

Manuscript Submitted	14.11.2024
Accepted	7.5.2025
Published	5.6.2025

Pemikiran Reka Bentuk dalam Aplikasi Pendidikan: Inovasi bagi Meningkatkan Kognitif Murid Bermasalah Pembelajaran

Design Thinking in Educational Applications: Innovations to Enhance the Cognition of Students with Learning Difficulties

Norsafinar Rahim

Pusat Teknologi Pengajaran dan Multimedia
Universiti Sains Malaysia
11800 USM, Pulau Pinang
norsafinar@usm.my

Nur Dania Mazlan

School of Applied Creative Arts and Design
Han Chiang University College of Communication
11600 Pulau Pinang
daniamazlan.dm@gmail.com

Abstrak

Kajian lepas telah membuktikan bahawa kegagalan menguasai pembelajaran dalam kelas membawa kesan negatif terhadap keyakinan diri dan pencapaian akademik murid. Kesukaran dalam mempelajari sesuatu seringkali dikaitkan dengan kekurangan keupayaan kognitif dan intelek murid dan seterusnya dikategorikan sebagai masalah pembelajaran. Masalah pembelajaran tidak kekal tetapi boleh menjadi kekal jika tidak diatasi dengan sokongan dan intervensi yang bersesuaian dari awal. Satu strategi khusus diperlukan bagi membantu golongan terpinggir ini. Justeru itu, integrasi antara pemikiran reka bentuk dan pemusatan murid perlu dalam pembangunan alat pendidikan berkesan terutama penggunaan aplikasi. Ini bagi memenuhi pelbagai keperluan pembelajaran murid masalah pembelajaran melalui penyelesaian yang inovatif yang menekankan kekuatan murid secara unik kerana setiap permasalahan yang dihadapi oleh murid adalah berbeza. Rangka kerja pemikiran reka bentuk penting bagi pembangunan dan menguji aplikasi pendidikan ini. Kaedah yang digunakan adalah melibatkan temubual, pemerhatian, mentakrifkan masalah teras, menghasilkan idea penyelesaian yang berpotensi, membuat prototaip aplikasi, dan menguji mereka dalam persekitaran pendidikan sebenar. Hasil kajian menunjukkan potensi teknologi pendidikan yang direka dengan baik untuk menyokong murid yang pelbagai dan mewujudkan persekitaran pembelajaran yang lebih inklusif. Kajian ini menyumbang kepada bidang teknologi pendidikan dengan menunjukkan keberkesanan pendekatan pemikiran reka bentuk dalam membangunkan alat yang berkesan untuk murid yang mempunyai masalah pembelajaran. Ia juga menekankan kepentingan kritikal kebolehcapaian dan reka bentuk berpusatkan pengguna dalam aplikasi pendidikan.

Kata Kunci: *Pemikiran Reka Bentuk, Teknologi Pendidikan, Masalah Pembelajaran, Kebolehgunaan, Kebolehcapaian*

Abstract

Previous studies have shown that failure to master learning in class could have a negative impact on the self-confidence and academic achievement of the student. Difficulties in learning are often associated with a lack of cognitive and student intellectual, which are then categorized as learning disabilities. Learning disabilities are not permanent but can become persistent if not used with proper support and early intervention. A specific strategy is needed to assist this group of students. Therefore, the integration of design thinking and student-centered is needed in the development of effective educational tools, especially the use of applications. This is to meet the various learning needs of students with learning disabilities through innovative solutions that focusing the student's strengths as unique because each of the problems faced by the student is different. The design thinking framework is important for developing and testing this educational application. The method involves interviews, observations, defining the core problem, generating potential solutions, prototyping the application, and testing it in a real educational environment. The result shows the potential of well-designed educational technology to support diverse students and create a more inclusive learning environment. This research contributes to the area of educational technology by demonstrating the effectiveness of the design thinking approach in developing effective tools for students with learning disabilities. It also emphasizes the critical accessibility and design thinking student-centered in educational applications.

Keywords: Design Thinking, Education Technology, Learning Disability, Usability, Accessibility

1. Pengenalan

Masalah pembelajaran merupakan satu cabaran dalam landskap pendidikan, yang memberi kesan terhadap perkembangan kognitif dan pencapaian akademik murid. Masalah pembelajaran melibatkan disleksia, diskalkulia, dan disgrafia yang melibatkan kesukaran dalam memproses maklumat seperti membaca, menulis, dan mengira (Bishop & Snowling, 2016). Perbezaan kognitif, sosial, emosi, fizikal dan rohani di kalangan murid dalam proses pembelajaran merupakan perkara biasa. Namun, murid bermasalah pembelajaran adalah berbeza dan agak ketara dan tidak mengikuti norma-norma perkembangan seperti murid seusia mereka. Perbezaan ciri perkembangan ini melibatkan keupayaan kognitif, fizikal yang terhad, kesukaran berinteraksi dan berkomunikasi. Ini akan memberi kesan mendalam terhadap motivasi, komunikasi dan pencapaian akademik mereka (McArthur et al., 2016). Murid bermasalah pembelajaran ini sering kali dirujuk sebagai Murid Berkeperluan Khas dalam sistem pendidikan khas.

Kemajuan dalam teknologi pendidikan telah membuka peluang baharu untuk menangani cabaran-cabaran ini. Secara khususnya, integrasi pemikiran reka bentuk merupakan satu pendekatan berpusatkan murid yang menekankan empati, penghasilan idea, dan ujian secara berulang kali. Ianya dapat diterjemahkan dengan pembangunan alat pendidikan yang lebih berkesan yang disesuaikan dengan keperluan unik MBK (Goldman & Kabayadondo, 2017). Pemikiran reka bentuk semakin diiktiraf sebagai rangka kerja penting dalam pendidikan, yang memungkinkan penyelesaian inovatif yang mengutamakan pengalaman pengguna, seterusnya meningkatkan keterlibatan dan hasil pembelajaran (Vlachogianni & Tselios, 2022; Razzouk & Shute, 2017).

Pemikiran reka bentuk semakin mendapat momentum dalam membantu murid bermasalah pembelajaran khusus (Torrissi-Steele, 2020). Integrasi pemikiran reka bentuk yang berpusatkan murid adalah perlu dalam pembangunan alat pendidikan yang berkesan, terutamanya aplikasi, untuk memenuhi keperluan pembelajaran yang pelbagai dalam kalangan pelajar yang mempunyai kesukaran pembelajaran melalui penyelesaian inovatif yang menekankan kekuatan mereka secara unik (Smith & Brown, 2021; Razzouk & Shute, 2017). Kerangka pemikiran reka bentuk adalah penting untuk pembangunan dan pengujian aplikasi pendidikan ini.

Walaupun terdapat pelbagai sokongan atau intervensi namun ianya tidak memenuhi keperluan kognitif murid bermasalah pembelajaran secara khusus. Banyak aplikasi pendidikan direka dengan pendekatan

"satu untuk semua," yang tidak mempunyai keupayaan untuk menyesuaikan diri dengan keperluan pembelajaran yang pelbagai merujuk kepada domain permasalahan yang dihadapi (Yenduri et. al., 2023; Ok, Kim, & Shim, 2020). Akibatnya, murid yang mempunyai masalah pembelajaran terus mengalami kesukaran dalam mengakses kandungan, memproses maklumat, dan mencapai kejayaan akademik. Kelemahan dalam teknologi pendidikan semasa ini menyerlahkan keperluan untuk penyelesaian dengan lebih khusus dalam menangani cabaran kognitif mereka.

