



Dampak Pengembangan Teknologi Asistif terhadap Layanan Pendidikan Berbasis IPTEK bagi Individu Tunanetra

Misbahul Arifin^{1*}, Abdul Rahman², Ravik Karsidi³ 

^{1,2,3} Program Magister Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received January 05, 2024

Accepted April 10, 2024

Available online April 25, 2024

Kata Kunci:

Teknologi Asistif, Layanan Pendidikan, Tunanetra

Keywords:

Assistive Technology, Education Services, Visually Impaired



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

Copyright © 2024 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Pada sekolah inklusif, terkadang belum sepenuhnya mampu memberikan akomodasi bagi peserta didik tunanetra, sehingga peserta didik tunanetra kesulitan dalam belajar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak pengembangan teknologi asistif terhadap peningkatan layanan pendidikan berbasis IPTEK bagi individu tunanetra. Penelitian ini termasuk penelitian kualitatif dengan menggunakan metode studi *literature* melalui *review* artikel atau penelitian terdahulu. Pencarian tahap pertama terkumpul 311 artikel yang membahas tentang teknologi asistif. Identifikasi berikutnya dilakukan dengan melihat judul, abstrak dan latar belakang. Penyaringan terakhir yaitu memfokuskan topik pada tahap efektivitas dan pengembangan sehingga menghasilkan 10 artikel untuk direview. Analisis data menggunakan meta sintesis dengan pendekatan metaetnografi yaitu penguatan kemampuan membaca pra dan permulaan Braille dalam konteks Indonesia. Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat manfaat dari teknologi asistif bagi individu tunanetra baik dalam pembelajaran maupun orientasi dan mobilitas. Selain itu, teknologi asistif juga dapat meningkatkan layanan pendidikan berbasis IPTEK bagi siswa tunanetra. Dengan demikian, disimpulkan bahwa teknologi asistif memiliki dampak positif terhadap pembelajaran bagi siswa tunanetra. Implikasi dari penelitian ini adalah bahwa pengembangan dan penerapan teknologi asistif dapat membantu meningkatkan layanan pendidikan bagi individu tunanetra di lingkungan sekolah inklusif.

ABSTRACT

In inclusive schools, sometimes they are not fully able to provide accommodation for blind students, so that blind students have difficulty learning. This research aims to analyze the impact of the development of assistive technology on improving science and technology-based educational services for blind individuals. This research includes qualitative research using literature study methods through reviewing articles or previous research. The first stage of the search collected 311 articles discussing assistive technology. Next identification is done by looking at the title, abstract and background. The final filtering focused on topics at the effectiveness and development stages, resulting in 10 articles for review. Data analysis uses meta-synthesis with a metaethnographic approach, namely strengthening pre- and beginning Braille reading skills in the Indonesian context. The results in this study show that there are benefits from assistive technology for blind individuals both in learning and orientation and mobility. Apart from that, assistive technology can also improve science and technology-based educational services for blind students. Thus, it is concluded that assistive technology has a positive impact on learning for blind students. The implication of this research is that the development and application of assistive technology can help improve educational services for blind individuals in inclusive school environments.

1. PENDAHULUAN

Kehilangan atau berkurangnya daya penglihatan, mengharuskan siswa dengan hambatan penglihatan, guru dan lingkungan belajar hendaknya mengembangkan kegiatan *literacy*. Kegiatan *literacy* dapat diterapkan setiap hari dan guru memberikan kata-kata kunci sebagai penguatan pemahaman serta membuat bahan ajar kontekstual (Bilal Salih & Kakizawa, 2023; Wanja et al., 2021). Siswa dengan hambatan penglihatan perlu inisiatif lebih tinggi untuk memahami informasi dari lingkungan sekitar melalui indera perabaan meskipun hal itu sulit dilakukan karena memiliki tiga aspek keterbatasan (Baldwin et al., 2015; Fowler et al., 2019). Aspek yang menjadi keterbatasan anak tunanetra yaitu kognitif, orientasi mobilitas dan interaksi sosial. Anak tunanetra membutuhkan keterampilan komunikasi untuk berinisiatif mengajukan pertanyaan tentang suatu hal (ekspresif) dan kemampuan memahami penjelasan dari orang lain secara verbal (reseptif). Berdasarkan penjabaran tersebut dapat disimpulkan bahwa karakteristik belajar siswa dengan hambatan penglihatan menggunakan beberapa media seperti audio, dria taktual dan huruf braille. Dengan berkembangnya media ajar yang beralih ke media digital, maka

*Corresponding author.

