



**Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif BAKENA (Belajar Adaptif
Kecakapan Numerasi ABK) untuk Meningkatkan Kemampuan
Numerasi Peserta Didik SDLB Kelas V**

Samsiar

SKH Negeri 1 Kuala kapuas, Indonesia
samsiar03@guru.smk.belajar.id

Abstract

Numeracy is one of the essential competencies that needs to be developed in students with special needs, particularly in Mathematics learning at Special Education Elementary Schools (SDLB). The diversity of student characteristics requires learning media that is adaptive, concrete, interactive, and accessible according to each student's learning needs. This study aims to develop and determine the effectiveness of the BAKENA (Adaptive Learning for Numeracy Skills of Children with Special Needs) Interactive Learning Media in supporting the improvement of numeracy skills of fifth-grade SDLB students on number material 1-200. This study used the Research and Development (R&D) method with stages of needs analysis, design, development, implementation, and evaluation. BAKENA was developed based on HTML with features including materials, numeracy games, exercises, evaluation, feedback, and learning adjustments based on the characteristics of students with Intellectual Disability, Hearing Impairment, Learning Difficulties, Autism, and Low Vision. The media also integrates elements of Central Kalimantan culture through the Betang House, Dayak motifs, local environment, and the Hornbill bird. Implementation results on 9 students showed an increase in numeracy skills after using BAKENA. The average N-Gain was 0.55, in the moderate category, with 7 students in the moderate category and 2 students in the high category. These results indicate that BAKENA can serve as an alternative learning medium that supports the improvement of numeracy skills of SDLB students through an adaptive, interactive, concrete, accessible, and contextual learning approach. Keywords: Interactive Learning Media, Numeracy, Children with Special Needs, BAKENA, Research and Development

Abstrak

Kemampuan numerasi merupakan salah satu kompetensi penting yang perlu dikembangkan pada peserta didik berkebutuhan khusus, khususnya dalam pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar Luar Biasa (SDLB). Keragaman karakteristik peserta didik menyebabkan diperlukan media pembelajaran yang adaptif, konkret, interaktif, dan aksesibel sesuai kebutuhan belajar masing-masing peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengetahui efektivitas Media Pembelajaran Interaktif BAKENA (Belajar Adaptif Kecakapan Numerasi ABK) dalam mendukung peningkatan kemampuan numerasi peserta didik SDLB kelas V pada

materi bilangan 1–200. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. BAKENA dikembangkan berbasis HTML dengan fitur materi, permainan numerasi, latihan, evaluasi, umpan balik, serta penyesuaian pembelajaran berdasarkan karakteristik peserta didik Grahita, Tuna Rungu, Kesulitan Belajar, Autis, dan Low Vision. Media juga mengintegrasikan unsur budaya Kalimantan Tengah melalui Rumah Betang, motif Dayak, lingkungan lokal, dan Burung Enggang. Hasil implementasi terhadap 9 peserta didik menunjukkan adanya peningkatan kemampuan numerasi setelah penggunaan BAKENA. Rata-rata N-Gain sebesar 0,55 berada pada kategori sedang, dengan 7 peserta didik berada pada kategori sedang dan 2 peserta didik berada pada kategori tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa BAKENA dapat menjadi media pembelajaran alternatif yang mendukung peningkatan kemampuan numerasi peserta didik SDLB melalui pendekatan pembelajaran yang adaptif, interaktif, konkret, aksesibel, dan kontekstual.

Kata kunci: Media Pembelajaran Interaktif; Numerasi; Anak Berkebutuhan Khusus; BAKENA; Research and Development

A. PENDAHULUAN

Numerasi merupakan salah satu kompetensi fundamental yang berperan penting dalam mendukung kemampuan peserta didik untuk memahami, menggunakan, dan menalar konsep matematika dalam berbagai konteks kehidupan. Numerasi tidak terbatas pada kemampuan melakukan operasi hitung, tetapi mencakup kemampuan menggunakan pengetahuan matematis untuk mengambil keputusan, memecahkan masalah, menginterpretasikan informasi, dan berpartisipasi secara efektif dalam kehidupan sehari-hari. Dalam konteks pendidikan inklusif, penguatan numerasi menjadi semakin penting karena setiap peserta didik, termasuk peserta didik berkebutuhan khusus (ABK), memiliki hak untuk memperoleh pengalaman belajar yang sesuai dengan potensi, karakteristik, dan kebutuhan individualnya. Pendekatan pembelajaran bagi ABK tidak dapat sepenuhnya disamakan dengan pembelajaran bagi peserta didik pada umumnya karena adanya variasi kemampuan kognitif, sensorik, komunikasi, perhatian, dan pemrosesan informasi yang dapat memengaruhi proses dan hasil belajar.

Pada jenjang Sekolah Dasar Luar Biasa (SDLB), pembelajaran numerasi menghadapi tantangan yang lebih kompleks karena karakteristik peserta didik sangat heterogen. Peserta didik dengan hambatan intelektual membutuhkan pembelajaran yang konkret, bertahap, berulang, dan disertai instruksi sederhana; peserta didik tunarungu membutuhkan dukungan visual dan representasi yang dapat menggantikan ketergantungan terhadap informasi verbal; peserta didik dengan kesulitan belajar memerlukan penyederhanaan prosedur serta umpan balik yang konsisten; peserta didik dengan autisme cenderung membutuhkan struktur pembelajaran yang terprediksi dan minim distraksi; sedangkan peserta didik dengan low vision membutuhkan dukungan

aksesibilitas, seperti ukuran teks yang sesuai, kontras visual, serta navigasi yang sederhana. Keragaman tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran yang bersifat seragam berpotensi belum mampu memberikan akses belajar yang setara bagi seluruh peserta didik. Oleh karena itu, pengembangan media pembelajaran untuk ABK perlu bergeser dari pendekatan yang bersifat one-size-fits-all menuju media yang adaptif, fleksibel, aksesibel, dan berorientasi pada kebutuhan individual.

Transformasi teknologi digital memberikan peluang untuk menjawab kebutuhan tersebut. Media pembelajaran berbasis digital memungkinkan materi disajikan melalui kombinasi teks, gambar, animasi, suara, permainan, latihan, dan umpan balik secara langsung. Karakteristik tersebut memungkinkan peserta didik memperoleh pengalaman belajar melalui berbagai representasi sehingga konsep abstrak dapat dikonstruksi melalui pengalaman yang lebih konkret dan bermakna. Bagi peserta didik berkebutuhan khusus, teknologi digital juga memiliki potensi sebagai instrumen pendukung pembelajaran yang dapat disesuaikan dengan tingkat kemampuan dan karakteristik pengguna. Pitchford et al. (2018), misalnya, menunjukkan bahwa aplikasi interaktif berbasis tablet dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran matematika dasar pada peserta didik dengan special educational needs and disabilities (SEND). Meskipun peserta didik dengan kebutuhan khusus dapat memperoleh kemajuan melalui aplikasi interaktif, penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa tingkat hambatan tertentu dapat memengaruhi kecepatan belajar dan bahwa aplikasi perlu dimodifikasi untuk mengatasi hambatan spesifik pengguna.