Integrasi pemikiran reka bentuk ke dalam pembangunan aplikasi pendidikan memperkenalkan pendekatan baharu dalam menangani cabaran-cabaran ini. Dengan menumpukan perhatian kepada keperluan dan kekuatan khusus murid yang mempunyai masalah pembelajaran, pemikiran reka bentuk dapat memudahkan penciptaan alat yang bukan sahaja lebih mudah diakses, tetapi juga lebih berkesan dalam meningkatkan perkembangan kognitif (Henriksen, Richardson, & Mehta, 2017; Sahin & Ozenc, 2021). Pendekatan ini memerlukan perubahan dari model pendidikan tradisional yang berasaskan kandungan kepada model yang lebih berpusatkan pelajar dan responsif terhadap keperluan individu murid.

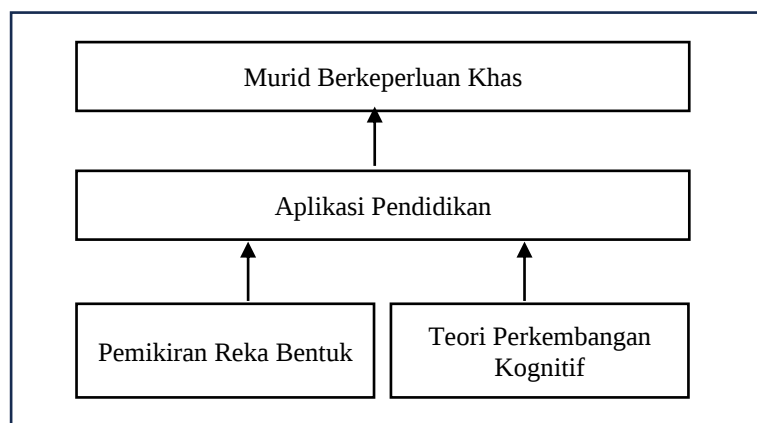
Kajian ini bertujuan untuk meneroka aplikasi pemikiran reka bentuk dalam pembangunan alat pendidikan untuk murid-murid yang mempunyai masalah pembelajaran spesifik. Secara khususnya, ia bertujuan untuk:

- Menyelidik bagaimana prinsip-prinsip pemikiran reka bentuk dapat diintegrasikan ke dalam reka bentuk dan pembangunan aplikasi pendidikan.
- Membangunkan prototaip aplikasi yang menangani keperluan kognitif murid-murid yang mempunyai masalah pembelajaran.
- Matlamat utama kajian ini adalah untuk menyediakan rangka kerja bagi pembangunan aplikasi pendidikan yang bukan sahaja inovatif tetapi juga disesuaikan dengan keperluan khusus murid-murid yang mempunyai masalah pembelajaran, dengan itu meningkatkan pengalaman dan hasil pembelajaran mereka.

2. Kerangka Teori

Integrasi pemikiran reka bentuk ke dalam aplikasi pendidikan untuk murid bermasalah pembelajaran berasaskan kepada dua kerangka teori utama: pemikiran reka bentuk dan teori perkembangan kognitif. Pemikiran reka bentuk, iaitu pendekatan berpusatkan murid untuk penyelesaian masalah, menekankan empati, penghasilan idea, prototaip, dan ujian berulang kali untuk mencipta penyelesaian inovatif yang disesuaikan dengan keperluan khusus murid (Brown, 2019; Razzouk & Shute, 2017). Pendekatan ini semakin mendapat tempat dalam konteks pendidikan kerana potensinya untuk menangani cabaran kompleks melalui metodologi kreatif dan fleksibel yang mengutamakan pengalaman pengguna, terutamanya dalam membangunkan alat untuk memenuhi keperluan murid yang pelbagai (Henriksen, Richardson, & Mehta, 2017).

Teori perkembangan kognitif, khususnya, menawarkan persepsi penting bagaimana murid yang mempunyai masalah pembelajaran memperoleh dan memproses maklumat. Konsep ini menekankan kepentingan interaksi sosial dan sokongan dalam perkembangan kognitif, dengan mencadangkan bahawa murid belajar dengan lebih berkesan dalam zon perkembangan proksimal mereka apabila diberi sokongan yang sesuai (Vygotsky, 1978). Ini dapat dilihat dalam pelbagai tahap perkembangan kognitif, serta memberikan rangka kerja bagi memahami cabaran kognitif yang dihadapi oleh murid yang mempunyai masalah pembelajaran. Kerangka teori ini memberi panduan dalam reka bentuk dan pembangunan alat pendidikan yang bukan sahaja sesuai dengan peringkat perkembangan tetapi juga responsif terhadap keperluan unik pelajar dengan masalah pembelajaran. Ini dapat dilihat dalam Rajah 1 seperti berikut.



Rajah 1: Kerangka teori

2.1 Pemikiran Reka Bentuk dalam Pendidikan

Pemikiran reka bentuk dilihat sebagai sesuatu pendekatan penting dalam menangani keperluan murid yang tidak serasi melalui kaedah pembelajaran tradisional (Goldman & Kabayadondo, 2017). Metodologi ini memfokuskan kepada pemahaman yang mendalam tentang keperluan pengguna, membolehkan pendidik dan pembangun mencipta alat pendidikan yang lebih berkesan. Bagi murid yang mempunyai masalah pembelajaran, pemikiran reka bentuk menyediakan rangka kerja yang teratur tetapi fleksibel yang boleh menyokong keperluan kognitif dan gaya pembelajaran yang pelbagai (Henriksen, Richardson, & Mehta, 2017). Kajian lepas menunjukkan bahawa pemikiran reka bentuk boleh membawa kepada pembangunan aplikasi pendidikan yang inovatif yang lebih menarik, mudah diakses, dan berkesan untuk murid dengan keperluan khas (Razzouk & Shute, 2017; Carroll et al., 2020).

Kajian menunjukkan bahawa melalui ujian yang dilakukan serta penambahbaikan berterusan berdasarkan maklum balas murid, intervensi berterusan dapat dimanfaatkan dalam menyokong pembelajaran murid yang menghadapi masalah pembelajaran (Hatchuel, 2018). Pendekatan ini bukan sahaja memastikan produk akhir memenuhi keperluan khusus murid tetapi juga mendorong persekitaran pembelajaran yang lebih inklusif di mana murid berasa lebih disokong dan terlibat. Tambahan pula, aspek pemikiran reka bentuk yang didorong oleh empati sangat selaras dengan matlamat pendidikan untuk menyokong semua murid, terutamanya mereka yang sering dipinggirkan dalam persekitaran pendidikan arus perdana (Henriksen & Richardson, 2019).

2.2 Aplikasi Pendidikan untuk Masalah Pembelajaran

Pembangunan aplikasi pendidikan untuk murid yang mempunyai masalah pembelajaran telah mengalami kemajuan yang ketara dalam beberapa tahun kebelakangan ini, dengan teknologi memainkan peranan penting dalam menyokong keperluan pembelajaran yang pelbagai. Aplikasi ini direka untuk menangani cabaran kognitif tertentu, seperti kesukaran dalam membaca, menulis, dan penaakulan matematik, dengan menyediakan intervensi yang disesuaikan dengan kelajuan dan gaya pembelajaran murid (Ok, Kim, & Shim, 2020). Sebagai contoh, aplikasi interaktif yang menggabungkan strategi pembelajaran multimodal telah terbukti meningkatkan penglibatan dan hasil pembelajaran bagi murid yang mengalami disleksia dan diskalkulia (White & Gardner, 2023; Cumming et al., 2018).

Walau bagaimanapun, melalui perkembangan yang positif ini, banyak sokongan pendidikan masih tidak memenuhi sepenuhnya keperluan kompleks murid yang mempunyai masalah pembelajaran. Masalah ketara dalam aplikasi sedia ada ialah kekurangannya dalam penyesuaian keperluan individu pelajar

yang merujuk kepada permasalahan yang dihadapi. (Smith & Alty, 2021). Selain itu, kebanyakan aplikasi sedia ada tidak sepenuhnya mematuhi prinsip reka bentuk sejagat yang memastikan kebolegunaan untuk semua murid bermasalah pembelajaran, termasuk mereka yang mempunyai kecacatan fizikal atau deria (Seale, 2017).

