Pertanika J. Soc. Sci. & Hum. 34 (5): 2541 - 2567 (2026)

PERTANIKA JOURNALS

SOCIAL SCIENCES & HUMANITIES

Journal homepage: http://www.pertanika.upm.edu.my/

Artikel Ulasan

Tinjauan Literatur Sistematik Terhadap Aplikasi Realiti Maya (VR) Dalam Pedagogi Pendidikan Murid Bermasalah Pendengaran

Ameer Fuhaili Mohamad Hashim[1]* and Ahmad Zulfadli Mohamad Hashim[2]

[1]Faculty of Business & Communication, Universiti Malaysia Perlis (UniMAP), S2-L1-20, Kampus UniCITI Alam, Sungai Chuchuh, 02100 Padang Besar, Perlis, Malaysia
[2]Department of Chemical Engineering, Universiti Teknologi Petronas, 32610 Seri Iskandar, Perak, Malaysia

ABSTRAK

Kajian ini merupakan satu tinjauan literatur sistematik yang bertujuan menganalisis penggunaan Realiti Maya (Virtual Reality, VR) dalam pedagogi pendidikan murid bermasalah pendengaran, dengan memberi tumpuan kepada trend kajian, tema utama serta jurang dalam literatur bagi tempoh 2000 hingga Mei 2026. Pencarian literatur dilaksanakan secara sistematik melalui pangkalan data akademik utama, manakala pemilihan kajian dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang ditetapkan serta berpandukan garis panduan PRISMA 2020. Sebanyak 45 kajian yang memenuhi kriteria kelayakan telah dikenal pasti dan dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif serta tematik, dengan dapatan menunjukkan bahawa kajian berkaitan penggunaan VR dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran semakin berkembang pesat, khususnya selepas tahun 2020. Analisis tematik mengenal pasti enam tema utama, iaitu keterangkuman VR/AR, bahasa isyarat dan kecerdasan buatan (AI), pembelajaran bahasa dan kognitif, gamifikasi, interaksi multimodal serta penerimaan teknologi. Walau bagaimanapun, beberapa jurang turut dikenal pasti, termasuk dominasi kajian berskala kecil, kekurangan kajian longitudinal, integrasi VR yang terhad dalam persekitaran bilik darjah sebenar, konteks kajian yang sempit serta kurangnya perhatian terhadap perkembangan sosial dan emosi murid. Kesimpulannya, tinjauan ini menegaskan potensi besar VR dalam menyokong pembelajaran inklusif dan inovatif bagi murid bermasalah pendengaran, namun jurang metodologi yang dikenal pasti menunjukkan keperluan untuk kajian berskala lebih besar, longitudinal dan berasaskan bilik darjah sebenar. Justeru, kajian masa depan perlu memberi penekanan kepada keberkesanan jangka panjang serta integrasi

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 30 June 2026
Accepted: 02 September 2026
Published: 30 October 2026

DOI: https://doi.org/10.47836/pjssh.34.5.09

E-mail addresses:
ameerfuhailimh256@gmail.com (Ameer Fuhaili Mohamad Hashim)
zulfadli116@gmail.com (Ahmad Zulfadli Mohamad Hashim)
* Corresponding author

e-ISSN: 2231-8534

© Universiti Putra Malaysia Press

holistik VR dalam konteks pengajaran sebenar, bagi memastikan perkembangan kognitif dan sosioemosi murid dapat disokong secara menyeluruh.

