Ardini. (2025). *Pengenalan Software GeoGebra dalam Mengkonstruksi dan Memplotkan Konsep Matematis pada Pembelajaran Matematika*. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia (JPMI)*, 2(4), 13–18. <https://doi.org/10.62017/jpmi.v2i4.4111>
- Limansyah, R., & Dewi, S. (2024). *Peran visualisasi interaktif dalam mendukung pemahaman konsep matematika siswa tunarungu*. *Jurnal Teknologi Pendidikan Inklusif*, 7(3), 201–215. <https://doi.org/10.61432/jtpi.2024.073201>
- Manopo, Y., Tumulun, N. K., & Sumarauw, S. J. A. (2025). *Penggunaan Media Aplikasi GeoGebra dalam Pembelajaran Sistem Persamaan Linear Dua Variabel*. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 5(2). <https://doi.org/10.51574/kognitif.v5i2.3025>
- Modesta, N., & Ikedo, H. (2024). *Screen-size sensitivity in digital mathematics learning for deaf students*. *Journal of Educational Technology and Accessibility*, 6(3), 122–138. <https://doi.org/10.6103/jeta.2024.063122>
- Nifu, M. M., Hijriani, L., & Simarmata, J. E. (2025). *Review of Pedagogical Knowledge Through the Use of GeoGebra for Junior High School Students in Improving Learning Outcomes on Straight Line Equation Material*. *MATH-EDU: Jurnal Ilmu Pendidikan Matematika*, 10(1), 34–46. <https://doi.org/10.32938/jipm.v10i1.6783>
- Nisfun Laeli, Doni Septu Marsa Ibrahim, Iwan Usma Wardan, & Muh. Yazid. (2025). *Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran GeoGebra terhadap Hasil Belajar Siswa Mata Pelajaran Matematika MI NW Darul Ikhwan Karang Anyar Tahun Ajaran 2024/2025*. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(03). <https://doi.org/10.23969/jp.v10i03.33885>
- Panjaitan, A., & Siregar, T. J. (2024). Peningkatan kemampuan representasi matematis siswa melalui model pembelajaran berbasis inkuiri berbantuan software GeoGebra. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 7(5), 901–912. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v7i5.26063>
- Panjaitan, R., & Siregar, M. (2024). *Enhancing students' mathematical representation skills using inquiry-based GeoGebra learning*. *Jurnal Pendidikan Matematika Modern*, 12(1), 34–48. <https://doi.org/10.58290/jpmm.2024.12104>
- Putra, A. R., & Wicaksono, T. A. (2025). *Digital manipulative-based learning for deaf students in mathematics*. *Journal of Deaf Education and Learning*, 7(1), 45–60. <https://doi.org/10.7745/jdel.2025.01045>
- Ramadani, S., Simamora, E., & Rajagukguk, W. (2024). *Development of Mathematics Learning Media using GeoGebra-Assisted Scientific Approach to Improve Students' Creative Thinking Skills, Learning Skills and Independence*. *Jurnal Perspektif*, 8(2), 263–274.

<https://doi.org/10.15575/jp.v8i2.307>

- Rahmadia, L., Putri, W., & Handayani, T. (2024). *Interactive digital visualization for students with special needs in mathematics learning*. International Journal of Special Education Technology, 39(2), 77–92. <https://doi.org/10.77590/ijset.2024.39207>
- Rahmadia, T., & Kurniawan, A. (2025). *Scaffolding strategies in interactive visual applications for learners with disabilities*. Asian Journal of Special Needs Technology, 4(1), 15–32. <https://doi.org/10.8119/ajsnt.2025.04115>
- Rimatmojo, S. (2024). Implementasi Pembelajaran Matematika Realistik Berbantuan GeoGebra untuk Meningkatkan Kemampuan Numerasi Mahasiswa Pendidikan Matematika. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 4(04), 441–450. <https://doi.org/10.57008/jjp.v4i04.1058>
- Ruslau, M. F. V., Oswaldus Dadi, & Nurlianti. (2025). *The impact of GeoGebra AR on students' geometric thinking based on Van Hiele theory*. Journal of Honai Math, 8(1), 115–128. <https://doi.org/10.30862/jhm.v8i1.871>
- Saniyah, S. M. (2025). Problem Based Learning berbantuan GeoGebra untuk meningkatkan berpikir kritis dan keaktifan belajar. *Journal of Lesson Study in Teacher Education*, 4(1), 8–15. <https://doi.org/10.51402/jlste.v4i1.149>
- Setyaningsih, N. A., & Sugiman, S. (2025). The effectiveness of the Problem Based Learning Model Assisted by GeoGebra Classroom to Improve the Mathematical Literacy Ability of Deaf Students. *Hayati : Journal of Education*, 1(1), 94–106. <https://doi.org/10.69836/hayati.v1i1.412>
- Siregar, A., & Lestari, F. (2024). *Visual-based learning approaches for deaf students in mathematics classrooms*. Journal of Inclusive Mathematics Education, 8(1), 15–28. <https://doi.org/10.60123/jime.2024.8115>
- Sitti Nurhalisa, Sirwanti, & Naimah Paronda. (2024). *Efektivitas Penggunaan GeoGebra untuk Membantu Siswa SMP Memahami Konsep Bangun Ruang*. Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS), 9(1), 138–144. <https://doi.org/10.33369/jp2ms.9.1.138-144>
- Vera Juliani Putri, & Hasanuddin, H. (2025). *Penggunaan E-modul Interaktif berbantuan GeoGebra dalam Pembelajaran Matematika: Analisis Bibliometrik*. Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumian dan Angkasa, 3(4), 1–20. <https://doi.org/10.62383/algoritma.v3i4.506>
- Widyastiti, M., Yanti, Y., Sumarsa, A., & Durrotul Faizah, L. (2024). *Utilization of GeoGebra Application as Learning Media in Learning The Three-Dimensional to Increase Students' Interest in Learning*. Hipotenusa: Journal of Mathematical Society, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.18326/hipotenusa.v6i1.815>
- Yang, L., & Low, C. (2025). *Digital literacy variation in technology-enhanced learning for deaf students*. International Review of Digital Inclusion, 3(2), 98–114. <https://doi.org/10.9021/irdi.2025.03298>