Penyelidikan telah menekankan potensi integrasi kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mesin dalam aplikasi pendidikan untuk mewujudkan pengalaman pembelajaran yang lebih memusatkan murid (Holmes et al., 2019). Teknologi ini boleh menganalisis interaksi pelajar dengan aplikasi dan menyesuaikan kandungan serta kesukaran dalam masa nyata, menyediakan pengalaman pendidikan yang lebih disesuaikan yang boleh menyokong perkembangan kognitif dengan lebih baik (Baker & Smith, 2019). Selain itu, penggunaan gamifikasi dan teknologi imersif, seperti realiti maya (VR), menunjukkan potensi dalam meningkatkan motivasi dan penglibatan dalam kalangan murid yang mempunyai masalah pembelajaran, menjadikan pembelajaran lebih interaktif dan menyeronokkan (Parsons, 2017).

Walaupun integrasi pemikiran reka bentuk ke dalam pembangunan aplikasi pendidikan menawarkan banyak peluang untuk meningkatkan pengalaman pembelajaran murid yang mempunyai masalah pembelajaran, beberapa cabaran masih wujud. Salah satu cabaran utama ialah memastikan alat ini mudah diakses dan inklusif untuk semua murid, tanpa mengira permasalahan tertentu mereka (Mace, 2019). Tambahan pula, kos dan kerumitan dalam membangunkan aplikasi sebegini boleh menjadi halangan, terutamanya bagi sekolah dan pendidik yang mempunyai sumber yang terhad (Bower, 2017).

Walau bagaimanapun, kemajuan teknologi yang berterusan dan kesedaran yang semakin meningkat tentang kepentingan pendidikan inklusif menyediakan peluang yang signifikan untuk masa depan. Usaha kolaboratif antara pendidik, pembangun, dan penyelidik adalah penting untuk mengatasi cabaran ini dan mencipta alat pendidikan yang bukan sahaja berkesan tetapi dapat menyelesaikan permasalahan yang dihadapi (Salinas & Johri, 2020). Integrasi pemikiran reka bentuk dalam proses ini memastikan bahawa keperluan murid yang mempunyai masalah pembelajaran sentiasa diutamakan dalam pembangunan ini, akhirnya membawa kepada hasil pendidikan yang lebih baik dan keterangkuman yang lebih besar di dalam bilik darjah.

3. Metodologi

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk kajian kualitatif dan kuantitatif yang berasaskan prinsip pemikiran reka bentuk, iaitu pendekatan berpusatkan murid yang mengutamakan empati, penghasilan idea, pembinaan prototaip, dan ujian berulang kali (Brown, 2019; Anderson & Shattuck, 2016). Kerangka pemikiran reka bentuk dipilih kerana keberkesanannya dalam menangani cabaran kompleks yang berpusatkan murid dalam konteks pendidikan, terutamanya bagi membangunkan intervensi yang disesuaikan dengan keperluan khusus murid (Razzouk & Shute, 2017). Pendekatan ini membolehkan penglibatan berterusan pengguna akhir iaitu murid, pendidik, dan pembangun reka bentuk pengajaran sepanjang proses pembangunan di jalankan seterusnya memastikan produk akhir berfungsi dan relevan kepada sasarannya (Henriksen, Richardson, & Mehta, 2017).

Reka bentuk kajian ini disusun dalam lima fasa yang sepadan dengan tahap proses pemikiran reka bentuk iaitu empati, takrif, penghasilan idea, prototaip, dan ujian. Fasa-fasa ini menyediakan pendekatan yang sistematik dan fleksibel bagi memahami dan menyelesaikan cabaran pendidikan yang dihadapi oleh murid yang mempunyai masalah pembelajaran. Metodologi pemikiran reka bentuk bersesuaian kerana ia membenarkan proses iteratif di mana pandangan yang diperoleh daripada pengguna iaitu murid dapat mempengaruhi keputusan reka bentuk seterusnya, menghasilkan aplikasi pendidikan yang lebih terperinci dan berkesan (Carroll et al., 2020).

Pemilihan pemikiran reka bentuk sebagai metodologi kajian dianggap bersesuaian dengan matlamat kajian iaitu bertujuan untuk mencipta intervensi berpusatkan murid yang boleh diintegrasikan dengan mudah ke dalam persekitaran bilik darjah sebenar. Dengan memanfaatkan pemikiran reka bentuk, kajian ini tidak hanya menumpukan pada aspek teknikal pembangunan aplikasi tetapi juga pada keperluan praktikal, kognitif, dan emosi murid yang mempunyai masalah pembelajaran. Seterusnya dapat memastikan pendekatan yang menyeluruh dalam inovasi pendidikan.

3.2 Peserta

Kajian ini melibatkan sampel bertujuan yang terdiri daripada murid yang mempunyai masalah pembelajaran dan terlibat secara langsung dalam proses Pendidikan. Peserta dibahagikan kepada tiga kumpulan utama:

- Murid dengan Masalah Pembelajaran: Seramai 30 orang murid berumur antara 8 hingga 13 tahun dipilih daripada sekolah-sekolah khusus keperluan khas dalam Negeri Kedah. Murid-murid ini diagnosis mempunyai masalah pembelajaran, termasuk disleksia, diskalkulia, disgrafia, dan cabaran kognitif lain. Kriteria pemilihan memberi tumpuan kepada memastikan perwakilan yang pelbagai bagi masalah pembelajaran untuk menguji kebolehsuaian dan keberkesanan aplikasi tersebut merentasi pelbagai profil kognitif.
- Pendidik: Seramai 10 orang pendidik turut serta dalam kajian ini, yang kesemuanya mempunyai sekurang-kurangnya tiga tahun pengalaman mengajar murid bermasalah pembelajaran. Pendidik ini diambil dari sekolah yang sama dengan murid dan terlibat secara aktif dalam fasa penghasilan idea, ujian, dan penilaian kajian. Pandangan mereka amat penting dalam menyelaraskan aplikasi pendidikan dengan matlamat pedagogi dan memastikan ia boleh diintegrasikan dengan lancar ke dalam amalan bilik darjah sedia ada.
- Pembangun: Sepasukan 10 pereka bentuk pengajaran yang mempunyai kepakaran dalam teknologi pendidikan turut serta dalam kajian ini. Peserta-peserta ini bertanggungjawab menterjemahkan keperluan pendidikan dan kognitif yang dikenal pasti semasa penyelidikan ke dalam aplikasi yang berfungsi dan mesra pengguna. Penglibatan mereka memastikan aspek teknikal aplikasi adalah kukuh dan mampu menyokong keperluan pedagogi yang dikenal pasti oleh pendidik.

Pemilihan peserta ini adalah strategik, dengan fokus untuk memastikan proses pembangunan dimaklumkan oleh pemahaman yang menyeluruh tentang cabaran dan peluang dalam persekitaran pendidikan bagi murid yang mempunyai masalah pembelajaran. Dengan melibatkan kumpulan pelbagai pihak berkepentingan, kajian ini bertujuan untuk mencipta intervensi pendidikan yang bukan sahaja kukuh dari segi teknikal tetapi juga berkesan dari segi pedagogi dan berpusatkan murid.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam kajian ini dijalankan menggunakan kombinasi kaedah kualitatif dan kuantitatif bagi mendapatkan pemahaman mendalam tentang cabaran yang dihadapi oleh murid berkeperluan khas dan keberkesanan aplikasi pendidikan yang dicadangkan. Kaedah utama pengumpulan data termasuk temubual separa berstruktur, pemerhatian di dalam kelas, dan ujian prototaip.