Temuan tersebut diperkuat oleh penelitian mengenai penggunaan representasi digital dan manipulatif virtual dalam pembelajaran matematika bagi peserta didik berkebutuhan khusus. Bouck et al. (2020) menemukan bahwa penggunaan virtual manipulatives yang dipadukan dengan strategi pembelajaran eksplisit dapat membantu peserta didik berkebutuhan khusus memperoleh, mempertahankan, dan menggeneralisasikan keterampilan matematika. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa objek matematis yang dapat dimanipulasi secara digital memberikan peluang bagi peserta didik untuk memperoleh pengalaman belajar yang lebih konkret sekaligus memberikan dukungan terhadap proses abstraksi konsep matematika.

Dalam konteks peserta didik dengan hambatan pendengaran, Suarsana (2021) mengembangkan buku matematika digital interaktif berbasis pendekatan multirepresentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan memenuhi kriteria validitas, kepraktisan, dan efektivitas sebagai bahan pembelajaran matematika bagi peserta didik tunarungu. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan teknologi digital yang dirancang dengan mempertimbangkan karakteristik sensorik peserta didik dapat meningkatkan kesesuaian bahan ajar dengan kebutuhan belajar mereka. Dengan demikian, pengembangan media digital untuk ABK bukan hanya persoalan mengubah materi cetak menjadi format elektronik, tetapi memerlukan

desain pedagogis yang secara sengaja mengintegrasikan prinsip aksesibilitas dan karakteristik peserta didik.

Penelitian Park dan Bouck (2022) juga memberikan bukti bahwa virtual manipulatives dapat digunakan dalam pembelajaran matematika bagi individu dengan extensive support needs. Melalui intervensi yang diberikan oleh guru pendidikan khusus, peserta didik mampu memperoleh keterampilan matematika yang menjadi target pembelajaran. Meskipun demikian, penelitian tersebut dilakukan pada jumlah subjek yang sangat terbatas dan berfokus pada keterampilan matematika tertentu, yaitu ekuivalensi pecahan. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dapat efektif apabila dipadukan dengan strategi pembelajaran dan dukungan guru yang sesuai.

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, terdapat beberapa kecenderungan penting. Pertama, penelitian Pitchford et al. (2018) membuktikan potensi aplikasi interaktif dalam mendukung keterampilan matematika peserta didik berkebutuhan khusus, tetapi juga menunjukkan bahwa aplikasi yang belum sepenuhnya disesuaikan dengan hambatan spesifik dapat membatasi efektivitas pembelajaran. Kedua, Suarsana (2021) berhasil mengembangkan media digital multirepresentasi bagi peserta didik tunarungu, tetapi fokus produk masih terbatas pada satu kelompok kebutuhan khusus. Ketiga, Bouck et al. (2020) dan Park dan Bouck (2022) menunjukkan efektivitas manipulatif virtual dalam pembelajaran matematika peserta didik dengan disabilitas, tetapi intervensinya cenderung berfokus pada keterampilan atau materi matematika tertentu serta menggunakan desain penelitian dengan jumlah peserta yang relatif kecil. Dengan demikian, penelitian terdahulu telah memberikan bukti kuat mengenai potensi teknologi digital, aplikasi interaktif, dan manipulatif virtual, tetapi masih terdapat ruang penelitian dalam mengembangkan satu media yang secara simultan mengakomodasi keragaman karakteristik peserta didik SDLB melalui fitur adaptif, aksesibilitas, interaktivitas, dan konteks pembelajaran yang dekat dengan lingkungan peserta didik.

Research gap tersebut menjadi semakin relevan karena peserta didik SDLB tidak berada dalam satu kategori kebutuhan belajar yang homogen. Media yang secara khusus dikembangkan untuk tunarungu, misalnya, belum tentu dapat secara optimal digunakan oleh peserta didik tunagrahita, autisme, kesulitan belajar, atau low vision. Demikian pula, media matematika yang hanya berorientasi pada manipulasi virtual belum tentu menyediakan dukungan aksesibilitas yang memadai bagi peserta didik dengan hambatan sensorik. Oleh sebab itu, masih diperlukan penelitian pengembangan yang tidak hanya menghasilkan media digital interaktif, tetapi juga mengintegrasikan beberapa prinsip desain pembelajaran dalam satu produk, yaitu adaptivitas, aksesibilitas, interaktivitas, pembelajaran konkret, pemberian umpan balik, serta penyederhanaan instruksi sesuai karakteristik peserta didik. Kebutuhan tersebut sejalan dengan prinsip Universal Design for Learning (UDL) yang menekankan pentingnya menyediakan beragam cara dalam merepresentasikan informasi, melibatkan peserta

didik dalam pembelajaran, serta memberikan berbagai bentuk ekspresi untuk menunjukkan hasil belajar.

Selain aspek adaptivitas dan aksesibilitas, konteks pembelajaran juga menjadi elemen penting dalam pengembangan media numerasi. Pembelajaran yang menghubungkan konsep matematika dengan lingkungan dan pengalaman nyata peserta didik berpotensi meningkatkan kebermaknaan belajar. Integrasi budaya lokal ke dalam media digital dapat menjadi salah satu strategi untuk menghadirkan konteks yang lebih dekat dengan kehidupan peserta didik. Dalam konteks Kalimantan Tengah, misalnya, Rumah Betang, motif Dayak, lingkungan alam, dan Burung Enggang dapat digunakan sebagai representasi visual maupun konteks permasalahan matematika. Pendekatan kontekstual tersebut memungkinkan konsep bilangan tidak hanya disajikan sebagai simbol abstrak, tetapi dikaitkan dengan objek, lingkungan, dan pengalaman yang dapat dikenali oleh peserta didik. Dengan demikian, teknologi digital tidak hanya berfungsi sebagai perangkat penyaji materi, tetapi juga sebagai medium untuk membangun pengalaman belajar yang adaptif, kontekstual, dan bermakna.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan melalui pengembangan BAKENA (Belajar Adaptif Kecakapan Numerasi ABK), yaitu media pembelajaran interaktif berbasis HTML yang dirancang secara khusus untuk mengakomodasi keragaman karakteristik peserta didik SDLB. BAKENA tidak hanya memuat materi numerasi, tetapi juga mengintegrasikan permainan, latihan, evaluasi, umpan balik, pengaturan aksesibilitas, penyederhanaan instruksi, serta dukungan visual yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik Grahita, Tunarungu, Kesulitan Belajar, Autis, dan Low Vision. Media ini juga mengintegrasikan unsur budaya lokal Kalimantan Tengah melalui Rumah Betang, motif Dayak, lingkungan lokal, dan Burung Enggang sebagai bagian dari konteks pembelajaran. Dengan karakteristik tersebut, BAKENA diarahkan untuk mengisi celah penelitian berupa kebutuhan akan media numerasi digital yang tidak hanya interaktif, tetapi juga adaptif, aksesibel, konkret, dan kontekstual bagi peserta didik dengan karakteristik kebutuhan khusus yang beragam.