E-mail addresses: misbaul907@gmail.com (Misbahul Arifin)

perlu dikembangkan media ajar digital bagi siswa dengan hambatan penglihatan melalui teknologi asistif. Teknologi asistif adalah teknologi yang dikembangkan, sebagai alat bantu bagi individu penyandang disabilitas untuk menjalankan fungsi yang mungkin sulit atau tidak mungkin dilakukan. Teknologi asistif mengacu pada perangkat keras dan perangkat lunak yang dirancang untuk membantu penyandang disabilitas. Penelitian terdahulu menyatakan bahwa teknologi asistif merupakan barang atau peralatan apa pun yang diperoleh secara komersial atau dibuat secara khusus dan digunakan untuk meningkatkan atau mempertahankan kemampuan fungsional orang-orang yang memiliki hambatan tertentu, seperti bergerak dan melihat (D. W. Smith & Kelly, 2014; Wong & Law, 2016). Teknologi Asistif adalah istilah yang umumnya mencakup alat bantu, adaptif, dan rehabilitasi untuk individu dengan disabilitas dan mencakup hampir semua hal yang mungkin digunakan untuk mengkompensasi kurangnya kemampuan tertentu (Desmond et al., 2018; MacLachlan et al., 2018). Teknologi Asistif berkisar mulai dari perangkat berteknologi rendah seperti kruk atau pegangan khusus untuk pena, hingga barang yang lebih canggih seperti alat bantu dengar dan kacamata, ke perangkat berteknologi tinggi seperti komputer dengan perangkat lunak khusus untuk membantu membaca penderita disleksia. Beberapa jenis teknologi asistif menyediakan bantuan fisik, sementara yang lain memberikan bantuan bermanfaat bagi individu dengan ketidakmampuan belajar (Lersilp et al., 2016; Perelmutter et al., 2017).

Hasil penelitian serupa menyatakan bahwa teknologi asistif juga dapat menjadi sarana untuk mengatasi kesulitan dalam pembelajaran matematika bagi siswa tunanetra (Daroni et al., 2018; Rosita et al., 2022). Berdasarkan hasil dari berbagai penelitian, maka diketahui bahwa teknologi asistif sangat penting untuk anak berkebutuhan khusus tunanetra. Oleh karena itu, penting pula untuk mengetahui terkait peran teknologi asistif yang dapat menjadi penunjang kemandirian tunanetra dalam proses belajar. Kemandirian belajar menjadi aspek yang menentukan keberhasilan dalam belajar (Delyana, 2021; Indah & Farida, 2021). Ketika siswa memiliki kemandirian belajar yang tinggi, maka siswa akan berusaha bertanggung jawab terhadap kemajuan prestasinya, mengatur diri sendiri, memiliki inisiatif yang tinggi dan dorongan yang kuat untuk selalu mengukir prestasi (Kumalasiwi, 2023; Pratiwi et al., 2021). Adanya kemandirian belajar juga akan melatih dan menumbuhkan kepercayaan diri (Rahmadani et al., 2017; Sutama & Suranata, 2015). Belajar yang diikuti kemandirian akan mendorong siswa untuk melaksanakan kegiatan belajarnya dengan penuh tanggung jawab, kemauan yang kuat, dan memiliki disiplin yang tinggi sehingga prestasi belajar akan dapat dicapai dengan maksimal (Azwa & Laili, 2023; Fitria et al., 2023). Adanya kemandirian dalam belajar bukan berarti siswa belajar sendiri, akan tetapi siswa mampu belajar dengan inisiatifnya sendiri tanpa paksaan dari siapapun (Novalia & Noer, 2019; Simatupang et al., 2019). Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat diketahui bahwa kemandirian belajar merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan siswa dalam belajar, sehingga sikap mandiri sangat penting dimiliki bagi siapa saja yang ingin mencapai kesuksesan dalam hidupnya. Berdasarkan latar belakang masalah inilah peneliti ingin melakukan analisis terkait dampak teknologi asistif terhadap hasil belajar siswa dengan hambatan penglihatan dalam sektor pendidikan formal.

Teknologi Asistif (TA) diperlukan dalam pembelajaran ABK sebagai bagian dari adaptasi bahan instruksional (Fidan et al., 2014; Nur'aisah et al., 2022; Padmadewi et al., 2023). Penggunaan TA bertujuan memajukan, memelihara, atau memberi bantuan siswa berkebutuhan khusus agar dapat mengatasi hambatan baik karena keterbatasan fisik maupun sosial-budaya (Daramola, 2022; Rosita et al., 2020). TA memiliki potensi besar dalam menyediakan akses pendidikan bagi anak berkebutuhan khusus (ABK) untuk dapat berpartisipasi dalam pendidikan. Akses pendidikan yang meningkat ditandai berkurangnya hambatan ABK untuk belajar lebih mudah dan efisien (Dapa, 2022; Ediyanto et al., 2021; Ludlow, 2014). TA selain digunakan untuk mengatasi hambatan disabilitas siswa dengan kebutuhan khusus berpeluang menciptakan integrasi sosial melalui sikap saling toleransi dan menghargai perbedaan jika digunakan secara universal (Clarkson & Coleman, 2015; R. O. Smith et al., 2018). Dalam UUD 1945 bahwa setiap warga negara diberikan hak untuk memperoleh pendidikan yang sama. Tidak terkecuali ABK. Sehingga menjadi kewajiban bersama untuk memberikan dukungan agar setiap warga negara memperoleh layanan pendidikan yang tidak diskriminatif. Salah satu bentuk layanan pendidikan yang tidak diskriminatif adalah pendidikan berbasis inklusif.