3.3.1 Temubual separa Berstruktur

Temubual separa berstruktur dijalankan terhadap ketiga-tiga kumpulan iaitu murid, pendidik, dan pereka bentuk pengajaran. Temubual dengan murid memberi tumpuan kepada pengalaman pembelajaran mereka, cabaran yang mereka hadapi dengan alat pendidikan sedia ada, dan jangkaan mereka terhadap aplikasi baharu. Pendidik ditemubual untuk mendapatkan pandangan tentang cabaran

pedagogi yang mereka hadapi dan pandangan mereka tentang ciri-ciri dan fungsi yang perlu ada dalam aplikasi pendidikan agar ia berkesan untuk murid yang mempunyai masalah pembelajaran. Temubual dengan pereka bentuk pengajaran pula meneroka kekangan teknikal dan kemungkinan dalam membangunkan aplikasi yang memenuhi keperluan pendidikan yang dikenal pasti. Data daripada temubual ini dianalisa secara tematik untuk mengenal pasti corak dan tema utama yang mempengaruhi fasa-fasa reka bentuk seterusnya (Brinkmann & Kvale, 2018).

3.3.2 Pemerhatian di dalam Kelas

Pemerhatian di dalam kelas dijalankan untuk mendapatkan pemahaman sebenar bagaimana murid berkeperluan khas berinteraksi dengan alat pendidikan semasa dan cabaran spesifik yang mereka hadapi. Pemerhatian ini juga memberikan pandangan tentang strategi yang digunakan oleh pendidik untuk menyokong pembelajaran murid di dalam kelas. Nota lapangan diambil semasa pemerhatian ini, dengan tumpuan kepada penglibatan murid, kebolehgunaan alat, dan sebarang kesukaran yang diperhatikan. Data pemerhatian dianalisis secara sistematik untuk mengenal pasti isu-isu umum yang boleh ditangani oleh aplikasi pendidikan baharu.

3.3.3 Ujian Prototaip

Setelah prototaip awal dibangunkan, ia diuji dalam persekitaran bilik darjah sebenar. Ujian prototaip melibatkan pemerhatian terhadap cara murid berinteraksi dengan aplikasi tersebut, diikuti dengan sesi maklum balas di mana murid dan pendidik memberikan pandangan tentang pengalaman mereka. Ujian ini memberi tumpuan kepada menilai kebolehgunaan, kebolehcapaian, dan impak aplikasi terhadap penglibatan murid serta hasil pembelajaran. Fasa ini penting untuk mengenal pasti sebarang isu kebolehgunaan atau halangan pembelajaran yang perlu ditangani dalam iterasi prototaip berikutnya (Holmes et al., 2019).

Kombinasi kaedah pengumpulan data ini membolehkan pemahaman yang menyeluruh tentang keperluan dan cabaran dalam membangunkan alat pendidikan untuk murid dengan masalah pembelajaran. Pandangan yang diperoleh daripada temubual, pemerhatian, dan ujian prototaip memainkan peranan penting dalam membentuk reka bentuk akhir aplikasi, memastikan ia berkesan dan mesra pengguna.

3.4 Pembangunan Prototaip

Pembangunan prototaip merujuk kepada prinsip pemikiran reka bentuk, yang menekankan empati, penghasilan idea, prototaip, dan ujian berulang kali (Brown, 2019). Matlamatnya adalah untuk mencipta aplikasi pendidikan yang direka khusus untuk memenuhi keperluan kognitif murid berkeperluan khas. Proses pembangunan ini melibatkan beberapa peringkat utama: penyelidikan pengguna, penghasilan idea, pembinaan prototaip, dan penambahbaikan.

3.4.1 Penyelidikan Pengguna

Penyelidikan pengguna bertujuan memahami keperluan, cabaran, dan keutamaan khusus murid berkeperluan khas. Peringkat ini melibatkan temubual dan sesi perbincangan kumpulan berfokus dengan murid, pendidik, dan ibu bapa untuk mengumpul pandangan mengenai pengalaman pembelajaran harian dan kesulitan yang dihadapi (Henriksen, Richardson, & Mehta, 2017). Dapatan daripada penyelidikan ini membentuk asas reka bentuk prototaip, memastikan bahawa ia menangani keperluan sebenar pengguna.

3.4.2 Penghasilan Idea

Berdasarkan pandangan yang diperoleh semasa fasa penyelidikan pengguna, langkah seterusnya adalah proses penghasilan idea. Ini melibatkan sesi sumbang saran dengan pasukan pelbagai disiplin yang terdiri daripada pendidik, pereka bentuk pengajaran, dan pembangun perisian. Pasukan ini menghasilkan pelbagai idea untuk ciri dan fungsi yang berpotensi dimasukkan ke dalam aplikasi pendidikan. Tumpuan diberikan kepada mencipta aplikasi yang bukan sahaja berfungsi, tetapi juga menarik dan mudah diakses oleh murid yang mempunyai masalah pembelajaran (Razzouk & Shute, 2017).

3.4.3 Pembangunan Prototaip

Fasa seterusnya adalah idea yang dikenalpasti diterjemahkan ke dalam prototaip berkecanggihan rendah. Versi awal aplikasi ini termasuk ciri asas dan antara muka pengguna yang ringkas untuk menguji fungsi teras. Prototaip ini dibangunkan menggunakan metodologi 'agile', iaitu kaedah pembangunan berulang yang membolehkan pembangunan cepat terhadap maklum balas pengguna dan perubahan keperluan. Metodologi ini menekankan kolaborasi berterusan, penghantaran produk dalam kitaran yang singkat, dan penambahbaikan berasaskan maklum balas sebenar daripada pengguna akhir, seperti murid dan pendidik (Highsmith, 2016). Dalam konteks kajian ini, kumpulan pembangunan yang terdiri daripada pereka bentuk pengajaran, pendidik, dan pembangun perisian membahagikan proses pembangunan mengikut fasa, dengan setiap fasa memfokuskan pada penambahan ciri-ciri tertentu aplikasi. Setiap fasa mengambil masa dua minggu dan diakhiri dengan sesi ujian pengguna di sekolah. Maklum balas yang diterima digunakan untuk menambah baik antara muka pengguna, ciri sokongan seperti audio dan visual, serta keupayaan penyesuaian kandungan. Melalui kaedah ini, pembangunan aplikasi bukan sahaja menjadi lebih efisien, tetapi juga lebih mesra pengguna dan responsif terhadap keperluan sebenar murid berkeperluan khas. Kelebihan kaedah ini adalah masalah dapat diselesaikan dengan lebih cepat kerana komunikasi yang kerap dan struktur kerja yang fleksibel. Oleh itu, metodologi ini sangat berkesan dalam memastikan produk akhir benar-benar menyokong objektif pedagogi dan keperluan pengguna sasaran.

3.4.4 Penambahbaikan

Berdasarkan maklum balas daripada ujian awal, prototaip melalui beberapa iterasi. Setiap iterasi melibatkan penambahbaikan pada antara muka pengguna, penambahan ciri baharu, dan peningkatan keseluruhan kebolehgunaan aplikasi. Proses penambahbaikan ini bersifat berulang dan berpusatkan murid, memastikan bahawa prototaip akhir selaras dengan keperluan dan keutamaan murid. Versi akhir prototaip adalah aplikasi pendidikan berkecanggihan tinggi yang siap untuk ujian komprehensif dalam persekitaran pendidikan sebenar.

3.5 Ujian dan Penilaian

Fasa ujian dan penilaian adalah penting untuk menilai keberkesanan, kebolehgunaan, dan impak prototaip yang dibangunkan. Fasa ini melibatkan kaedah penilaian formatif dan sumatif untuk memastikan penilaian yang menyeluruh terhadap aplikasi pendidikan.