Kata Kunci: Pedagogi, pendidikan khas, realiti maya, teknologi imersif, tinjauan literatur sistematik, murid bermasalah pendengaran

Systematic Literature Review on the Application of Virtual Reality (VR) in the Pedagogy of Education for Students with Hearing Impairments

ABSTRACT

This study is a systematic literature review aimed at analysing the use of Virtual Reality (VR) in the pedagogy of students with hearing impairments, with a focus on research trends, key themes, and gaps in the literature between 2000 and May 2026. The literature search was conducted systematically across major academic databases, while study selection was based on established inclusion and exclusion criteria and guided by the PRISMA 2020 framework. A total of 45 eligible studies were identified and analysed using descriptive and thematic approaches, with findings indicating that research on the use of VR in the education of students with hearing impairments has grown significantly, particularly since 2020. Thematic analysis identified six major themes: VR/AR inclusivity, sign language and artificial intelligence (AI), language and cognitive learning, gamification, multimodal interaction, and technology acceptance. Nevertheless, several gaps were observed, including the predominance of small-scale studies, the lack of longitudinal research, limited integration of VR in real classroom settings, narrow research contexts, and insufficient attention to students' social and emotional development. In conclusion, this review highlights the growing potential of VR to support inclusive and innovative learning for students with hearing impairments, while also underscoring the need for larger-scale, longitudinal, and classroom-based studies. Future research should therefore prioritise long-term effectiveness and the holistic integration of VR into authentic teaching contexts, ensuring that both cognitive and socio-emotional development are adequately addressed.

Keywords: *Immersive technology, pedagogy, special education, students with hearing impairment, systematic literature review, Virtual Reality (VR)*

PENGENALAN

Pendidikan murid bermasalah pendengaran masih berhadapan dengan cabaran dalam memastikan akses yang setara kepada kandungan kurikulum, khususnya dalam persekitaran bilik darjah yang banyak bergantung pada input auditori dan teks (Antia et al., 2020; Marschark & Knoors, 2012). Cabaran ini tidak hanya mempengaruhi kefahaman konsep, tetapi turut berkait dengan perkembangan bahasa, kognitif, literasi dan sosioemosi, yang boleh memberi kesan terhadap pencapaian akademik dalam jangka panjang (Calderon

& Naidu, 2020; Geers & Nicholas, 2020; Hall et al., 2017; Porcar-Gozalbo et al., 2024; Tomblin et al., 2015). Pelbagai sokongan seperti Pelan Pendidikan Individu (IEP), bahasa isyarat dan bahan visual telah digunakan untuk mengurangkan cabaran tersebut. Namun, pelaksanaannya masih berbeza mengikut kesiapsiagaan guru, kapasiti sekolah dan ketersediaan sumber sokongan (Luckner & Bowen, 2020; Wong & Rashid, 2022). Keadaan ini menunjukkan bahawa pendekatan pedagogi sedia ada masih perlu diperkukuh agar lebih responsif terhadap kepelbagaian keperluan pembelajaran murid bermasalah pendengaran.

Perkembangan teknologi pendidikan pula membuka ruang kepada penggunaan teknologi imersif sebagai salah satu pendekatan untuk melengkapkan kaedah pengajaran sedia ada (Hew & Brush, 2007, 2019; Luckin et al., 2016). Realiti maya (VR), khususnya, menyediakan persekitaran pembelajaran yang membolehkan murid meneroka simulasi, berinteraksi dengan objek dan mengalami situasi pembelajaran yang sukar diwujudkan melalui penyampaian konvensional (Kaplan-Rakowski & Thrasher, 2025; Radianti et al., 2020). Dari sudut teori pembelajaran, penggunaan VR sering dikaitkan dengan konstruktivisme kerana pengetahuan dibina melalui pengalaman dan interaksi dengan persekitaran pembelajaran (Dalgarno & Lee, 2010; Slater & Sanchez-Vives, 2016). Bagi murid bermasalah pendengaran, keupayaan VR untuk menyampaikan maklumat secara visual dan spatial berpotensi memberikan bentuk pengalaman pembelajaran yang lebih selaras dengan keperluan mereka (Antia et al., 2020; Marschark & Knoors, 2012; Mayer, 2009; Sweller et al., 2011). Walau bagaimanapun, kelebihan tersebut tidak semestinya menghasilkan peningkatan pembelajaran secara langsung. Keberkesanan VR dipengaruhi oleh reka bentuk pedagogi, kandungan, bentuk interaksi dan konteks penggunaannya dalam pengajaran sebenar (Fowler, 2015; Jensen & Konradsen, 2018; Makransky & Petersen, 2021; Merchant et al., 2014; Parong & Mayer, 2018; Radianti et al., 2020).