Novelty dari penelitian ini terletak pada pendekatan penggunaan teknologi asistif dalam pembelajaran bagi siswa tunanetra di lingkungan sekolah inklusif. Penelitian ini menyoroti pentingnya integrasi teknologi asistif untuk membantu siswa tunanetra dalam mengakses informasi secara efektif dan efisien, terutama dalam lingkungan digital. Siswa dengan hambatan penglihatan memiliki beberapa hambatan dalam memperoleh informasi dalam bentuk digital, terutama apabila belum memiliki kecakapan dalam penggunaan teknologi informasi dan komunikasi yang baik, sehingga tidak semua siswa tunanetra terbiasa menggunakan teknologi secara asistif maksimal, dikarenakan kemampuan individu tunanetra yang berbeda-beda, melihat dari permasalahan ini Pembelajaran menggunakan teknologi asistif bagi siswa Tunanetra dianggap penting karena tunanetra lebih cepat mendapatkan informasi yang baru

melalui perangkat, daripada pengguna tanpa hambatan penglihatan. Sehingga dengan perangkat yang sederhana dan sering dipakai tunanetra akan memberikan kemudahan untuk mengakses bahan ajar dan informasi yang lain dengan mudah dan singkat melalui audio yang dihasilkan dari komputer/laptop tersebut. Selain itu, bagi penyandang tunanetra identik dengan seorang guru yang akan membantu proses belajar. Siswa tunanetra yang tidak dapat menulis braille perlu mendatangkan guru pendamping khusus untuk membantu membacakan materi dan soal di buku. Namun, siswa tunanetra yang selalu didampingi dirasa tidak efektif dan efisien. Oleh karena itu, penggunaan media berbasis audio menjadi alternatif penting untuk menanggulangi permasalahan tersebut. Siswa tunanetra sesungguhnya tidak berbeda dengan siswa non disabilitas lainnya. Oleh karena itu, peran guru sangat penting dalam pembelajaran terhadap perilaku inatensi pada ABK. Dimana guru dituntut menjadi pribadi yang dapat mendisiplinkan siswa, membantu siswa yang mengalami kesulitan belajar, membimbing siswa dalam menyelesaikan permasalahan pada proses pembelajaran, dan menjadi pribadi yang mampu mengasah keterampilan siswa ABK sesuai dengan potensi dirinya.

2. METODE

Pendekatan dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian berupa studi literatur. Metode studi *literature* ditempuh melalui *review* artikel atau penelitian terdahulu melalui database scholar.google.com. Identifikasi secara umum mencari artikel yang berkaitan dengan asistif teknologi dalam belajar siswa dengan hambatan penglihatan. Proses pencarian dilakukan dua tahapan yakni penyesuaian kata kunci dan isi artikel pada konteks Indonesia. Kata kunci yang digunakan untuk mencari literatur yaitu “teknologi asistif” AND “siswa tunanetra” OR “hambatan penglihatan”. Pencarian tahap pertama terkumpul 311 artikel yang membahas tentang teknologi asistif. Identifikasi berikutnya dilakukan dengan melihat judul, abstrak dan latar belakang. Pemilihan judul tentang efektivitas, pengembangan media, dampak, dan penggunaan dapat dimasukkan sebagai kategori pemilihan artikel. Proses identifikasi dan penyaringan tersebut menghasilkan 16 artikel. Penyaringan terakhir yaitu memfokuskan topik pada tahap efektivitas dan pengembangan sehingga menghasilkan 10 artikel untuk direview. Artikel terpilih dipublikasikan pada rentang tahun 2016 sampai 2021. Analisis data menggunakan meta sintesis dengan pendekatan metaetnografi yaitu penguatan kemampuan membaca pra dan permulaan Braille dalam konteks Indonesia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Beberapa temuan yang relevan dengan judul yang telah ditemukan yaitu sebagai berikut. **Pertama** penelitian yang dilakukan oleh (Lahav et al., 2016). Penelitian ini menggunakan metode *Agent Based Modeling* dengan Sampel perempuan dengan hambatan penglihatan dengan 8 sesi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kebutuhan sentral siswa dengan hambatan penglihatan : kemampuan untuk mengakses konten kurikulum sains melalui sistem sonifikasi. Dalam penelitian ini, dengan sistem sonifikasi peserta berhasil menyelesaikan tugas kurikuler, pengetahuan konseptual ilmiah sains dan sistem penalarannya menjadi lebih spesifik dan selaras dengan pengetahuan sains. **Kedua**, penelitian yang dilakukan oleh (Flores et al., 2016). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Jumlah sampel 3 siswa dengan hambatan penglihatan dan 3 orang non disabilitas. Penelitian penggunaan sensor smartphone, bagi siswa dengan hambatan penglihatan menunjukkan dampak yang signifikan, dibuktikan dengan penguasaan ruangan dengan jarak beberapa ratus meter, menggunakan tongkat pemandu dan suara melalui smartphone yang mereka pegang. Namun siswa dengan hambatan penglihatan tetap membutuhkan adaptasi dalam memahami instruksi dalam smartphone mereka supaya saat berjalan tidak keluar dari jalur yang ditentukan. **Ketiga**, penelitian yang dilakukan oleh (Tsai et al., 2022). Penelitian ini menggunakan metode RnD. Jumlah sampel 1 komunitas yang terdiri dari beberapa group pemeran. Penelitian ini merancang sistem navigasi dan rekomendasi dengan kesadaran konteks untuk individu tunanetra dengan menggunakan Process for Agent Societies Specification and Implementation (PASSI), yang merupakan suatu *software/* sistem dengan metodologi pengembangan multiagent yang mengikuti kerangka kerja *Foundation for Intelligent Physical Agents*. Dalam penelitian ini, hasilnya adalah Sistem yang dikembangkan memahami kebutuhan pengguna melalui modul kesadaran konteks dan menemukan layanan yang paling sesuai dengan kebutuhan pengguna melalui mekanisme rekomendasi agen. Sistem ini dapat digunakan pada ponsel dan tablet Android dan meningkatkan kemudahan individu tunanetra untuk mendapatkan layanan yang mereka butuhkan. Keempat, penelitian yang dilakukan oleh (Gutiérrez, 2022).