Atas dasar research gap tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) mengembangkan media pembelajaran interaktif BAKENA yang valid, praktis, dan sesuai dengan karakteristik kebutuhan belajar peserta didik berkebutuhan khusus di kelas V SDLB pada materi bilangan 1–200; dan (2) mengetahui efektivitas penggunaan media BAKENA dalam meningkatkan kemampuan numerasi peserta didik kelas V SDLB dengan karakteristik Grahita, Tunarungu, Kesulitan Belajar, Autis, dan Low Vision. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoretis terhadap pengembangan kajian media pembelajaran digital adaptif bagi peserta didik berkebutuhan khusus serta kontribusi praktis bagi guru SDLB dalam menyediakan

alternatif pembelajaran numerasi yang lebih inklusif, interaktif, aksesibel, dan kontekstual.

B. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) yang diarahkan pada pengembangan dan pengujian media pembelajaran interaktif BAKENA (Belajar Adaptif Kecakapan Numerasi ABK). Pemilihan pendekatan R&D didasarkan pada karakteristik penelitian yang tidak hanya bertujuan mengidentifikasi permasalahan pembelajaran, tetapi juga menghasilkan produk pendidikan yang dapat digunakan untuk merespons kebutuhan nyata peserta didik. Dalam penelitian pengembangan pendidikan, proses desain perlu didasarkan pada pemahaman terhadap masalah, karakteristik pengguna, konteks implementasi, serta pengujian empiris terhadap produk yang dikembangkan (Easterday et al., 2018; McKenney & Reeves, 2018).

Secara konseptual, penelitian ini mengadopsi prinsip Educational Design Research (EDR), yaitu pengembangan solusi pendidikan melalui proses yang sistematis, iteratif, responsif terhadap konteks, dan berbasis bukti empiris. Pendekatan tersebut memungkinkan proses pengembangan produk tidak berhenti pada aspek teknis, tetapi mempertimbangkan kesesuaian produk dengan kebutuhan peserta didik dan konteks pembelajaran yang sebenarnya (Lehtonen, 2021; Jacobsen & McKenney, 2023). Dengan demikian, pengembangan BAKENA dilakukan melalui lima tahapan utama, yaitu analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi.

Rangkaian pengembangan tersebut digunakan untuk memastikan bahwa media yang dihasilkan memiliki relevansi pedagogis, aksesibilitas, dan keterpakaian bagi peserta didik berkebutuhan khusus. Prinsip tersebut sejalan dengan kerangka Universal Design for Learning (UDL) yang menekankan pentingnya menyediakan berbagai cara dalam merepresentasikan informasi, melibatkan peserta didik, serta memberikan pilihan dalam tindakan dan ekspresi belajar (CAST, 2024).

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk memperoleh gambaran empiris mengenai kondisi pembelajaran numerasi dan karakteristik peserta didik kelas V SDLB. Analisis dilakukan melalui observasi proses pembelajaran, wawancara dengan guru kelas dan guru pendamping khusus, serta telaah terhadap dokumen asesmen peserta didik. Fokus analisis mencakup karakteristik peserta didik, hambatan dalam memahami konsep bilangan, media yang selama ini digunakan, bentuk pendampingan yang diperlukan, serta kebutuhan terhadap fitur aksesibilitas dalam media pembelajaran.

Tahap ini menjadi dasar dalam menentukan karakteristik produk yang akan dikembangkan. Dalam pengembangan pendidikan, pemahaman terhadap masalah dan konteks pengguna merupakan tahap penting sebelum intervensi dirancang, karena

solusi yang dikembangkan perlu memiliki kesesuaian dengan kebutuhan nyata dan kondisi implementasinya (Easterday et al., 2018; Lehtonen, 2021).

Berdasarkan hasil analisis, ditemukan bahwa pembelajaran numerasi masih banyak menggunakan media cetak dan papan tulis sehingga belum sepenuhnya mengakomodasi keragaman karakteristik peserta didik. Oleh karena itu, media BAKENA dirancang dengan karakteristik adaptif, konkret, interaktif, aksesibel, dan kontekstual.

Tahap perancangan dilakukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Pada tahap ini disusun struktur dan spesifikasi awal media BAKENA yang mencakup materi bilangan 1–200, alur pembelajaran, desain antarmuka, permainan numerasi, latihan soal, evaluasi, sistem umpan balik, serta pengaturan aksesibilitas.

Perancangan media memperhatikan prinsip variasi kebutuhan belajar peserta didik. Bagi peserta didik dengan hambatan penglihatan, misalnya, desain memperhatikan ukuran huruf, kontras, dan keterbacaan. Bagi peserta didik dengan hambatan pendengaran, informasi diperkuat melalui representasi visual dan teks. Sementara itu, bagi peserta didik dengan hambatan intelektual dan kesulitan belajar, materi disajikan secara bertahap dengan instruksi sederhana, pengulangan, dan umpan balik langsung. Untuk peserta didik dengan autisme, struktur tampilan dibuat konsisten dengan meminimalkan distraksi.

Strategi tersebut mengacu pada prinsip UDL yang mendorong penyediaan berbagai bentuk representasi informasi, interaksi, ekspresi, serta dukungan terhadap keberagaman peserta didik (CAST, 2024). Kerangka tersebut secara khusus menekankan akses terhadap teknologi dan materi yang aksesibel serta penyediaan berbagai cara bagi peserta didik untuk memahami dan menunjukkan hasil belajar.

Selain aspek aksesibilitas, media dirancang dengan memasukkan unsur budaya lokal Kalimantan Tengah, meliputi Rumah Betang, motif Dayak, lingkungan lokal, dan Burung Enggang. Integrasi konteks lokal dimaksudkan untuk meningkatkan relevansi materi dan memberikan pengalaman belajar yang lebih dekat dengan lingkungan peserta didik.

Pada tahap pengembangan, rancangan awal direalisasikan menjadi media pembelajaran interaktif berbasis HTML. Produk dikembangkan dengan mengintegrasikan materi numerasi, permainan, latihan, evaluasi, umpan balik otomatis, serta elemen aksesibilitas.

Media BAKENA dirancang agar dapat dijalankan melalui browser pada komputer maupun tablet tanpa memerlukan proses instalasi tambahan. Fitur-fitur tersebut dikembangkan berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya sehingga terdapat keterkaitan antara hasil analisis kebutuhan, desain produk, dan implementasi.