3.5.1 Penilaian Formatif

Penilaian formatif dijalankan sepanjang proses pembangunan, dengan tumpuan khusus pada pengumpulan maklum balas semasa iterasi penambahbaikan prototaip. Ini termasuk sesi ujian kebolehgunaan di mana murid berinteraksi dengan prototaip dalam persekitaran yang terkawal, dan pengalaman mereka diperhatikan serta direkodkan. Maklum balas yang dikumpulkan semasa sesi ini memainkan peranan penting dalam mengenal pasti sebarang isu kebolehgunaan, seperti kesukaran navigasi atau halangan kebolehcapaian, dan menanganinya dalam iterasi seterusnya.

Selain ujian kebolehgunaan, pendidik juga terlibat dalam proses penilaian formatif. Maklum balas mereka penting untuk memastikan bahawa kandungan pendidikan dan fungsi keseluruhan aplikasi selaras dengan matlamat pedagogi dan boleh diintegrasikan dengan berkesan dalam pengajaran bilik darjah (Mayer, 2017). Penilaian formatif membantu memperhalusi prototaip dan memastikan ia memenuhi keperluan pendidikan murid dengan masalah pembelajaran.

3.5.2 Penilaian Sumatif

Setelah prototaip akhir disiapkan, penilaian sumatif dijalankan untuk menilai keberkesanan keseluruhan dan impaknya terhadap hasil pembelajaran murid. Penilaian ini dijalankan dalam persekitaran bilik darjah sebenar di mana aplikasi digunakan selama beberapa minggu. Penilaian sumatif melibatkan kaedah pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif.

- Penilaian Kuantitatif: Ujian pra dan pasca dilaksanakan untuk mengukur peningkatan kognitif dan akademik murid yang menggunakan aplikasi pendidikan tersebut. Ujian ini memberi tumpuan kepada bidang seperti kefahaman membaca, kemahiran menyelesaikan masalah, dan pengekalan memori, yang merupakan objektif utama pembelajaran aplikasi ini (Holmes et al., 2019). Hasil ujian ini dianalisis secara statistik untuk menentukan keberkesanan aplikasi dalam meningkatkan hasil pembelajaran.
- Penilaian Kualitatif: Selain ukuran kuantitatif, data kualitatif dikumpulkan melalui temubual dan pemerhatian. Temubual dijalankan dengan murid, pendidik, dan ibu bapa untuk mendapatkan pandangan mereka tentang keberkesanan, kebolehgunaan, dan tahap penglibatan dengan aplikasi tersebut. Pemerhatian dilakukan untuk menilai bagaimana murid berinteraksi dengan aplikasi dalam persekitaran sebenar dan bagaimana ia mempengaruhi tingkah laku pembelajaran mereka (Seale, 2017).
- Hasil penilaian sumatif memberikan pemahaman yang menyeluruh tentang impak aplikasi pendidikan terhadap murid dengan masalah pembelajaran. Dapatan ini menyerlahkan kekuatan aplikasi serta bidang yang memerlukan penambahbaikan lanjut, memberikan pandangan yang berguna untuk pembangunan dan pelaksanaan masa depan.

3.5.3 Analisis Data

Data yang dikumpulkan semasa fasa ujian dan penilaian dianalisis menggunakan kombinasi kaedah statistik untuk data kuantitatif dan analisis tematik untuk data kualitatif (Braun & Clarke, 2019). Data kuantitatif daripada ujian pra dan pasca dianalisis menggunakan ujian-t berpasangan untuk menentukan kepentingan perbezaan dalam hasil pembelajaran sebelum dan selepas menggunakan aplikasi. Data kualitatif daripada temubual dan pemerhatian dikodkan dan dianalisis secara tematik untuk mengenal pasti corak dan tema yang berulang berkaitan dengan kebolehgunaan dan impak aplikasi. Analisis ini menyediakan penilaian yang komprehensif mengenai keberkesanan dan kebolehgunaan prototaip, yang penting untuk membuat keputusan yang berinformasi mengenai pembangunan lanjut dan potensi pengembangan aplikasi pendidikan tersebut.

4. Hasil Kajian

Bahagian ini membentangkan hasil kajian, termasuk data yang dikumpulkan daripada temubual dan pemerhatian, pembangunan dan ciri-ciri prototaip, serta keputusan ujian prototaip dalam persekitaran pendidikan sebenar. Dapatan ini disusun secara sistematik, bermula dengan penemuan kualitatif daripada temubual dan pemerhatian, diikuti dengan penerangan terperinci tentang pembangunan prototaip, dan diakhiri dengan data kuantitatif serta kualitatif daripada fasa ujian.

4.1 Penemuan daripada Temubual dan Pemerhatian

Data kualitatif yang dikumpulkan daripada temubual separa berstruktur dan pemerhatian di dalam kelas memberikan pandangan mendalam tentang cabaran yang dihadapi oleh murid yang mempunyai masalah pembelajaran, serta jangkaan pendidik dan pembangun terhadap aplikasi pendidikan. Analisis temubual dan pemerhatian mendedahkan beberapa tema yang berulang.

4.1.1 Cabaran Murid Berkeperluan Khas

Murid memperlihatkan cabaran yang ketara dalam berinteraksi dengan aplikasi konvensional sedia ada, terutamanya dalam menavigasi antara muka yang kompleks dan mengakses kandungan yang tidak disesuaikan dengan keperluan kognitif mereka. Sebagai contoh, murid yang mengalami disleksia mendapati antara muka yang banyak teks sebagai sesuatu yang membebankan dan sukar untuk dihadapi, manakala mereka yang mengalami diskalkulia menghadapi kesukaran dengan aplikasi yang tidak menyediakan bantuan visual atau penjelasan alternatif untuk konsep matematik. Salah seorang murid menyatakan, “Saya susah nak baca bila banyak tulisan. Saya suka kalau ada gambar dan suara,” yang menggambarkan keperluan terhadap antara muka yang lebih mesra pengguna dan pembelajaran berasaskan elemen visual dan auditori. Kenyataan ini menekankan kepentingan reka bentuk aplikasi yang responsif terhadap keperluan unik murid berkeperluan khas, terutamanya dalam aspek kebolehcapaian kandungan dan navigasi.

4.1.2 Jangkaan Pendidik

Pendidik menekankan keperluan untuk aplikasi pendidikan yang fleksibel dan boleh disesuaikan mengikut keperluan individu murid. Mereka menekankan kepentingan ciri-ciri seperti kandungan yang boleh disesuaikan, bantuan pembelajaran multiteria, dan maklum balas masa nyata. Pendidik juga menekankan keperluan untuk aplikasi yang boleh diintegrasikan dengan mudah ke dalam kurikulum sedia ada dan menyokong pengajaran berbeza. Seorang pendidik menyatakan bahawa, “Aplikasi perlu boleh diubah suai ikut tahap murid. Kalau semua sama, susah nak ajar murid yang lambat sikit,” yang memperlihatkan permintaan terhadap penyesuaian kandungan secara fleksibel bagi memastikan pengajaran lebih berkesan dan inklusif.

4.1.3 Pandangan Pereka Bentuk Pengajaran

Pereka bentuk pengajaran menekankan cabaran teknikal dalam mencipta aplikasi yang kukuh dan mesra pengguna. Mereka menekankan kepentingan ujian dan penambahbaikan berulang kali, terutamanya dalam memastikan aplikasi boleh diakses merentas pelbagai peranti dan platform. Keperluan untuk kerjasama dengan pendidik juga penting bagi memastikan ciri-ciri aplikasi selaras dengan pedagogi dan amalan terbaik dalam pendidikan khas. Mereka turut menegaskan keperluan kerjasama rapat dengan pendidik bagi memastikan ciri-ciri aplikasi selaras dengan pedagogi dan amalan terbaik dalam pendidikan khas, seperti dinyatakan oleh seorang pereka: “Kami perlu tahu apa yang murid dan cikgu perlukan dulu, baru boleh reka sesuatu yang betul-betul membantu”, yang mencerminkan keperluan pendekatan reka bentuk yang empatik dan berfokuskan pengguna.