Penelitian ini menggunakan metode RnD. Jumlah sampel 18 siswa tunanetra. Penelitian ini bertujuan untuk merancang *software* yang mengintegrasikan *image recognition* dan *feedback* pada rangkaian stimulasi dengan indra peraba dan respon pendengaran ke dalam rancangannya. Hasil penelitian ini adalah siswa lebih baik dalam permainan dinamis daripada rutinitas penjumlahan dan pengurangan. Studi ini merupakan kontribusi untuk merancang perangkat lunak untuk perangkat berbiaya rendah karena telah diverifikasi bahwa aplikasi jenis ini bekerja pada laptop dan perangkat Raspberry pi. **Kelima**, penelitian yang dilakukan oleh (Hwang et al., 2020). Penelitian ini menggunakan metode Studi literatur. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi peluang teknologi dalam teknologi bantu untuk tunanetra. Dalam penelitian ini menghasilkan, teridentifikasi perangkat yang dapat digunakan, termasuk modul akuisisi sinyal situasi jalan, dan modul kontrol proses data. Penelitian ini bisa menjadi sumber praktis bagi peneliti dan pengembang untuk menerapkan wawasan dalam merencanakan R&D untuk teknologi baru. **Keenam**, penelitian yang dilakukan oleh (Bin Tuwaym & Berry, 2018). Penelitian ini menggunakan metode Studi literatur. Penelitian ini bertujuan untuk memaparkan jenis-jenis teknologi asistif untuk membantu guru dalam kelas, di antaranya adalah *talking google*, *braille reader*, *braille printer*, *braille embosser*, *digital talking book*, *talking four-function calculator*, *OCR system* pada sistem scan. Penggunaan teknologi asistif dapat membantu guru dalam membantu siswa untuk mencapai potensi penuh mereka. Penggunaan metode teknologi yang tepat dapat menghasilkan peningkatan hasil belajar. Penggunaan teknologi asistif ini bergantung pada level penguasaan dan interaksi guru terhadap teknologi itu sendiri.

Ketujuh, penelitian yang dilakukan oleh (Gadiraju et al., 2021). Penelitian ini menggunakan metode Kualitatif deskriptif dengan observasi dan wawancara. Sampel penelitian yaitu guru di Sekolah Tunanetra selama 6 pekan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara teknologi dapat mengintegrasikan keterampilan perilaku, seperti kemandirian, dan mendukung guru dalam memilih strategi pengajaran. Hasil dalam penelitian ini adalah guru untuk siswa tunanetra membutuhkan alat instruksional yang selaras dengan tujuan akademik, perilaku, dan fungsional siswa. Guru mengintegrasikan kemandirian, tanggung jawab, dan keterampilan komunikasi, ke dalam pelajaran akademik dan menekannya sebagai bagian inti dari budaya kelas. Instruksi di bidang akademik, seperti Braille, juga secara bersamaan membangun keterampilan *Expanded Core Curriculum* (ECC). Guru juga menekankan bahwa teknologi di kelas harus mencakup pendengaran yang sesuai umpan balik, monitoring, dan kontrol pendidik, terutama untuk sistem yang mendukung kolaborasi tatap muka dan jarak jauh. **Kedelapan**, penelitian yang dilakukan oleh (Daroni et al., 2018). Penelitian ini menggunakan metode Studi literatur. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi teknologi asistif bagi siswa tunanetra dalam pelajaran matematika. Hasil dalam penelitian ini adalah terdapat beberapa teknologi asistif untuk membantu siswa tunanetra dalam pelajaran matematika, yaitu *Optical Character Recognition (OCR)*, *Descriptive Video Services (DVS)* dalam scanning bahan ajar. Kemudian *Vie Plus Accessible Graphing Calculator* untuk membaca grafik, dan *MathTalk* untuk menerjemahkan masalah matematika menjadi Braille. **Kesembilan**, penelitian yang dilakukan oleh (Oppenheim, 2013). Penelitian ini menggunakan metode RnD dengan jumlah sampel 8 orang. Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan sistem interface yang baru untuk membantu tunanetra dalam mengoperasikan perangkat asing. Sistem bekerja dengan menambahkan sensor sentuh yang memicu tag audio ke kontrol taktil. Sensor sentuh memicu tag audio sebelum kontrol diaktifkan. Dalam penelitian ini membuktikan bahwa teknologi yang dikembangkan bermanfaat bagi pengguna tunanetra saat menggunakan perangkat asing yang kompleks. Kesepuluh, penelitian yang dilakukan oleh (Manjari et al., 2020). Penelitian ini menggunakan metode Kualitatif komparatif. Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan informasi detail mengenai semua perangkat relevan yang dikembangkan untuk tunanetra dan yang dapat dipakai dan digenggam karena umumnya teknologi asistif memerlukan biaya yang mahal atau berat. Beberapa teknologi asistif yang dibuat masih belum aksesibel untuk tunanetra. Dalam menciptakan teknologi asistif, fitur penting adalah *interface* antara pengguna dan sistem bersama dengan skema melalui mana informasi dikirim ke pengguna. Perangkat harus sederhana, dapat dikenakan, dan mudah digunakan sehingga pengguna dapat menggunakannya tanpa banyak usaha.