Pengembangan dilakukan secara bertahap melalui proses perbaikan terhadap struktur materi, tampilan antarmuka, navigasi, instruksi, tingkat kesulitan latihan, serta mekanisme umpan balik. Proses pengembangan yang memungkinkan pengujian dan penyempurnaan secara bertahap merupakan salah satu karakteristik penting dalam penelitian desain dan pengembangan pendidikan (McKenney & Reeves, 2018; Burkhardt & Schoenfeld, 2021).

Produk akhir kemudian dipersiapkan untuk tahap implementasi kepada peserta didik kelas V SDLB.

Tahap implementasi dilakukan untuk mengetahui keterlaksanaan penggunaan media dan perubahan kemampuan numerasi peserta didik setelah menggunakan BAKENA. Subjek penelitian terdiri atas 9 peserta didik kelas V SDLB dengan karakteristik kebutuhan khusus yang meliputi tunarungu, tunagrahita, autisme, dan kesulitan belajar. Pemilihan subjek dilakukan berdasarkan kondisi nyata kelas dan karakteristik peserta didik yang menjadi sasaran pengembangan media.

Implementasi menggunakan desain one-group pretest-posttest. Pada tahap awal, peserta didik diberikan pretest untuk memperoleh gambaran kemampuan numerasi sebelum penggunaan media. Selanjutnya, peserta didik mengikuti pembelajaran menggunakan BAKENA. Setelah intervensi selesai, peserta didik diberikan posttest dengan materi yang setara untuk mengetahui perubahan kemampuan numerasi.

Desain pretest-posttest memungkinkan peneliti membandingkan capaian peserta didik sebelum dan sesudah penggunaan produk. Desain serupa telah digunakan dalam penelitian pendidikan untuk mengevaluasi perubahan hasil belajar setelah suatu intervensi pembelajaran diterapkan (Susilawati & Supriyatno, 2020). Namun, karena penelitian ini tidak menggunakan kelompok kontrol dan jumlah subjek relatif kecil, hasil peningkatan diposisikan sebagai bukti awal efektivitas produk dalam konteks terbatas, bukan sebagai bukti kausal yang dapat digeneralisasikan secara luas.

Evaluasi dilakukan untuk menilai perubahan kemampuan numerasi peserta didik berdasarkan hasil pretest dan posttest. Analisis difokuskan pada perubahan skor individual dan peningkatan kemampuan numerasi setelah penggunaan BAKENA.

Peningkatan kemampuan numerasi dihitung menggunakan normalized gain (N-Gain) dengan rumus:

$$g = (\text{Skor posttest} - \text{Skor pretest}) / (\text{Skor maksimum} - \text{Skor pretest})$$

Nilai N-Gain kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori peningkatan, yaitu tinggi ($g \geq 0,70$), sedang ($0,30 \leq g < 0,70$), dan rendah ($g < 0,30$). Analisis N-Gain digunakan untuk memberikan gambaran mengenai tingkat peningkatan relatif yang dicapai peserta didik dari kondisi awal menuju kondisi setelah intervensi.

Dalam interpretasi hasil, N-Gain tidak diposisikan sebagai satu-satunya bukti efektivitas media, tetapi digunakan sebagai indikator perubahan capaian belajar dalam konteks uji coba terbatas. Pendekatan ini penting karena evaluasi terhadap produk

pengembangan pendidikan perlu mempertimbangkan kesesuaian antara desain penelitian, karakteristik subjek, konteks implementasi, dan tujuan evaluasi (Jacobsen & McKenney, 2023).

Subjek penelitian terdiri atas 9 peserta didik kelas V SDLB yang memiliki karakteristik kebutuhan belajar yang beragam, yaitu tunarungu, tunagrahita, autisme, dan kesulitan belajar. Keragaman tersebut menjadi pertimbangan utama dalam pengembangan BAKENA karena produk dirancang untuk mengakomodasi variasi kebutuhan belajar melalui fitur adaptif dan aksesibel. Jumlah subjek yang terbatas merupakan konsekuensi dari konteks penelitian yang dilakukan pada kelas sasaran pengembangan. Oleh karena itu, hasil penelitian terutama dimaksudkan untuk memberikan bukti awal mengenai keterlaksanaan dan potensi efektivitas BAKENA pada konteks tersebut, bukan untuk melakukan generalisasi populasi secara luas.

Instrumen utama penelitian berupa tes kemampuan numerasi yang diberikan dalam bentuk pretest dan posttest. Tes difokuskan pada materi bilangan 1–200 sesuai dengan kompetensi yang menjadi fokus pengembangan media BAKENA. Instrumen digunakan untuk memperoleh data kuantitatif mengenai kemampuan numerasi peserta didik sebelum dan sesudah penggunaan media. Penyusunan instrumen disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan materi pembelajaran sehingga bentuk soal dapat digunakan dalam konteks pembelajaran SDLB. Selain instrumen tes, data kebutuhan pengembangan diperoleh melalui observasi, wawancara dengan guru kelas dan guru pendamping khusus, serta telaah dokumen asesmen peserta didik. Kombinasi sumber data tersebut digunakan untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai kebutuhan pembelajaran sebelum produk dikembangkan.

Data penelitian dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Analisis dilakukan dengan membandingkan skor pretest dan posttest masing-masing peserta didik, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan N-Gain untuk memperoleh gambaran tingkat peningkatan kemampuan numerasi. Analisis individual digunakan karena karakteristik peserta didik relatif heterogen. Dengan demikian, interpretasi hasil tidak hanya didasarkan pada nilai rata-rata kelompok, tetapi juga mempertimbangkan pola perubahan pada masing-masing peserta didik. Pendekatan tersebut relevan dalam penelitian pendidikan inklusif karena variasi karakteristik dan kebutuhan belajar dapat menghasilkan respons yang berbeda terhadap suatu intervensi. Rata-rata N-Gain selanjutnya digunakan untuk menggambarkan kecenderungan peningkatan kemampuan numerasi secara keseluruhan. Hasil analisis kemudian diinterpretasikan bersama dengan karakteristik peserta didik dan konteks implementasi untuk menghindari kesimpulan yang terlalu luas.