Walaupun minat terhadap VR dalam pendidikan semakin meningkat, literatur khusus berkaitan murid bermasalah pendengaran masih menunjukkan beberapa keterbatasan. Kajian terdahulu tersebar merentas bidang seperti teknologi pendidikan, interaksi manusia-komputer, pendidikan khas dan pembangunan sistem, menyebabkan hubungan antara kerangka teori, reka bentuk teknologi dan amalan pedagogi belum dapat dihuraikan secara menyeluruh (Demir, 2022; Radianti et al., 2020). Sebahagian besar kajian juga memberikan perhatian kepada pembangunan teknologi dan aspek teknikal, sedangkan pelaksanaan VR dalam proses pengajaran dan pembelajaran di bilik darjah masih kurang diterokai (Antia et al., 2020; Marschark & Knoors, 2012). Persoalan berkaitan kesiapsiagaan guru, kesesuaian VR dengan kurikulum, kebolehskalaan pelaksanaan dan keberkesanan dalam konteks pendidikan sebenar juga belum mendapat perhatian yang mencukupi (Hew & Brush, 2019). Selain itu, keterbatasan kajian jangka panjang

menyukarkan penilaian terhadap sama ada manfaat penggunaan VR dapat dikekalkan dan diterjemahkan kepada peningkatan pembelajaran dari semasa ke semasa.

Keadaan tersebut menunjukkan keperluan untuk melihat perkembangan kajian VR bukan hanya dari sudut kemajuan teknologi, tetapi juga berdasarkan perubahan fokus kajian, pendekatan pedagogi, reka bentuk kajian dan bukti empirikal yang dihasilkan. Walaupun terdapat kajian berkaitan VR untuk murid bermasalah pendengaran, pengetahuan tentang pola perkembangan bidang tersebut masih bersifat terpisah. Belum jelas bagaimana fokus kajian berubah mengikut tempoh, di mana kajian dijalankan, reka bentuk dan kaedah statistik yang digunakan, serta tema pedagogi yang paling banyak diberi perhatian. Kekurangan sintesis yang menyatukan aspek-aspek tersebut menyukarkan usaha untuk mengenal pasti arah perkembangan bidang dan jurang yang masih memerlukan penelitian.

Sehubungan itu, kajian ini menjalankan tinjauan literatur sistematik terhadap kajian VR dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran bagi tempoh 2000 hingga Mei 2026. Kajian ini mempunyai tiga tujuan utama: (1) menganalisis trend penerbitan berdasarkan tahun, lokasi kajian, reka bentuk kajian dan kaedah statistik; (2) mengenal pasti tema utama berkaitan penggunaan VR dalam pedagogi murid bermasalah pendengaran; dan (3) mengenal pasti jurang kajian dari aspek teknologi, pedagogi, metodologi dan pelaksanaan. Sintesis ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih menyeluruh tentang perkembangan bidang serta menyediakan asas untuk kajian yang lebih berorientasikan pedagogi dan keperluan

SOROTAN KAJIAN

Kehilangan pendengaran (*hearing loss*, HL) merupakan isu kesihatan dan pendidikan yang melibatkan lebih daripada 1.5 bilion individu di seluruh dunia, dan jumlah ini diunjurkan meningkat kepada kira-kira 2.5 bilion menjelang tahun 2050 (WHO, 2021, 2023). HL merangkumi spektrum tahap keparahan daripada ringan hingga sangat teruk, manakala individu yang mengalaminya lazimnya dikategorikan sebagai kurang pendengaran atau pekak berdasarkan tahap fungsi pendengaran dan pilihan komunikasi (Marschark et al., 2011; WHO, 2021). Dalam konteks pendidikan, kesan HL tidak terbatas kepada aspek pendengaran, tetapi turut berkait dengan perkembangan bahasa, literasi dan pencapaian akademik. Kekurangan akses kepada input auditori, khususnya pada tempoh kritikal perkembangan bahasa, boleh menjejaskan pemerolehan bahasa, penguasaan kosa kata dan kefahaman bacaan (Marschark et al., 2011; Mayer & Trezek, 2018; Qi & Mitchell, 2012). Cabaran tersebut turut mempunyai kaitan dengan tuntutan kognitif pembelajaran yang berasaskan verbal, termasuk keperluan terhadap memori kerja, perhatian dan pemprosesan maklumat (Hauser et al., 2010; Marschark et al., 2015). Kesannya, murid bermasalah pendengaran berisiko berhadapan dengan jurang pencapaian