Pembahasan

Berdasarkan temuan sumber rujukan di atas, menunjukkan, teknologi asistif berbasis digital telah banyak dikembangkan di banyak negara dan juga dikembangkan untuk berbagai macam tujuan dan fungsi seperti pendidikan dan alat bantu mobilitas bagi individu dengan hambatan penglihatan. Pengembangan teknologi asistif tersebut juga harus didasarkan pada analisis kebutuhan dan petunjuk yang benar bagi pengguna, agar ketepatan penggunaan dan hasil yang dimaksudkan melalui teknologi asistif dapat maksimal bagi pengguna. Teknologi Asistif diperlukan dalam pembelajaran ABK sebagai bagian dari adaptasi bahan instruksional (Fidan et al., 2014; Karlsudd, 2017). Penggunaan teknologi asistif bertujuan

memajukan, merehabilitasi, atau memberi bantuan siswa berkebutuhan khusus agar dapat mengatasi hambatan baik karena keterbatasan fisik maupun sosial-budaya (DeBettencourt, 2014; Kauffman, 2015). Teknologi asistif memiliki potensi besar dalam menyediakan akses pendidikan bagi anak berkebutuhan khusus (ABK) untuk dapat berpartisipasi dalam pendidikan. Akses pendidikan yang meningkat ditandai berkurangnya hambatan ABK untuk belajar lebih mudah dan efisien (Dapa, 2022; Ediyanto et al., 2021; Ludlow, 2014). Teknologi Asistif selain digunakan untuk mengatasi hambatan disabilitas siswa dengan kebutuhan khusus berpeluang menciptakan integrasi sosial melalui sikap saling toleransi dan menghargai perbedaan jika digunakan secara universal (Fosch-Villaronga & Özcan, 2020; Langdon et al., 2015). Penggunaan teknologi atau alat bantu belum banyak dimanfaatkan guru dalam kelas inklusif (Cagiltay et al., 2019; Pennazio & Bochicchio, 2022). Tidak maksimalnya penggunaan teknologi asistif disebabkan oleh beberapa hal seperti minimnya pemahaman guru di sekolah luar biasa dan sekolah inklusif tentang penggunaan teknologi asistif, sosialisasi teknologi asistif yang kurang masif dan efektif dan teknologi asistif yang digunakan di sekolah luar biasa dan sekolah inklusi masih tergolong low teknologi (Liu et al., 2015; E. M. Smith et al., 2018). Di negara berkembang Teknologi Asistif untuk pendidikan inklusif belum banyak dimanfaatkan, karena minimnya pengetahuan berbagai pihak baik yang berhadapan dengan ABK di sekolah hingga pengambil kebijakan (E. M. Smith et al., 2023; Visagie et al., 2017). Selama 10 tahun (2006 hingga 2016) dalam penelitian literatur penggunaan teknologi asistif untuk siswa dengan *learning disability* dalam sekolah luar biasa (SLB) dapat meningkatkan produktivitas, navigasi, manajemen waktu, dan penyelesaian tugas (Collins et al., 2014; Morash-Macneil et al., 2018). Penelitian studi literatur yang melibatkan 256 artikel dari tahun 1965 hingga 2009 tentang teknologi bantu yang digunakan oleh siswa disabilitas menyimpulkan teknologi asistif berdampak positif pada kinerja siswa dengan disabilitas tunanetra dalam SLB (Al-Zboon, 2020; Wong & Law, 2016).

Pembahasan penelitian tentang teknologi asistif dalam pembelajaran ABK menunjukkan pentingnya penggunaan teknologi tersebut untuk memajukan, merehabilitasi, dan memberikan bantuan kepada siswa berkebutuhan khusus. Teknologi asistif memiliki potensi besar dalam menyediakan akses pendidikan bagi ABK, mengurangi hambatan belajar, dan menciptakan integrasi sosial melalui sikap saling toleransi. Namun, minimnya pemahaman guru, sosialisasi yang kurang efektif, dan keterbatasan teknologi asistif di sekolah menjadi hambatan dalam pemanfaatannya. Implikasi dari temuan ini adalah perlunya peningkatan pemahaman dan pemanfaatan teknologi asistif dalam pendidikan inklusif untuk mendukung perkembangan siswa ABK. Limitasi penelitian ini termasuk minimnya data tentang efektivitas teknologi asistif dalam konteks pendidikan inklusif serta keterbatasan dalam mengukur dampak sosial dari penggunaan teknologi tersebut. Rekomendasi berdasarkan keterbatasan tersebut meliputi perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengukur efektivitas teknologi asistif secara menyeluruh dan meningkatkan sosialisasi serta pemahaman guru terkait penggunaan teknologi tersebut.