Pelaksanaan penelitian memperhatikan konteks pembelajaran dan karakteristik peserta didik berkebutuhan khusus. Penggunaan media dilakukan dalam lingkungan pembelajaran sekolah dengan pendampingan guru sesuai kebutuhan peserta didik.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan metodologis. Pertama, jumlah subjek hanya terdiri atas sembilan peserta didik sehingga daya generalisasi temuan relatif terbatas. Kedua, penelitian menggunakan desain one-group pretest-posttest tanpa kelompok pembanding sehingga perubahan skor belum dapat sepenuhnya diatribusikan kepada penggunaan BAKENA. Ketiga, implementasi masih terbatas pada materi bilangan 1–200 dan satu konteks sekolah. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu melibatkan jumlah peserta didik yang lebih besar, beberapa sekolah dengan karakteristik berbeda, cakupan materi numerasi yang lebih luas, serta desain eksperimen dengan kelompok pembanding. Pengembangan selanjutnya juga perlu melibatkan proses validasi ahli secara lebih formal dan pengujian usability serta accessibility untuk memperoleh bukti yang lebih komprehensif mengenai kualitas produk

C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Kebutuhan

Hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa pembelajaran numerasi di kelas V SDLB masih didominasi oleh media cetak dan papan tulis yang kurang mampu mengakomodasi keragaman karakteristik peserta didik. Guru menyatakan perlunya media yang dapat digunakan secara mandiri oleh peserta didik dengan tingkat pendampingan yang berbeda-beda, dilengkapi umpan balik langsung, serta tampilan visual yang konkret dan menarik.

Hasil Perancangan dan Pengembangan Media BAKENA

Media BAKENA dikembangkan berbasis HTML sehingga dapat diakses melalui browser pada perangkat komputer maupun tablet tanpa memerlukan instalasi tambahan. Media ini memuat lima fitur utama, yaitu: (1) materi bilangan 1–200 yang disajikan secara bertahap dan konkret; (2) permainan numerasi interaktif untuk melatih pengenalan dan operasi bilangan; (3) latihan soal dengan tingkat kesulitan yang dapat disesuaikan; (4) evaluasi mandiri disertai skor otomatis; dan (5) umpan balik langsung berupa penguatan visual dan auditori. Setiap fitur dilengkapi pengaturan aksesibilitas berupa penyesuaian kontras warna dan ukuran huruf bagi peserta didik Low Vision, dukungan ilustrasi visual dan teks bagi peserta didik Tuna Rungu, penyederhanaan instruksi dan pengulangan bagi peserta didik Grahita dan Kesulitan Belajar, serta struktur tampilan yang konsisten dan minim distraksi bagi peserta didik Autis. Media juga mengintegrasikan unsur budaya Kalimantan Tengah, yaitu ilustrasi Rumah Betang sebagai latar cerita soal, motif Dayak sebagai elemen dekoratif antarmuka, lingkungan lokal sebagai konteks soal cerita, dan karakter Burung Enggang sebagai pemandu (mascot) dalam media.

Hasil Implementasi terhadap Kemampuan Numerasi Peserta Didik

Implementasi media BAKENA dilaksanakan pada 9 peserta didik kelas V SDLB dengan karakteristik Grahita, Tuna Rungu, Kesulitan Belajar, Autis, dan Low Vision. Hasil pretest, posttest, dan N-Gain masing-masing peserta didik disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pretest, Posttest, dan N-Gain Kemampuan Numerasi Peserta Didik

Kode	Kategori Hambatan	Pretest	Posttest	N-Gain	Kategori
P1	Tunarungu	55	85	0,67	Sedang
P2	Tunagrahita	40	62	0,37	Sedang
P3	Tunagrahita	35	58	0,35	Sedang
P4	Tunagrahita	45	70	0,45	Sedang
P5	Tunagrahita	38	60	0,35	Sedang
P6	Autis	50	82	0,64	Sedang
P7	Autis	48	80	0,62	Sedang
P8	Kesulitan Belajar	60	90	0,75	Tinggi
P9	Kesulitan Belajar	58	88	0,71	Tinggi

Berdasarkan Tabel 1, rerata N-Gain seluruh peserta didik adalah 0,55 yang berada pada kategori sedang, dengan peserta didik kategori kesulitan belajar mencapai kategori tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa media BAKENA efektif meningkatkan kemampuan numerasi pada seluruh kategori hambatan belajar, meskipun besar peningkatan bervariasi sesuai karakteristik masing-masing peserta didik.

Pembahasan

Adaptivitas Media BAKENA dalam Mengakomodasi Keragaman Kebutuhan Belajar

Temuan penelitian menunjukkan bahwa BAKENA dikembangkan dengan mempertimbangkan keragaman karakteristik peserta didik kelas V SDLB yang meliputi tunarungu, tunagrahita, autisme, dan kesulitan belajar. Adaptivitas tersebut diwujudkan melalui penyederhanaan instruksi, pengulangan materi, dukungan visual, pengaturan kontras dan ukuran huruf, navigasi yang konsisten, serta pemberian umpan balik secara langsung. Dengan demikian, karakteristik BAKENA tidak hanya terletak pada penggunaan teknologi digital, tetapi terutama pada kemampuan media untuk menyediakan dukungan belajar yang berbeda sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

Temuan tersebut memperkuat pandangan bahwa teknologi pendidikan bagi peserta didik berkebutuhan khusus perlu dirancang berdasarkan prinsip aksesibilitas dan diferensiasi, bukan sekadar mengubah materi cetak ke dalam format digital. Rao et

al. (2021) menjelaskan bahwa perangkat digital dapat berfungsi sebagai instrumen untuk mengurangi hambatan belajar apabila dipadukan dengan strategi pembelajaran yang secara sengaja dirancang untuk memenuhi kebutuhan peserta didik penyandang disabilitas. Dalam konteks yang lebih spesifik, AlRawi dan AlKahtani (2022) melalui tinjauan sistematis menunjukkan bahwa intervensi berbasis Universal Design for Learning (UDL), termasuk lingkungan digital, perangkat lunak, dan sumber belajar elektronik, memiliki potensi positif terhadap aspek akademik, sosial, maupun perilaku peserta didik dengan disabilitas.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian tentang buku matematika digital adaptif yang menunjukkan bahwa representasi materi, bentuk tindakan dan ekspresi, serta keterlibatan peserta didik merupakan komponen penting dalam merancang sumber belajar matematika yang inklusif (Lee & Shin, 2023). Oleh karena itu, adaptivitas BAKENA dapat dipahami sebagai bentuk penerapan prinsip desain pembelajaran yang berupaya mengurangi ketidaksesuaian antara karakteristik media dan kebutuhan individual peserta didik.

Namun demikian, temuan penelitian ini perlu dipahami secara proporsional. Penelitian tidak menguji secara eksperimental kontribusi masing-masing fitur adaptif terhadap peningkatan numerasi. Oleh sebab itu, peningkatan kemampuan numerasi tidak dapat secara spesifik dikaitkan hanya dengan fitur tertentu, seperti permainan, pengulangan, atau pengaturan aksesibilitas. Yang dapat ditegaskan adalah bahwa kombinasi berbagai fitur tersebut membentuk lingkungan belajar yang lebih sesuai dengan karakteristik peserta didik dibandingkan media pembelajaran konvensional yang sebelumnya dominan digunakan.