yang berterusan, terutama dalam bidang pembelajaran yang banyak bergantung pada literasi dan komunikasi verbal (Knoors & Marschark, 2014; Mayer & Trezek, 2018).

Cabaran tersebut menjadi lebih ketara apabila persekitaran pengajaran tidak menyediakan akses komunikasi yang mencukupi. Kebergantungan terhadap penyampaian lisan boleh mengehadkan kefahaman dan penyertaan murid bermasalah pendengaran dalam aktiviti bilik darjah, termasuk pembelajaran kolaboratif yang memerlukan interaksi secara berterusan (Marschark & Knoors, 2012; UNESCO, 2020). Kekurangan sari kata, sokongan visual dan akses kepada jurubahasa bahasa isyarat yang konsisten turut menjejaskan peluang murid mengikuti kandungan pembelajaran secara setara (UNESCO, 2020; WHO, 2021). Faktor persekitaran ini berinteraksi dengan aspek individu seperti motivasi, literasi, penguasaan bahasa isyarat dan pengalaman pembelajaran akademik, yang kesemuanya boleh mempengaruhi pencapaian pendidikan (Antia et al., 2009; Elias et al., 2010; Marschark et al., 2011; Reed et al., 2008). Dari perspektif sosioemosi pula, keterbatasan komunikasi dan interaksi dengan rakan sebaya boleh meningkatkan risiko pengasingan sosial serta menjejaskan keyakinan dan hubungan sosial murid (Bat-Chava & Deignan, 2001; Theunissen et al., 2014). Keadaan ini menunjukkan bahawa cabaran pendidikan murid bermasalah pendengaran bukan semata-mata berkaitan dengan keupayaan individu, tetapi turut dipengaruhi oleh sejauh mana persekitaran pembelajaran menyediakan akses yang sesuai dengan keperluan komunikasi mereka.

Perkembangan teknologi pendidikan membuka ruang kepada pendekatan yang dapat mengurangkan sebahagian daripada kekangan tersebut. Antara teknologi yang semakin mendapat perhatian ialah Realiti Maya (VR), yang menyediakan persekitaran pembelajaran berasaskan visual, interaktif dan simulasi. Ciri ini menjadikan VR relevan dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran kerana penyampaian maklumat tidak bergantung sepenuhnya pada input auditori. Dalam pendidikan, pengalaman tiga dimensi dan interaktif yang disediakan oleh VR berpotensi membantu murid membina gambaran yang lebih konkrit terhadap konsep abstrak serta meningkatkan penglibatan mereka dalam aktiviti pembelajaran (Abdul Majid et al., 2018; Safar & Abdul Raman, 2021). Kajian berkaitan teknologi imersif juga menunjukkan potensi VR dalam meningkatkan motivasi dan penglibatan melalui pengalaman pembelajaran yang lebih aktif dan berasaskan pengalaman (Abdullah et al., 2021; Lin et al., 2024; Yusoff et al., 2021). Dalam pendidikan khas, penggunaan VR dan realiti terimbuh (AR) turut mula diterokai bagi menyokong pembelajaran konsep yang kompleks, termasuk dalam Matematik (Chong et al., 2025). Walaupun demikian, penerapan teknologi imersif dalam pendidikan masih berhadapan dengan kekangan kos, infrastruktur, kebolehgunaan dan kesediaan guru untuk mengintegrasikannya dalam pengajaran (Chin & Osman, 2025; Ghani et al., 2022; Rahim & Abdul Ghani, 2022).