4.2 Pembangunan Prototaip dan Ciri-ciri

Berdasarkan pandangan yang diperoleh daripada temubual dan pemerhatian, pembangunan prototaip dijalankan dalam beberapa peringkat iteratif. Prototaip akhir direka bentuk sebagai aplikasi pendidikan yang intuitif, boleh diakses, dan boleh disesuaikan untuk memenuhi keperluan murid yang mempunyai masalah pembelajaran.

4.2.1 Ciri-ciri Utama Prototaip

Prototaip akhir merangkumi ciri-ciri utama berikut:

- Kandungan yang boleh disesuaikan: Aplikasi ini membolehkan pendidik mengubah suai kandungan untuk memenuhi keperluan pembelajaran individu setiap murid. Ini termasuk

keupayaan untuk menyesuaikan tahap kesukaran tugas, menukar format penyampaian kandungan (contohnya, teks, audio, visual), dan menggabungkan bantuan multideria seperti imej, video, dan simulasi interaktif.

- Antara muka mesra pengguna: Antara muka direka bentuk untuk menjadi mudah dan intuitif, dengan laluan navigasi yang jelas dan teks yang minimum di skrin. Antara sokongan disediakan adalah menawarkan pilihan untuk menukar jenis dan saiz fon serta menukar teks kepada pertuturan.
- Maklum balas masa nyata: Aplikasi ini menyediakan maklum balas segera mengenai prestasi murid, membolehkan mereka memahami kesilapan mereka dan belajar daripadanya secara masa nyata. Ciri ini amat bermanfaat bagi murid yang mempunyai masalah pembelajaran, kerana ia membantu mengukuhkan pembelajaran dan meningkatkan pengekalan.
- Bantuan pembelajaran multideria: Untuk memenuhi keperluan pembelajaran yang pelbagai, aplikasi ini termasuk bantuan pembelajaran multi-deria seperti diagram interaktif untuk murid yang mengalami diskalkulia, dan kandungan audio-visual untuk menyokong kefahaman bagi murid yang mengalami disleksia.

4.2.2 Proses Pembangunan Prototaip

Proses pembangunan dijalankan secara iteratif, melibatkan ujian dan penambahbaikan berterusan berdasarkan maklum balas daripada murid dan pendidik. Penggunaan metodologi tangkas membolehkan pasukan pembangunan membuat penyesuaian pantas sebagai tindak balas kepada isu yang dikenal pasti, memastikan produk akhir adalah berkesan dan berpusatkan pengguna (Highsmith, 2016; Pal & Vanijja, 2020).

4.3 Keputusan Ujian

Prototaip telah diuji dalam persekitaran bilik darjah sebenar selama empat minggu. Ujian ini melibatkan 30 murid yang mempunyai masalah pembelajaran, dan hasilnya dibandingkan dengan prestasi mereka menggunakan alat pendidikan tradisional. Penilaian tertumpu kepada tiga kriteria utama: kebolegunaan, kebolehcapaian, dan impak terhadap perkembangan kognitif.

Bagi menilai kebolegunaan, kebolehcapaian dan impak terhadap perkembangan kognitif yang dibangunkan, beberapa instrumen digunakan dan disesuaikan berdasarkan sumber sedia ada yang relevan dengan murid bermasalah pembelajaran. Instrumen soal selidik kebolegunaan diadaptasi daripada *System Usability Scale (SUS)* dan diubahsuai berdasarkan keperluan murid yang merangkumi item seperti “Saya boleh guna aplikasi ini dengan mudah tanpa bantuan dan aplikasi ini senang untuk dinavigasi”. Bagi menilai kebolehcapaian, instrumen adalah berdasarkan *Universal Design for Learning (UDL)* untuk pembelajaran. Item yang digunakan adalah seperti “Saya boleh menukar jenis atau saiz tulisan untuk membaca dengan lebih baik dan membantu saya belajar dengan gambar, bunyi dan video”. Seterusnya, perkembangan kognitif dinilai melalui ujian pre dan post yang melibatkan tiga domain utama iaitu kefahaman membaca, penyelesaian masalah dan pengekalan memori. Latihan yang dilakukan bersama dengan murid adalah seperti menilai kefahaman teks bergambar, penyelesaian masalah matematik asas dan tugas pengekalan memori berdasarkan animasi.

Bagi memastikan kesahan kandungan, semua item disemak oleh tiga orang pakar dalam bidang Pendidikan Khas, Psikologi Pendidikan dan Reka Bentuk Pengajaran. Penilaian kesahan menggunakan indeks kesahan kandungan menunjukkan tahap kesahan yang tinggi. Sementara itu, kebolehpercayaan instrumen diuji melalui ujian rintis melibatkan sepuluh murid yang tidak terlibat dalam kajian utama. Kesemua instrumen ini memberikan asas yang kukuh untuk analisis data secara kuantitatif dalam kajian ini.

Kajian ini mengenal pasti dan membandingkan penggunaan aplikasi konvensional yang sedia ada dengan aplikasi prototaip yang dibangunkan secara khusus untuk murid yang mempunyai masalah pembelajaran. Aplikasi yang digunakan sebagai rujukan dalam kajian ini adalah aplikasi fonik asas belajar Bahasa Malaysia dan *Math Kids*. Hasil pemerhatian dan temubual mendapati bahawa aplikasi konvensional ini menyebabkan murid berkeperluan khas sukar menavigasi kandungan, mengalami beban kognitif, dan kurang penglibatan aktif dalam pembelajaran. Manakala aplikasi prototaip yang dibangunkan dalam kajian ini menggunakan pendekatan Pemikiran Reka Bentuk dengan penekanan keperluan unik murid disleksia, diskalkulia, dan disgrafia. Ciri utama aplikasi prototaip ialah kandungan yang boleh disesuaikan, sokongan pembelajaran multideria, maklum balas masa nyata dan antara muka mesra pengguna. Aplikasi ini dibangunkan secara iteratif dengan penglibatan guru, murid dan pereka bentuk pengajaran melalui sesi maklum balas berterusan, dan diuji dalam persekitaran bilik darjah sebenar.

4.3.1 Kebolehgunaan

Kebolehgunaan dinilai berdasarkan navigasi murid terhadap aplikasi dalam penyelesaian tugas. Keputusan menunjukkan peningkatan ketara dalam kebolehgunaan dengan prototaip yang dibangunkan berbanding aplikasi konvensional sedia ada seperti dalam Jadual 1.

Jadual 1: Perbandingan Kebolehgunaan antara Aplikasi Konvensional dan Aplikasi Prototaip

Kriteria	Aplikasi Konvensional	Aplikasi Prototaip
Kemudahan navigasi	55%	85%
Kadar penyelesaian tugas	60%	90%
Penglibatan murid	50%	88%

4.3.2 Kebolehcapaian

Kebolehcapaian dinilai berdasarkan sejauh mana aplikasi tersebut memenuhi keperluan pelbagai murid yang mempunyai masalah pembelajaran. Prototaip menunjukkan peningkatan ketara dalam kebolehcapaian, terutamanya dalam menawarkan kandungan yang boleh disesuaikan dan bantuan pembelajaran multi-deria seperti dalam Jadual 2.