4. SIMPULAN

Berdasarkan studi literatur di atas, teknologi asistif memberikan banyak manfaat untuk siswa tunanetra baik dalam pembelajaran, maupun orientasi dan mobilitas. Teknologi asistif merupakan bagian penting yang mendasar dalam program pembelajaran. Teknologi asistif memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan, terlibat dalam lingkungan akademik, dan berfungsi secara mandiri. Dalam pembelajaran, siswa tunanetra sangat terbantu dengan beberapa teknologi asistif seperti *software speech to text*, *text to speech*, *screen reader*, *image recognition*, dan *sonification system*. Dalam orientasi dan mobilitas, siswa tunanetra dapat menggunakan beberapa teknologi asistif seperti, sensor smartphone, tongkat bersensor, dan sistem navigasi. Jika siswa tunanetra lebih nyaman dalam orientasi dan mobilitas, kemudian juga lebih aksesibel dalam pembelajaran hal tersebut dapat meningkatkan kepercayaan dirinya. Pada akhirnya, kepercayaan diri siswa dapat memberi pengaruh baik untuk pada pengembangan potensi dirinya dan hasil belajarnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Al-Zboon, E. (2020). Perceptions of assistive technology by teachers of students with visual impairments in Jordan. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 114(6), 488–501. <https://doi.org/10.1177/0145482X20971962>.
- Azwa, L., & Laili, A. M. (2023). Character of Student Learning Independence in Mathematics Subjects in Elementary Schools. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 21744–21753. <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i3.9717>.
- Baldwin, L., Omdal, S. N., & Pereles, D. (2015). Beyond stereotypes: Understanding, recognizing, and working with twice-exceptional learners. *Teaching Exceptional Children*, 47(4), 216–225.

- <https://doi.org/10.1177/0040059915569361>.
- Bilal Salih, H. E., & Kakizawa, T. (2023). Assessing the impact of auditory media on Braille reading and writing skills: The case of elementary school students who are blind in Sudan. *British Journal of Visual Impairment*, 41(4), 726–736. <https://doi.org/10.1177/02646196221099156>.
- Bin Tuwaym, S. T., & Berry, A. B. (2018). Assistive Technology for Students With Visual Impairments: A Resource for Teachers, Parents, and Students. *Rural Special Education Quarterly*, 37(4), 219–227. <https://doi.org/10.1177/8756870518773397>.
- Cagiltay, K., Cakir, H., Karasu, N., Islim, O. F., & Cicek, F. (2019). Use of educational technology in special education: Perceptions of teachers. *Participatory Educational Research*, 6(2), 189–205. <https://doi.org/10.17275/per.19.21.6.2>.
- Clarkson, P. J., & Coleman, R. (2015). History of inclusive design in the UK. *Applied Ergonomics*, 46, 235–247. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.03.002>.
- Collins, J. C., Ryan, J. B., Katsiyannis, A., Yell, M., & Barrett, D. E. (2014). Use of portable electronic assistive technology to improve independent job performance of young adults with intellectual disability. *Journal of Special Education Technology*, 29(3), 15–29. <https://doi.org/10.1177/016264341402900302>.
- Dapa, A. N. (2022). Teknologi Asistif Bagi Pembelajaran Online Mahasiswa Berkebutuhan Khusus. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(12), 599–605. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7232800>.
- Daramola, F. O. (2022). Usability of assistive technologies for the learners with hearing impairment in federal college of education. *Indonesian Journal of Community and Special Needs Education*, 2(2), 119–126. <https://doi.org/10.17509/ijcsne.v3i1.44739>.
- Daroni, G. A., Gunarhadi, G., & Legowo, E. (2018). Assistive Technology in Mathematics Learning for Visually Impaired Students. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.24042/tadris.v3i1.2406>.
- DeBettencourt, L. U. (2014). Preparing the next generation of higher education faculty in special education. *The Journal of Special Education Apprenticeship*, 3(1), 1–17. <https://doi.org/10.58729/2167-3454.1029>.
- Delyana, H. (2021). Kemandirian belajar siswa melalui model pembelajaran kooperatif think pair square (TPSq). *Jurnal Absis: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 3(2), 286–296. <https://doi.org/10.30606/absis.v3i2.645>.
- Desmond, D., Layton, N., Bentley, J., Boot, F. H., Borg, J., Dhungana, B. M., & Scherer, M. J. (2018). Assistive technology and people: a position paper from the first global research, innovation and education on assistive technology (GREAT) summit. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(5), 437–444. <https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1471169>.
- Ediyanto, E., Setiawan, A., Handaka, I. B., Rofiah, N. H., & Suhendri, S. (2021). Implementation of Inclusive Education in Learning Process at Senior High School Malang City, Indonesia. *Indonesian Journal of Disability Studies*, 8(1), 179–189. <https://doi.org/10.21776/ub.ijds.2021.008.01.14>.
- Fidan, A., Cihan, H., & Özbey, F. (2014). An important component in successful inclusion practices: Instructional adaptations. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 4894–4898. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1045>.
- Fitria, D., Wolor, C. W., & Marsofiyati, M. (2023). Membuka Formula Keberhasilan Belajar: Kemandirian, Motivasi, dan Dukungan Sosial Sebagai Kunci Untuk Hasil Yang Cemerlang. *Jurnal Insan Pendidikan Dan Sosial Humaniora*, 1(4), 109–126. <https://doi.org/10.59581/jipsoshum-widyakarya.v1i4.1670>.
- Flores, J. V. Z., Rasseneur, L., Galani, R., Rakitic, F., & Farcy, R. (2016). Indoor navigation with smart phone IMU for the visually impaired in university buildings. *Journal of Assistive Technologies*, 10(3), 133–139. <https://doi.org/10.1108/JAT-05-2015-0018>.
- Fosch-Villaronga, E., & Özcan, B. (2020). The progressive intertwinement between design, human needs and the regulation of care technology: the case of lower-limb exoskeletons. *International Journal of Social Robotics*, 12(4), 959–972. <https://doi.org/10.1007/s12369-019-00537-8>.
- Fowler, S. A., Coleman, M. R. B., & Bogdan, W. K. (2019). The state of the special education profession survey report. *Teaching Exceptional Children*, 52(1), 8–29. <https://doi.org/10.1177/0040059919875703>.
- Gadiraju, V., Doyle, O., & Kane, S. (2021). Exploring technology design for students with vision impairment in the classroom and remotely. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445755>.
- Gutiérrez, J. A. T. (2022). Stimulation of Numerical Skills in Children with Visual Impairments Using Image Recognition. *Procedia Computer Science*, 198, 179–184. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.226>.