Relevansi VR terhadap pendidikan murid bermasalah pendengaran dapat diperjelas melalui pendekatan pedagogi yang menekankan pembelajaran aktif, pengalaman dan kebolehcapaian. Dari perspektif konstruktivisme, pembelajaran berlaku melalui proses pembinaan pengetahuan berdasarkan pengalaman dan interaksi dengan persekitaran (Jonassen, 1991; Piaget, 1972; Vygotsky, 1978). VR menyediakan ruang untuk murid meneroka, memanipulasi dan mengalami situasi pembelajaran dalam persekitaran simulasi, sekali gus memberi peluang kepada pembinaan makna secara aktif dan kontekstual. Pendekatan ini turut selari dengan prinsip Universal Design for Learning (UDL), khususnya penyediaan pelbagai bentuk representasi dan penglibatan dalam pembelajaran (Meyer et al., 2014). Dalam konteks murid bermasalah pendengaran, ciri seperti visualisasi, teks, kapsyen, avatar bahasa isyarat dan interaksi berasaskan gerakan berpotensi memperluas akses kepada kandungan pembelajaran. Bukti terdahulu menunjukkan bahawa pembelajaran berasaskan VR boleh menyokong motivasi, penglibatan dan pengekalan pengetahuan, khususnya apabila pengalaman imersif digunakan untuk menghubungkan kandungan dengan situasi yang bermakna (Freina & Ott, 2015; Radianti et al., 2020). VR juga berpotensi menyokong pembelajaran *embodied* dan menyediakan ruang simulasi untuk latihan sosial serta komunikasi yang boleh dilakukan secara terkawal dan berulang (Parmaxi, 2020; Poobrasert & Cercone, 2008).

Walaupun potensi tersebut semakin mendapat perhatian, penggunaan VR dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran masih berhadapan dengan beberapa persoalan yang belum diselesaikan. Dari aspek teknologi, isu kos pembangunan, keperluan peralatan dan infrastruktur, kebolehgunaan serta *motion sickness* boleh mempengaruhi kebolehlaksanaan penggunaannya (Freina & Ott, 2015; Radianti et al., 2020). Dari sudut pedagogi pula, keberadaan teknologi semata-mata tidak menjamin peningkatan pembelajaran sekiranya reka bentuk pengalaman VR tidak disepadukan dengan objektif, kandungan dan strategi pengajaran yang sesuai. Dalam konteks pendidikan khas, kesediaan dan kompetensi guru juga menjadi faktor penting kerana keberkesanan teknologi bergantung pada keupayaan pendidik mengintegrasikan teknologi tersebut dalam amalan pengajaran sebenar (Ghani et al., 2022; Rahim & Abdul Ghani, 2022). Oleh itu, penelitian terhadap VR perlu melangkaui persoalan kebolehgunaan atau penerimaan teknologi dan turut mempertimbangkan bagaimana teknologi tersebut digunakan untuk mencapai hasil pembelajaran yang khusus.

Literatur sedia ada juga menunjukkan bahawa pengetahuan tentang penggunaan VR dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran masih tersebar merentasi pelbagai fokus kajian. Sebahagian kajian menumpukan aspek kognitif dan akademik seperti pemerolehan bahasa, kosa kata dan kefahaman konsep, manakala kajian lain memberi perhatian kepada