Jadual 2: Perbandingan Kebolehcapaian antara Aplikasi Konvensional dan Aplikasi Prototaip

Kriteria	Aplikasi Konvensional	Aplikasi Prototaip
Kandungan yang boleh disesuaikan	40%	95%
Bantuan pembelajaran multideria	35%	90%
Kebolehcapaian bagi disleksia	45%	92%
Kebolehcapaian bagi diskalkulia	50%	89%

4.3.3 Impak terhadap Perkembangan Kognitif

Impak terhadap perkembangan kognitif diukur melalui ujian pra dan pasca yang menilai peningkatan dalam kefahaman membaca, kemahiran menyelesaikan masalah, dan pengekalan memori. Keputusan menunjukkan bahawa murid yang menggunakan aplikasi prototaip menunjukkan peningkatan ketara

dalam perkembangan kognitif berbanding mereka yang menggunakan aplikasi konvensional seperti dalam Jadual 3.

Jadual 3: Perbandingan Perkembangan Kognitif antara Aplikasi Konvensional dan Aplikasi Prototaip

Kemahiran Kognitif	Aplikasi Konvensional (Peningkatan %)	Aplikasi Prototaip (Peningkatan %)
Kefahaman Membaca	15%	35%
Kemahiran Menyelesaikan Masalah	12%	40%
Pengekalan Memori	18%	38%

4.4 Ringkasan

Keputusan ujian menunjukkan bahawa aplikasi prototaip secara signifikan mengatasi aplikasi konvensional sediaada dari segi kebolegunaan, kebolehcapaian, dan impak terhadap perkembangan kognitif. Maklum balas positif daripada murid dan pendidik, berserta dengan peningkatan kuantitatif yang diperhatikan, mencadangkan bahawa prototaip ini mempunyai potensi yang kuat untuk dilaksanakan secara lebih meluas dalam persekitaran pendidikan untuk murid yang mempunyai masalah pembelajaran.

5. Perbincangan

Dapatan kajian memberikan pandangan yang penting tentang pembangunan dan pelaksanaan aplikasi pendidikan yang direka untuk murid yang mempunyai masalah pembelajaran. Prototaip yang dibangunkan melalui kerangka pemikiran reka bentuk didapati jauh lebih berkesan berbanding alat pendidikan tradisional dalam pelbagai dimensi, termasuk kebolegunaan, kebolehcapaian, dan impak terhadap perkembangan kognitif.

Kebolegunaan: Kebolegunaan prototaip yang lebih baik, seperti yang dibuktikan oleh skor yang lebih tinggi dalam kemudahan navigasi, kadar penyelesaian tugas, dan penglibatan murid, boleh dikaitkan dengan reka bentuk berpusatkan murid. Ini selaras dengan kajian terdahulu yang menekankan kepentingan antara muka yang intuitif dalam menyokong murid dengan masalah pembelajaran (Holmes et al., 2019). Dapatan ini mencadangkan bahawa apabila intervensi direka dengan mengambil kira keperluan khusus murid, ia lebih berkemungkinan memudahkan pembelajaran yang berkesan.

Kebolehcapaian: Peningkatan ketara dalam kebolehcapaian menggunakan prototaip, terutamanya untuk murid dengan disleksia dan diskalkulia menunjukkan pengukuhan peranan penting kandungan yang boleh disesuaikan dan bantuan pembelajaran multi-deria. Ciri-ciri ini membolehkan persekitaran pembelajaran yang lebih inklusif, memenuhi keperluan pelbagai murid dengan profil kognitif yang berbeza (Henriksen, Richardson, & Mehta, 2017). Kajian ini memperkukuh pandangan bahawa kebolehcapaian bukan sekadar memberikan akses tetapi memastikan kandungan disampaikan dengan cara yang bermakna dan boleh diurus oleh semua pelajar.

Impak terhadap Perkembangan Kognitif: Peningkatan ketara dalam kemahiran kognitif, seperti kefahaman membaca, penyelesaian masalah, dan pengekalan memori, menekankan potensi aplikasi pendidikan yang direka dengan baik untuk meningkatkan hasil pembelajaran murid yang mempunyai masalah pembelajaran secara signifikan. Dapatan ini selaras dengan literatur mengenai keberkesanan

persekitaran pembelajaran yang dipertingkatkan dengan teknologi dalam mempromosikan perkembangan kognitif (Mayer, 2017). Maklum balas masa nyata dan elemen interaktif prototaip mungkin menyumbang kepada hasil positif ini dengan mengukuhkan pembelajaran dan membantu dalam pengekalan maklumat.

5.1 Sumbangan kepada Bidang

Kajian ini menyumbang kepada bidang teknologi pendidikan dan pendidikan khas dalam pendekatan yang berkesan. Pertama, ia menunjukkan keberkesanan pendekatan pemikiran reka bentuk dalam membangunkan aplikasi pendidikan yang berpusatkan murid dan selaras dengan pedagogi. Dengan melibatkan murid, pendidik, dan pereka bentuk aplikasi dalam proses reka bentuk iteratif, kajian ini memastikan bahawa prototaip yang dihasilkan adalah selaras dengan keperluan dan keutamaan murid berkeperluan khas.

Kedua, kajian ini menyediakan bukti empirikal yang menyokong penggunaan teknologi untuk meningkatkan hasil pembelajaran murid yang mempunyai masalah pembelajaran. Peningkatan yang ketara yang diperhatikan dalam kebolehgunaan, kebolehcapaian, dan perkembangan kognitif mencadangkan bahawa aplikasi pendidikan boleh menjadi alat penting untuk menyokong murid yang pelbagai, terutamanya apabila ia direka dengan pemahaman tentang cabaran khusus yang dihadapi.

Akhirnya, kajian ini menekankan kepentingan kebolehcapaian dalam reka bentuk pendidikan, menunjukkan bahawa kandungan yang boleh disesuaikan dan bantuan pembelajaran multi-deria bukan sahaja bermanfaat tetapi penting untuk mewujudkan persekitaran pembelajaran yang inklusif. Dapatan ini mempunyai implikasi untuk pendidik, pembangun, dan penggubal dasar, menekankan keperluan untuk mengutamakan kebolehcapaian dalam reka bentuk dan pelaksanaan teknologi pendidikan.

5.2 Keterbatasan dan Penyelidikan Masa Depan

Walaupun kajian ini menawarkan pandangan yang berharga, ia tidak terlepas daripada keterbatasan. Salah satu keterbatasan adalah saiz sampel yang agak kecil, yang mungkin mengehadkan kebolehlaksanaan dapatan kajian ini. Penyelidikan masa depan boleh melibatkan sampel yang lebih besar dan lebih pelbagai untuk mengesahkan keputusan dan meluaskan kebolehlaksanaan dapatan dalam pelbagai konteks pendidikan.

Keterbatasan lain adalah tempoh ujian yang pendek. Prototaip diuji selama empat minggu, yang mungkin tidak mencukupi untuk menangkap sepenuhnya kesan jangka panjang penggunaan aplikasi terhadap perkembangan kognitif murid. Kajian longitudinal diperlukan untuk menilai kesan berterusan alat pendidikan sedemikian dalam jangka masa yang lebih panjang.

Tambahan pula, kajian ini memberi tumpuan terutamanya kepada hasil kognitif penggunaan prototaip. Penyelidikan masa depan boleh meneroka kesan sosio-emosi aplikasi sedemikian, termasuk bagaimana ia mempengaruhi motivasi, keberkesanan diri, dan keseluruhan penglibatan murid dalam pembelajaran. Selain itu, terdapat keperluan untuk meneroka skalabiliti prototaip untuk penggunaan yang lebih meluas dalam pelbagai persekitaran pendidikan, termasuk bilik darjah arus perdana.