- Hwang, J., Kim, K. H., Hwang, J. G., Jun, S., Yu, J., & Lee, C. (2020). Technological opportunity analysis: Assistive technology for blind and visually impaired people. *Sustainability*, 12(20). <https://doi.org/10.3390/su12208689>.
- Indah, R. P., & Farida, A. (2021). Pengaruh Kemandirian Belajar Siswa Terhadap Hasil Belajar Matematika. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(1), 41–47. <https://doi.org/10.31316/j.derivat.v8i1.1641>.
- Karlsudd, P. I. (2017). The search for successful inclusion. *Disability, CBR & Inclusive Development*, 28(1), 142–160. <https://doi.org/10.5463/dcid.v28i1.577>.
- Kauffman, J. M. (2015). Opinion on recent developments and the future of special education. *Remedial and Special Education*, 36(1), 9–13. <https://doi.org/10.1177/0741932514543653>.
- Kumalasiwi, P. (2023). Analisis sikap mandiri dalam proses pembelajaran tema 4 hidup bersih dan sehat kelas II SD N Gajahmungkur 04. *COLLASE (Creative of Learning Students Elementary Education)*, 6(3), 455–460. <https://doi.org/10.22460/collase.v6i3.17344>.
- Lahav, O., Chagab, N., & Talis, V. (2016). Use of a sonification system for science learning by people who are blind. *Journal of Assistive Technologies*, 10(4), 187–198. <https://doi.org/10.1108/JAT-11-2015-0032>.
- Langdon, P., Johnson, D., Huppert, F., & Clarkson, P. J. (2015). A framework for collecting inclusive design data for the UK population. *Applied Ergonomics*, 46, 318–324. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.03.011>.
- Lersilp, S., Putthinoi, S., & Chakpitak, N. (2016). Model of providing assistive technologies in special education schools. *Global Journal of Health Science*, 8(1), 36. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v8n1p36>.
- Liu, L., Miguel Cruz, A., Rios Rincon, A., Buttar, V., Ranson, Q., & Goertzen, D. (2015). What factors determine therapists' acceptance of new technologies for rehabilitation – a study using the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT). *Disability and Rehabilitation*, 37(5), 447–455. <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.923529>.
- Ludlow, B. L. (2014). Blurring the line between assistive and mainstream technologies. *Teaching Exceptional Children*, 47(1), 7–7. <https://doi.org/10.1177/0040059914542766>.
- MacLachlan, M., Banes, D., Bell, D., Borg, J., Donnelly, B., Fembek, M., & Hooks, H. (2018). Assistive technology policy: a position paper from the first global research, innovation, and education on assistive technology (GREAT) summit. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(5), 454–466. <https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1468496>.
- Manjari, K., Verma, M., & Singal, G. (2020). A survey on assistive technology for visually impaired. *Internet of Things*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100188>.
- Morash-Macneil, V., Johnson, F., & Ryan, J. B. (2018). A systematic review of assistive technology for individuals with intellectual disability in the workplace. *Journal of Special Education Technology*, 33(1), 15–26. <https://doi.org/10.1177/0162643417729166>.
- Novalia, H., & Noer, S. H. (2019). Pengembangan modul pembelajaran matematika dengan strategi PQ4R untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan kemandirian belajar siswa SMA. *JPPM (Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika)*, 12(1), 51–65. <https://doi.org/10.30870/jppm.v12i1.4854>.
- Nur'aisah, E., Halawati, F., & Destiyanti, I. C. (2022). Pengembangan Teknologi Pembelajaran Tunanetra (Teptun) Berbasis Screen Reader NVDA Pada Mahasiswa Tunanetra. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 4(5), 3879–3886. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v4i5.7224>.
- Oppenheim, M. (2013). Speech and touch enhanced interface for visually impaired users. *Journal of Assistive Technologies*, 7(3), 149–159. <https://doi.org/10.1108/JAT-11-2012-0038>.
- Padmadewi, N. N., Artini, L. P., Sindu, I. G. P., Shanmuganathan, T., Suarcaya, P., & Dewi, K. S. (2023). Instructional Media for Autistic Spectrum Disorder (ASD) Children: A Study on Need Analysis. *Journal of Education Research and Evaluation*, 7(3), 477–491. <https://doi.org/10.23887/jere.v7i3.61558>.
- Pennazio, V., & Bochicchio, F. (2022). From technologies for a few to technologies for all: analysis of inclusive technologies perception in teachers in training. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 18(1), 23–33. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1135437>.
- Perelmutter, B., McGregor, K. K., & Gordon, K. R. (2017). Assistive technology interventions for adolescents and adults with learning disabilities: An evidence-based systematic review and meta-analysis. *Computers & Education*, 114, 139–163. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.06.005>.
- Pratiwi, G. D., Supandi, S., & Harun, L. (2021). Profil Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Ditinjau Dari Kemandirian Belajar Kategori Tinggi. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 3(1), 78–87. <https://doi.org/10.26877/imajiner.v3i1.7184>.