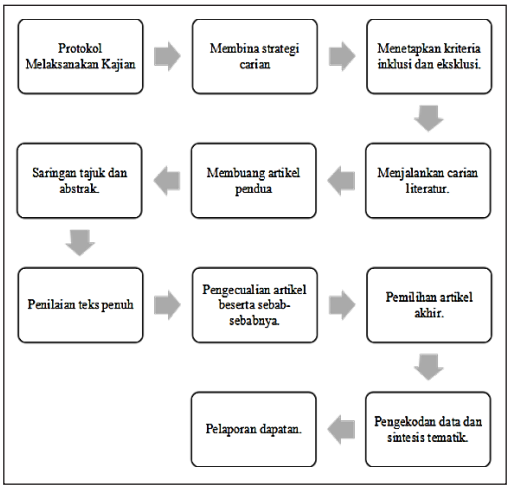
motivasi, penglibatan, kemahiran sosial atau kebolehgunaan teknologi (Knoors & Marschark, 2014; Mayer & Trezek, 2018; Parmaxi, 2020). Tumpuan yang terpisah ini menyebabkan gambaran menyeluruh tentang perkembangan bidang, perubahan fokus kajian dan arah penggunaan VR dalam pedagogi masih belum jelas. Pada masa yang sama, kajian terdahulu berbeza dari segi reka bentuk, konteks pendidikan, populasi, ciri teknologi dan ukuran hasil pembelajaran. Perbezaan tersebut menyukarkan perbandingan dapatan dan pembentukan kesimpulan yang lebih mantap tentang kedudukan VR dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran.

Justeru, terdapat keperluan untuk mensintesis literatur secara sistematik bagi memahami bagaimana bidang ini berkembang, apakah tema yang menjadi tumpuan kajian dan aspek manakah yang masih kurang diterokai. Sintesis sedemikian penting bukan sahaja untuk mengenal pasti potensi VR sebagai teknologi sokongan, tetapi juga untuk menentukan sejauh mana kajian sedia ada telah bergerak daripada pembangunan teknologi kepada integrasi pedagogi dalam konteks pendidikan sebenar. Sehubungan itu, kajian ini mensintesis kajian berkaitan aplikasi VR dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran bagi tempoh 2000 hingga Mei 2026 dengan memberi tumpuan kepada trend penerbitan, lokasi kajian, reka bentuk kajian, kaedah statistik, perkembangan tema dan jurang kajian. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih tersusun tentang perkembangan bidang serta menyediakan asas berasaskan bukti untuk kajian dan amalan pedagogi VR yang lebih inklusif.

METODOLOGI KAJIAN

Kajian ini menggunakan reka bentuk sorotan literatur sistematik (*systematic literature review*-SLR) yang bertujuan untuk mengenal pasti, menilai dan mensintesis kajian terdahulu secara sistematik dalam bidang yang dikaji (Booth et al., 2012; Feak & Swales, 2009). Pendekatan ini melibatkan proses pencarian literatur yang terancang, diikuti dengan saringan kajian berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan, serta analisis terstruktur terhadap kajian terpilih (Fink, 2014). Rajah 1 memaparkan protokol dalam melaksanakan kajian.

Berdasarkan Rajah 1 terdapat beberapa langkah utama, iaitu penetapan protokol, carian literatur, pemilihan kajian, pengekstrakan data, analisis dan pelaporan dapatan.



Rajah 1. Protokol melaksanakan kajian

Penetapan Protokol dan Carian Literatur

Kajian dimulakan dengan menetapkan objektif, persoalan kajian, skop, tempoh penerbitan, sumber maklumat serta kaedah carian dan analisis. Kata kunci seperti *"immersive technology"*, *"virtual reality"*, *"hearing impairment"*, *"deaf education"*, *"pedagogy"* dan *"special education"* digunakan dan digabungkan dengan operator Boolean **AND** dan **OR**. Carian dilakukan melalui Scopus, Web of Science, ERIC, Google Scholar dan IEEE Xplore bagi mendapatkan literatur yang berkaitan secara menyeluruh (Carrera-Rivera et al., 2022; Pati & Lorusso, 2018).

Pemilihan Kajian

Kriteria inklusi dan eksklusi ditetapkan berdasarkan jenis dokumen, bahasa, tempoh penerbitan, kumpulan sasaran, penggunaan VR dan kaitannya dengan pedagogi murid bermasalah pendengaran (Xiao & Watson, 2019). Semua rekod yang diperoleh dikumpulkan dan artikel pendua dikeluarkan. Artikel kemudiannya disaring berdasarkan tajuk dan abstrak sebelum teks penuh dinilai. Proses pengenalpastian, saringan, penilaian kelayakan dan pemilihan kajian dilakukan berdasarkan prinsip PRISMA bagi memastikan proses tersebut jelas dan telus (Moher et al., 2009; Page et al., 2021).