6. Kesimpulan

Kesimpulan ini merumuskan dapatan utama kajian, membincangkan implikasinya untuk amalan, dan menekankan potensi untuk kemajuan masa depan dalam bidang teknologi pendidikan untuk murid yang mempunyai masalah pembelajaran. Kajian ini bertujuan untuk membangunkan dan menilai prototaip aplikasi pendidikan yang direka untuk memenuhi keperluan murid yang mempunyai masalah pembelajaran. Melalui penerapan kerangka pemikiran reka bentuk, kajian ini berjaya menghasilkan prototaip yang menunjukkan prestasi yang jauh lebih baik berbanding alat pendidikan konvensional.

sedia ada dari segi kebolegunaan, kebolehcapaian, dan impak terhadap perkembangan kognitif. Dapatan kajian menunjukkan bahawa reka bentuk berpusatkan murid, kandungan yang boleh disesuaikan, dan bantuan pembelajaran multi-deria prototaip adalah faktor penting dalam mencapai hasil ini. Murid menunjukkan peningkatan dalam penglibatan, penyelesaian tugas, dan kemahiran kognitif, mencadangkan bahawa prototaip ini adalah alat yang berkesan untuk menyokong pelajar yang pelbagai.

6.1 Implikasi

Implikasi kajian ini adalah luas untuk pendidik, pereka bentuk pengajaran, dan penggubal dasar. Bagi pendidik, kajian ini menekankan kepentingan mengintegrasikan teknologi yang direka khusus untuk menangani cabaran unik yang dihadapi oleh murid yang mempunyai masalah pembelajaran. Ciri-ciri prototaip yang boleh disesuaikan dan boleh diakses menyediakan model bagaimana alat pendidikan boleh diadaptasi untuk memenuhi keperluan pembelajaran individu, dengan itu menggalakkan persekitaran pembelajaran yang lebih inklusif.

Bagi pereka bentuk pengajaran dan pembangun, dapatan kajian ini menekankan nilai menggunakan pemikiran reka bentuk dalam pembangunan aplikasi pendidikan. Dengan melibatkan pengguna akhir secara aktif dalam proses reka bentuk, pembangun boleh mencipta alat yang lebih berkesan dan mesra pengguna yang menyokong matlamat pendidikan murid yang mempunyai masalah pembelajaran dengan lebih baik.

Penggubal dasar perlu mengambil perhatian terhadap penekanan kajian ini terhadap kebolehcapaian, dan menyokong penggunaan teknologi pendidikan yang mengutamakan keperluan semua pelajar. Ini termasuk mempromosikan pembangunan piawaian dan garis panduan untuk reka bentuk kandungan pendidikan yang boleh diakses, serta menyediakan sumber dan latihan untuk pendidik bagi mengintegrasikan alat ini ke dalam amalan pengajaran mereka dengan berkesan.

Kesimpulannya, kajian ini menunjukkan potensi aplikasi pendidikan yang direka dengan baik untuk meningkatkan hasil pembelajaran murid yang mempunyai masalah pembelajaran secara signifikan. Dapatan ini menyediakan asas yang kukuh untuk penyelidikan dan pembangunan masa depan dalam bidang ini, dengan matlamat utama mewujudkan persekitaran pembelajaran yang lebih inklusif, berkesan, dan menarik untuk semua murid.

Rujukan

Anderson, T., & Shattuck, J. (2016). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25. Doi:10.3102/0013189X11428813

Baker, T., & Smith, L. (2019). Educating for a digital future: The challenge of AI in learning. *Journal of Educational Technology*, 35(2), 123-136.

Braun, V., & Clarke, V. (2019). Reflecting on reflexive thematic analysis. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 11(4), 589-597.

Bishop, D. V., & Snowling, M. J. (2016). Developmental dyslexia and specific language impairment: Same or different? *Psychological Bulletin*, 142(6), 1393-1430.

Bower, M. (2017). Design of technology-enhanced learning: Integrating design thinking, learning outcomes, and digital experiences. *Australian Educational Researcher*, 44(3), 233-253.

Brinkmann, S., & Kvale, S. (2018). *Doing interviews*. Sage.

Brown, T. (2019). *Change by design: How design thinking creates new alternatives for business and society*. Harper Business.

Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., & Hornstein, M. (2020). Destination, imagination, and the fires within: Design thinking in a middle school classroom. *International Journal of Technology and Design Education*, 30(4), 675-692.

Cumming, T. M., Strnadová, I., & Singh, S. (2018). Interactive technologies to support students with intellectual disabilities in the classroom: A multisite case study. *Australasian Journal of Special Education*, 42(1), 23-37.

Goldman, S., & Kabayadondo, Z. (2017). Taking design thinking to school: How the technology of design can transform teachers, learners, and classrooms. *Routledge*.

Hatchuel, A. (2018). Design theory and collective creativity: A sociotechnical approach to innovation in education. *Creativity and Innovation Management*, 27(4), 413-423.

Henriksen, D., Richardson, C., & Mehta, R. (2017). Design thinking: A creative approach to educational problems of practice. *Thinking Skills and Creativity*, 26, 140-153.

Henriksen, D., & Richardson, C. (2019). Designing for creativity in the face of challenges: A framework for a design-based approach in education. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 173-182.

Highsmith, J. (2016). *Agile project management: Creating innovative products* (2nd ed.). Addison-Wesley Professional.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Center for Curriculum Redesign.

Mace, R. (2019). Universal design in education: Principles and practices. *Journal of Accessibility and Design for All*, 9(2), 117-131.

Mayer, R. E. (2017). Using multimedia for e-learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(5), 403-423. <https://doi.org/10.1111/jcal.12197>

McArthur, G. M., Filardi, N., Francis, D. A., Boyes, M. E., & Badcock, N. A. (2016). Self-concept in poor readers: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 57(5), 586-595.

Ok, M. W., Kim, W., & Shim, J. Y. (2020). Interactive mobile apps and students with disabilities: Supporting academic learning and social interaction. *Journal of Special Education Technology*, 35(3), 3-13.

Pal, J., & Vanijja, V. (2020). Bridging the digital divide: Understanding differences in students' proficiency with digital platforms in educational settings. *Education and Information Technologies*, 25(3), 2009-2028. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10236-5>

Parsons, S. (2017). Learning to work together: Designing a multi-user virtual reality game for social collaboration and perspective-taking for children with autism. *Computers in Human Behavior*, 75, 583-593.

Razzouk, R., & Shute, V. (2017). What is design thinking and why is it important? *Review of Educational Research*, 82(3), 330-348.

Sahin, A. & Ozenc, E.G. (2021). The Use of Educational Software in Teaching Initial Reading and Writing. *International Journal of Progressive Education*, 17(4), 373-389. doi: 10.29329/ijpe.2021.366.23

Salinas, M., & Johri, A. (2020). Digital equity in education: The role of technology and design in learning. *Journal of Educational Computing Research*, 58(2), 379-398.

Smith, R., & Alty, J. (2021). Addressing cognitive diversity: A new approach to inclusive education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1-15.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Smith, J. P., & Brown, K. A. (2021). Interactive Technologies in Special Education: The Impact on Student Achievement. *TechTrends*, 65(2), 163-172

Vlachogianni, P., & Tselios, N. (2022). Perceived usability evaluation of educational technology using System Usability Scale (SUS): A systematic review. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(3), 392-409

White, H. S., & Gardner, M. (2023). Implementing user-centered design in educational technology for special needs students: A participatory approach. *Educational Technology Research and Development*, 71(2), 379-400. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10123-7>

Yenduri, G., Kaluri, R., Rajput, D S., Lakshman, K., Gadekallu, T R., Mahmud, M., & Brown, D. (2023). From Assistive Technologies to Metaverse—Technologies in Inclusive Higher Education for Students With Specific Learning Difficulties: A Review. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 11, 64907-64927. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3289496>