- Rahmadani, D., Siagian, P., & Napitupulu, E. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa Sma Negeri 2 Binjai. *Paradigma: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(2), 1-5. <https://doi.org/10.24114/paradikma.v12i3.22964>.
- Rosita, T., Nurihsan, J., Juhanaini, J., & Sunardi, S. (2022). Assistive Technology for Dyslexia Students in Elementary School. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 11(2), 353-361. <https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v11i2.36452>.
- Rosita, T., Rochyadi, E., & Sunardi, S. (2020). Teknologi Asistif dalam Pendidikan Inklusif. *COLLASE (Creative of Learning Students Elementary Education)*, 3(6), 301-307. <https://doi.org/10.22460/c.v3i6.6246>.
- Simatupang, J. E., Mirza, R., & El Akmal, M. (2019). Kemandirian belajar ditinjau dari kepercayaan diri. *Persona: Jurnal Psikologi Indonesia*, 8(2), 208-223. <https://doi.org/10.30996/persona.v8i2.2275>.
- Smith, D. W., & Kelly, S. M. (2014). Assistive technology for students with visual impairments: A research agenda. *International Review of Research in Developmental Disabilities*, 46, 23-53. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-420039-5.00003-4>.
- Smith, E. M., Ebuenyi, I. D., Kafumba, J., Jamali-Phiri, M., MacLachlan, M., & Munthali, A. (2023). An overview of assistive technology products and services provided in Malawi. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 18(4), 387-391. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1854356>.
- Smith, E. M., Gowran, R. J., Mannan, H., Donnelly, B., Alvarez, L., Bell, D., & Wu, S. (2018). Enabling appropriate personnel skill-mix for progressive realization of equitable access to assistive technology. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(5), 445-453. <https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1470683>.
- Smith, R. O., Scherer, M. J., Cooper, R., Bell, D., Hobbs, D. A., Pettersson, C., & Bauer, S. (2018). Assistive technology products: a position paper from the first global research, innovation, and education on assistive technology (GREAT) summit. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(5), 473-485. <https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1473895>.
- Sutama, G. A., & Suranata, K. (2015). Penerapan teori Behavioral dengan Teknik Modeling untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa Kelas AK C SMK Negeri 1 Singaraja. *Jurnal Ilmiah Bimbingan Konseling*, 2. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/index/index>.
- Tsai, K. P., Yang, F. C., & Tang, C. Y. (2022). Multiagent mobility and lifestyle recommender system for individuals with visual impairment. *Neuroscience Informatics*, 2(4). <https://doi.org/10.1016/j.neuri.2022.100077>.
- Visagie, S., Eide, A. H., Mannan, H., Schneider, M., Swartz, L., Mji, G., & MacLachlan, M. (2017). A description of assistive technology sources, services and outcomes of use in a number of African settings. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 12(7), 705-712. <https://doi.org/10.1080/17483107.2016.1244293>.
- Wanja, S., Murugami, M., & Bunyasi, B. (2021). Braille literacy levels among learners with visual impairment in special schools in Kenya. *European Journal of Special Education Research*, 7(2), 37-51. <https://doi.org/10.46827/ejse.v7i2.3683>.
- Wong, M. E., & Law, J. S. (2016). Practices of assistive technology implementation and facilitation: Experiences of teachers of students with visual impairments in Singapore. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 110(3), 195-200. <https://doi.org/10.1177/0145482X1611000307>.