Media Digital Interaktif dan Peningkatan Kemampuan Numerasi

Hasil implementasi menunjukkan adanya peningkatan kemampuan numerasi setelah peserta didik menggunakan BAKENA. Rerata N-Gain sebesar 0,55 berada pada kategori sedang, dengan tujuh peserta didik berada pada kategori sedang dan dua peserta didik berada pada kategori tinggi. Temuan ini memberikan indikasi bahwa penggunaan media digital interaktif dapat mendukung proses pembelajaran numerasi pada peserta didik berkebutuhan khusus.

Peningkatan tersebut dapat dijelaskan melalui karakteristik pembelajaran digital yang memungkinkan peserta didik memperoleh kesempatan untuk belajar secara bertahap, mengulang materi, melakukan latihan, dan memperoleh umpan balik secara langsung. Dalam penelitian tentang pembelajaran matematika berbasis teknologi, interactive and adaptive scaffolds ditemukan memberikan manfaat terutama bagi peserta didik dengan kemampuan akademik yang lebih rendah karena dukungan tersebut membantu mereka mengikuti proses pembelajaran secara lebih terstruktur (Schneider et al., 2020). Dengan demikian, hasil penelitian BAKENA memiliki relevansi teoritis dengan konsep *adaptive scaffolding*, yaitu pemberian dukungan belajar yang

dapat membantu peserta didik mengatasi kesulitan ketika menyelesaikan tugas matematika.

Dari perspektif pembelajaran multimedia, keberadaan kombinasi teks, ilustrasi, permainan, umpan balik, dan elemen auditori dalam BAKENA juga memungkinkan materi numerasi disajikan melalui lebih dari satu bentuk representasi. Hal tersebut penting dalam pembelajaran peserta didik berkebutuhan khusus karena hambatan belajar tidak bersifat seragam. Peserta didik dengan hambatan pendengaran, misalnya, membutuhkan dukungan visual yang lebih kuat, sedangkan peserta didik dengan hambatan intelektual dapat memperoleh manfaat dari instruksi sederhana, pengulangan, dan pengalaman belajar yang konkret.

Hasil ini juga konsisten dengan temuan AlRawi dan AlKahtani (2022) yang menunjukkan bahwa intervensi pembelajaran berbasis UDL dan teknologi digital dapat memberikan kontribusi positif terhadap pembelajaran peserta didik dengan hambatan intelektual. Demikian pula, Klingenberg et al. (2020) menunjukkan bahwa teknologi digital memiliki potensi dalam pembelajaran matematika bagi peserta didik dengan hambatan penglihatan, meskipun desain aksesibilitas menjadi faktor penting yang menentukan kebermanfaatannya.

Dengan demikian, peningkatan N-Gain sebesar 0,55 tidak semata-mata menunjukkan bahwa “teknologi” meningkatkan kemampuan numerasi. Interpretasi yang lebih tepat adalah bahwa media digital yang dirancang secara adaptif, interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik berpotensi menciptakan kondisi belajar yang lebih mendukung proses penguasaan konsep numerasi. Pernyataan ini lebih hati-hati secara metodologis karena penelitian menggunakan desain *one-group pretest-posttest* tanpa kelompok kontrol.

Aksesibilitas BAKENA dan Prinsip Universal Design for Learning

Salah satu karakteristik utama BAKENA adalah penyediaan berbagai bentuk dukungan aksesibilitas. Penyesuaian kontras dan ukuran huruf ditujukan bagi peserta didik dengan *low vision*, penggunaan ilustrasi dan teks memberikan dukungan visual bagi peserta didik tunarungu, sedangkan penyederhanaan instruksi, pengulangan, dan struktur tampilan yang konsisten digunakan untuk mendukung peserta didik dengan tunagrahita, kesulitan belajar, dan autisme. Karakteristik tersebut menunjukkan adanya upaya untuk menerapkan pembelajaran yang tidak berangkat dari asumsi bahwa seluruh peserta didik memiliki kebutuhan belajar yang sama.

Secara teoritis, pendekatan tersebut memiliki keterkaitan kuat dengan Universal Design for Learning. UDL menekankan pentingnya menyediakan berbagai cara dalam merepresentasikan informasi, melibatkan peserta didik dalam pembelajaran, serta memberikan berbagai alternatif untuk menunjukkan pemahaman. Kajian AlRawi dan AlKahtani (2022) menunjukkan bahwa pendekatan UDL telah digunakan dalam

berbagai bentuk intervensi untuk peserta didik dengan disabilitas, termasuk lingkungan digital, buku elektronik, perangkat audio, dan perangkat lunak pembelajaran.

Rao et al. (2021) juga menegaskan bahwa teknologi digital dapat menyediakan fitur instruksional dan asistif yang membantu mengurangi hambatan pembelajaran bagi peserta didik dengan disabilitas. Dalam konteks matematika, Lee dan Shin (2023) menemukan bahwa sumber belajar digital matematika yang dirancang berdasarkan UDL dapat menyediakan beragam bentuk representasi, keterlibatan, serta tindakan dan ekspresi. Temuan tersebut memberikan dukungan teoritis terhadap desain BAKENA yang menyediakan materi, permainan, latihan, evaluasi, dan umpan balik dalam satu lingkungan pembelajaran.

Meskipun demikian, penerapan prinsip UDL tidak berarti bahwa semakin banyak fitur yang diberikan maka semakin baik hasil pembelajarannya. Roski et al. (2021) menunjukkan bahwa peningkatan jumlah komponen UDL tidak secara otomatis menghasilkan keunggulan pembelajaran. Artinya, kualitas desain, kesesuaian fitur dengan kebutuhan peserta didik, dan cara penggunaannya tetap menjadi faktor penting. Dalam konteks BAKENA, implikasinya adalah fitur aksesibilitas perlu dipertahankan berdasarkan kebutuhan nyata peserta didik dan tidak sekadar ditambahkan sebagai elemen teknis.

Integrasi Budaya Lokal dan Kebermaknaan Pembelajaran Numerasi

BAKENA tidak hanya dirancang sebagai media digital adaptif, tetapi juga mengintegrasikan unsur budaya Kalimantan Tengah melalui Rumah Betang, motif Dayak, lingkungan lokal, dan Burung Enggang. Integrasi tersebut memberikan konteks visual dan naratif terhadap materi numerasi sehingga konsep bilangan tidak sepenuhnya disajikan secara abstrak.

Secara teoritis, penggunaan konteks yang dekat dengan pengalaman peserta didik dapat membantu membangun hubungan antara pengetahuan sekolah dan lingkungan kehidupan mereka. Thomas dan Berry (2019), melalui metasintesis penelitian mengenai *Culturally Relevant Pedagogy* dan *Culturally Responsive Teaching* dalam pendidikan matematika, mengidentifikasi konteks, kompetensi budaya, ekspektasi akademik, kepedulian terhadap peserta didik, dan praktik pembelajaran matematika sebagai unsur penting dalam pembelajaran yang responsif terhadap budaya.