Pengekstrakan dan Analisis Data

Maklumat daripada kajian yang terpilih diekstrak berdasarkan tahun penerbitan, lokasi, reka bentuk kajian, populasi, jenis teknologi VR, tujuan penggunaan, kaedah pengumpulan data dan dapatan utama. Data tersebut kemudiannya dianalisis menggunakan analisis deskriptif dan tematik bagi mengenal pasti trend, pola dan tema utama dalam kajian VR untuk murid bermasalah pendengaran (Booth et al., 2016; Donthu et al., 2021). Analisis tematik digunakan untuk mengelompokkan dapatan berdasarkan tema yang muncul daripada kajian terpilih (Braun & Clarke, 2006; Byrne, 2022; Cooper et al., 2022). Perkembangan penggunaan VR dalam pendidikan turut dilihat berdasarkan perkembangan teknologi realiti maya dalam bidang pendidikan (Al Farsi et al., 2021; Christou, 2010; Cipresso et al., 2018).

Sintesis dan Pelaporan Dapatan

Pada peringkat akhir, dapatan disusun berdasarkan objektif dan persoalan kajian. Analisis memberi tumpuan kepada trend penerbitan, reka bentuk dan kaedah analisis, tema penggunaan VR serta jurang kajian dari aspek teknologi, pedagogi, metodologi dan pelaksanaan. Dapatan kemudiannya dilaporkan secara sistematik untuk memberikan gambaran tentang perkembangan kajian VR dalam pedagogi murid bermasalah pendengaran (Page et al., 2021; Xiao & Watson, 2019).

Secara keseluruhannya, SLR digunakan untuk mengenal pasti dan menganalisis kajian berkaitan penggunaan VR dalam pedagogi murid bermasalah pendengaran secara sistematik. Proses carian, pemilihan, pengekstrakan dan analisis data membantu mengenal pasti trend, tema utama dan jurang

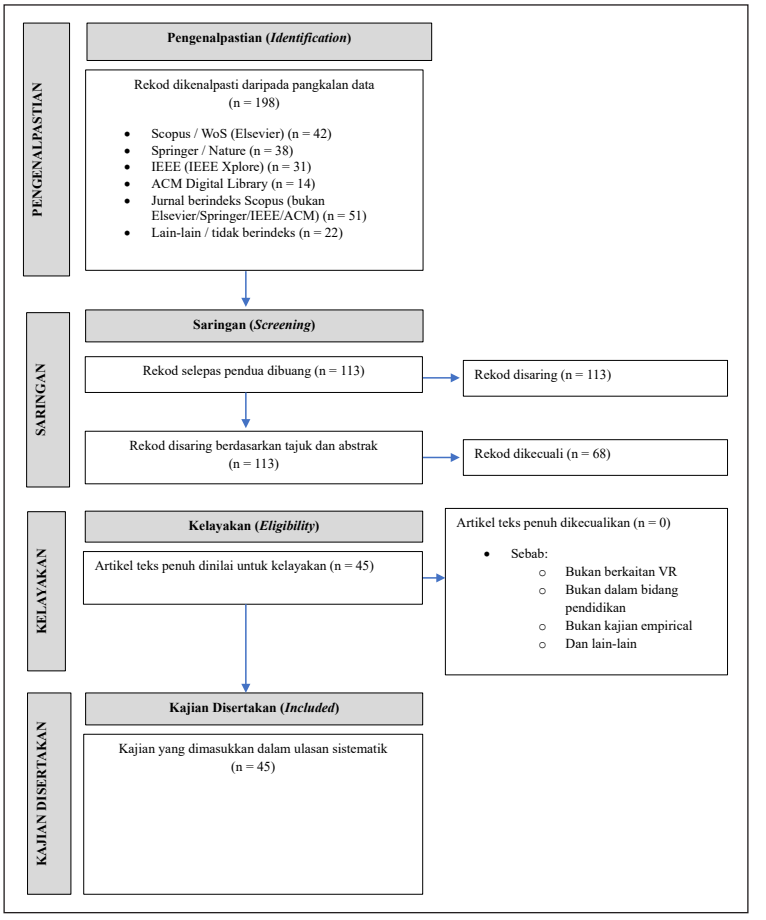
kajian dalam bidang ini (Booth et al., 2016; Xiao & Watson, 2019; Page et al., 2021).