Dalam pendidikan matematika, penggunaan konteks budaya juga dapat membantu menggeser pembelajaran dari matematika yang bersifat abstrak menuju pengalaman yang lebih relevan dengan kehidupan peserta didik. Hunter dan Miller (2022) menunjukkan bahwa pendekatan yang responsif terhadap budaya memiliki relevansi dalam mengembangkan pemikiran matematis peserta didik yang beragam. Demikian pula, Kaminski dan Sloutsky (2020) menunjukkan bahwa materi matematika

yang kontekstual dan dirancang secara menarik dapat memberikan dukungan terhadap proses pembelajaran matematika pada tingkat sekolah dasar.

Dalam konteks BAKENA, integrasi budaya lokal karena itu tidak seharusnya dipahami hanya sebagai unsur dekoratif pada tampilan media. Ketika Rumah Betang, lingkungan lokal, motif Dayak, dan Burung Enggang digunakan sebagai konteks soal atau representasi materi, unsur budaya tersebut dapat berfungsi sebagai jembatan antara konsep numerasi dan pengalaman yang lebih familiar bagi peserta didik. Akan tetapi, penelitian ini belum mengukur secara khusus pengaruh integrasi budaya lokal terhadap motivasi, keterlibatan, atau hasil belajar. Oleh karena itu, klaim bahwa unsur budaya secara langsung meningkatkan kemampuan numerasi perlu dihindari dan ditempatkan sebagai interpretasi teoritis yang memerlukan pengujian lebih lanjut.

Variasi Peningkatan Numerasi Berdasarkan Karakteristik Peserta Didik

Temuan penelitian memperlihatkan adanya variasi peningkatan kemampuan numerasi antarpeserta didik. Dua peserta didik dengan kategori kesulitan belajar memperoleh N-Gain tinggi, yaitu masing-masing 0,75 dan 0,71. Sementara itu, peserta didik lainnya memperoleh N-Gain pada kategori sedang, dengan nilai antara 0,35 hingga 0,67. Variasi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan media yang sama tidak menghasilkan tingkat peningkatan yang identik pada setiap peserta didik.

Perbedaan tersebut dapat dipahami karena karakteristik dan kebutuhan belajar peserta didik berkebutuhan khusus bersifat heterogen. Media yang menyediakan struktur, pengulangan, umpan balik, dan tingkat kesulitan yang dapat disesuaikan dapat memberikan dukungan berbeda sesuai dengan hambatan dan kemampuan awal peserta didik. Schneider et al. (2020) menunjukkan bahwa manfaat *adaptive scaffolding* dalam pembelajaran matematika dapat berbeda berdasarkan karakteristik dan tingkat kemampuan awal peserta didik.

Temuan tersebut penting karena menunjukkan bahwa keberhasilan media pembelajaran inklusif tidak seharusnya hanya dinilai berdasarkan rata-rata skor kelompok. Analisis individual juga diperlukan untuk memahami siapa yang memperoleh manfaat paling besar, dukungan apa yang kemungkinan berperan, dan pada kondisi apa media masih membutuhkan pendampingan guru. Dengan demikian, nilai N-Gain rata-rata 0,55 perlu dibaca bersama distribusi peningkatan individual.

Dalam konteks ini, BAKENA lebih tepat ditempatkan sebagai media pendukung pembelajaran individual daripada sebagai pengganti peran guru. Peserta didik dengan peningkatan sedang tetap membutuhkan pendampingan, pengulangan, dan penyesuaian pembelajaran. Pendekatan tersebut sejalan dengan prinsip pembelajaran inklusif yang menempatkan teknologi sebagai alat untuk memperluas akses dan dukungan belajar, bukan sebagai substitusi terhadap interaksi pedagogis antara guru dan peserta didik (Rao et al., 2021).

Kontribusi Temuan terhadap Pengembangan Media Pembelajaran Numerasi untuk SDLB

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan media pembelajaran numerasi yang menggabungkan tiga aspek secara bersamaan, yaitu adaptivitas, aksesibilitas, dan kontekstualisasi budaya. Sebagian penelitian mengenai teknologi pembelajaran untuk peserta didik berkebutuhan khusus berfokus pada aksesibilitas digital atau penggunaan teknologi sebagai alat bantu. BAKENA mencoba mengintegrasikan kedua aspek tersebut dengan konteks budaya lokal dalam satu media pembelajaran numerasi.

Kontribusi tersebut memiliki relevansi dengan perkembangan penelitian mengenai teknologi pendidikan inklusif yang semakin menekankan pentingnya desain pembelajaran yang berpusat pada kebutuhan peserta didik. Rao et al. (2021) menempatkan perangkat digital sebagai sarana untuk mengurangi hambatan belajar, sedangkan kajian AlRawi dan AlKahtani (2022) menunjukkan bahwa pendekatan UDL dan teknologi digital memiliki potensi untuk mendukung pembelajaran peserta didik dengan disabilitas. Dalam pembelajaran matematika, penelitian Schneider et al. (2020) juga memperlihatkan pentingnya dukungan interaktif dan adaptif bagi peserta didik yang mengalami kesulitan belajar.

Dengan demikian, nilai utama BAKENA bukan hanya pada hasil N-Gain sebesar 0,55, tetapi pada desain media yang berusaha menghubungkan kebutuhan individual peserta didik, prinsip aksesibilitas, interaktivitas, dan konteks budaya lokal. Temuan ini memperluas pemahaman bahwa pengembangan media numerasi untuk SDLB perlu bergerak dari paradigma “media digital untuk semua” menuju paradigma media digital yang dirancang untuk keragaman peserta didik.

Namun, interpretasi efektivitas BAKENA tetap perlu ditempatkan dalam batasan desain penelitian. Penelitian menggunakan sembilan peserta didik dengan desain *one-group pretest-posttest*, sehingga peningkatan skor belum dapat sepenuhnya diatribusikan kepada penggunaan BAKENA karena tidak tersedia kelompok pembandingan. Selain itu, penelitian belum melakukan analisis statistik inferensial dan belum menguji kontribusi masing-masing fitur media. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu menggunakan jumlah sampel yang lebih besar, kelompok kontrol atau desain kuasi-eksperimental, serta analisis yang dapat membandingkan efektivitas BAKENA berdasarkan karakteristik kebutuhan khusus peserta didik.

Dengan posisi tersebut, hasil penelitian lebih tepat dipahami sebagai bukti awal mengenai potensi BAKENA sebagai media pembelajaran numerasi yang adaptif, interaktif, aksesibel, dan kontekstual, bukan sebagai bukti final mengenai efektivitas kausal media. Penempatan klaim secara hati-hati ini penting untuk menjaga konsistensi antara kekuatan kesimpulan dan desain penelitian yang digunakan.

D. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan Media Pembelajaran Interaktif BAKENA (Belajar Adaptif Kecakapan Numerasi ABK) sebagai media pembelajaran numerasi yang dirancang berdasarkan keragaman karakteristik peserta didik berkebutuhan khusus melalui tahapan *research and development* yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. BAKENA mengintegrasikan materi bilangan 1–200 dengan permainan numerasi, latihan, evaluasi, umpan balik, serta fitur aksesibilitas yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik Grahita, Tuna Rungu, Kesulitan Belajar, Autis, dan *Low Vision*, sekaligus mengontekstualisasikan pembelajaran melalui unsur budaya Kalimantan Tengah, seperti Rumah Betang, motif Dayak, lingkungan lokal, dan Burung Enggang. Implementasi pada sembilan peserta didik kelas V SDLB menunjukkan adanya peningkatan kemampuan numerasi dengan rata-rata N-Gain sebesar 0,55 yang berada pada kategori sedang, dengan tujuh peserta didik mencapai kategori sedang dan dua peserta didik mencapai kategori tinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa media pembelajaran yang adaptif, interaktif, konkret, aksesibel, dan kontekstual memiliki potensi untuk mendukung peningkatan kemampuan numerasi pada peserta didik dengan karakteristik kebutuhan belajar yang beragam. Secara praktis, penelitian ini berimplikasi bagi guru dan sekolah SDLB dalam menyediakan alternatif media pembelajaran yang lebih responsif terhadap kebutuhan individual peserta didik, terutama melalui pemanfaatan teknologi digital dan konteks budaya lokal dalam pembelajaran numerasi. Namun, interpretasi temuan perlu mempertimbangkan keterbatasan penelitian, khususnya jumlah subjek yang relatif kecil, cakupan materi yang terbatas pada bilangan 1–200, serta penggunaan desain *one-group pretest-posttest* tanpa kelompok kontrol. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk melibatkan jumlah peserta didik dan sekolah yang lebih besar, memperluas cakupan kompetensi numerasi, melakukan validasi formal oleh ahli materi, media, dan bahasa, serta menggunakan desain kuasi-eksperimental atau eksperimen dengan kelompok kontrol untuk memperoleh bukti efektivitas yang lebih kuat dan meningkatkan generalisasi temuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A., Khusro, S., & Alahmadi, T. J. (2024). Accessible interactive learning of mathematical expressions for school students with visual disabilities. *PeerJ Computer Science*, 10, e2599. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2599>
- Alam, S. S., Gao, J., & Dubé, A. K. (2025). A systematic review and meta-analysis of digital mathematics interventions for K-12 students with mathematical learning disabilities. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(8), 4099–4126. <https://doi.org/10.1007/s10763-025-10617-z>
- Antara, I. G. W. S., Widiana, I. W., & Jampel, I. N. (2024). Assistive technology in mathematics education: Investigating the effectiveness of math manipulatives for

- students with disabilities. *International Journal of Elementary Education*, 8(3), 519–527. <https://doi.org/10.23887/ijee.v8i3.85378>
- Asula-Abaver, M. S., & Machaba, M. F. (2026). Digital tools for inclusive education: Enhancing learning experiences in mathematics for students with special needs. *Education Sciences*, 16(3), 500. <https://doi.org/10.3390/educsci16030500>
- Ayasrah, M. N., Al-Masa'deh, M. M., Al-Rousan, A. H., & Khasawneh, M. A. S. (2023). Digital learning for students with disabilities. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 15(1), 43–50. <https://doi.org/10.18844/wjet.v15i1.8203>
- Barwasser, A., Schulze, S., Gieseler, C., & Grünke, M. (2024). Effects of a math single-case intervention on word problem-solving in students with learning disabilities and emotional and behavioral disorders. *Exceptionality*, 32(1), 1–17. <https://doi.org/10.1177/00144029241247037>
- Davis, L. L., Spooner, F., & Saunders, A. (2022). Efficacy of peer-delivered mathematical problem-solving instruction to students with extensive support needs. *Exceptionality*, 30(1), 1–17. <https://doi.org/10.1177/00144029221098764>
- Esquivel, P., McGarvey, L., Phelan, S., & Adams, K. (2024). Exploring environmental factors affecting assistive technology strategies in mathematics learning for students with physical disabilities. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 19(1), 66–77. <https://doi.org/10.1080/17483107.2022.2062465>
- Firdausi, U. M., & Sugiman, S. (2023). The effectiveness of the use of assistive technology Malitung for learning outcomes of students with mild intellectual disabilities. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 12(1), 23–33. <https://doi.org/10.15294/ujme.v12i1.67415>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Kamid, K., Marzal, J., Syafmen, W., Rohati, R., & Dewi, R. K. (2021). Recall and mathematical problem solving for students with disabilities. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 40(3), 659–669. <https://doi.org/10.21831/cp.v40i3.34399>
- Klingenberg, O. G., Holkesvik, A. H., & Augestad, L. B. (2020). Digital learning in mathematics for students with severe visual impairment: A systematic review. *British Journal of Visual Impairment*, 38(1), 38–57. <https://doi.org/10.1177/0264619619876975>
- Lee, O., & Shin, M. (2023). Universal design for learning in adapted national-level digital mathematics textbooks for elementary school students with disabilities. *Exceptionality*, 31(1), 36–51. <https://doi.org/10.1080/09362835.2021.1938062>
- Mastam, N. M., & Zaharudin, R. (2024). Impact of digitalization for students with disabilities: A comprehensive structured review. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 12(4), 1. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.12.4.2280>
- Root, J. R., Cox, S. K., Saunders, A., & Gilley, D. (2020). Applying the Universal Design for Learning framework to mathematics instruction for learners with extensive support needs. *Remedial and Special Education*, 41(4), 1–12. <https://doi.org/10.1177/0741932519887235>

- Shoaib, M., Fitzpatrick, D., & Pitt, I. (2023). Assistive technology-based solutions in learning mathematics for visually-impaired people: Exploring issues, challenges and opportunities. *Multimedia Tools and Applications*, 82(29), 46153–46184. <https://doi.org/10.1007/s11042-023-17409-z>
- Susanti, H. D., & Mumpuniarti, M. (2026). Universal design for learning in enhancing independent mathematics instruction among inclusive students. *Academia Open*, 11(2), 1–10. <https://doi.org/10.21070/acopen.11.2026.14931>
- Tomlinson, C. A. (2017). *How to differentiate instruction in academically diverse classrooms* (3rd ed.). ASCD.
- Tobin, T. J., & Behling, K. T. (2018). *Reach everyone, teach everyone: Universal design for learning in higher education*. West Virginia University Press.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2019). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (10th ed.). Pearson.
- Gordon, D. (Ed.). (2024). *Universal design for learning: Principles, framework, and practice* (2nd ed.). CAST Professional Publishing.
- Heward, W. L., Alber-Morgan, S. R., & Konrad, M. (2022). *Exceptional children: An introduction to special education* (12th ed.). Pearson.