DAPATAN KAJIAN

Bahagian ini membentangkan dapatan kajian berdasarkan proses pemilihan kajian serta tiga objektif utama, iaitu: (1) menganalisis trend penerbitan berdasarkan tahun, lokasi kajian, reka bentuk kajian dan kaedah statistik; (2) mengenal pasti tema utama berkaitan penggunaan VR dalam pedagogi murid bermasalah pendengaran; dan (3) mengenal pasti jurang kajian dari aspek teknologi, pedagogi, metodologi dan pelaksanaan.

Proses Pemilihan Kajian

Proses pemilihan kajian dijalankan berdasarkan garis panduan PRISMA 2020 yang merangkumi peringkat pengenalpastian, saringan, kelayakan dan pemilihan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2. Kerangka ini membantu memastikan proses pemilihan kajian dilaporkan secara sistematik dan telus.



Rajah 2. Prosedur saringan kajian mengikut garis panduan PRISMA 2020

Proses pencarian dan pemilihan kajian dilaksanakan secara sistematik melalui beberapa pangkalan data akademik bagi memperoleh liputan literatur yang luas dan relevan dengan fokus kajian. Penggunaan pelbagai sumber pencarian membantu meningkatkan keluasan carian dan mengurangkan kemungkinan kajian berkaitan terlepas daripada proses pengenalpastian. Rekod yang diperoleh kemudiannya disaring secara berperingkat berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan, dengan penekanan terhadap kesesuaian populasi, intervensi, konteks pendidikan dan reka bentuk kajian. Pada peringkat penilaian teks penuh, perhatian khusus diberikan kepada kajian yang benar-benar melibatkan penggunaan realiti maya (VR) dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran agar hanya bukti yang relevan dikekalkan untuk sintesis. Proses saringan yang terperinci ini memastikan kajian yang dipilih mempunyai keselarasan yang jelas dengan persoalan dan objektif kajian. Walaupun demikian, jumlah kajian yang akhirnya diperoleh menunjukkan bahawa kajian mengenai aplikasi VR dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran masih agak terhad. Keadaan ini mungkin berkait dengan skop kriteria pemilihan yang khusus, liputan pangkalan data yang tidak menyeluruh, batasan bahasa penerbitan serta kesukaran mendapatkan teks penuh bagi sesetengah kajian.

1. Trend Penerbitan

Bahagian ini membentangkan analisis bagi objektif pertama, iaitu mengenal pasti trend penerbitan kajian berkaitan penggunaan VR dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran dari tahun 2000 hingga 2026. Analisis merangkumi empat aspek utama, iaitu; (i) lokasi kajian, (ii) trend penerbitan, (iii) reka bentuk kajian dan (iv) kaedah analisis. Pemilihan keempat-empat aspek ini bertujuan memberikan gambaran yang menyeluruh tentang perkembangan bidang, konteks kajian, pendekatan metodologi dan kekuatan evidens yang dihasilkan.

Lokasi Kajian

Dalam analisis kajian ini, lokasi kajian merujuk kepada asal-usul kajian yang menggunakan Realiti Maya (Virtual Reality, VR) dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran bagi tempoh 2000 hingga Mei 2026, sepertimana yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

Analisis taburan kajian menunjukkan perubahan fokus penyelidikan daripada penerokaan awal teknologi kepada penggunaan VR yang lebih pelbagai dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran. Pada peringkat awal, kajian lebih menekankan potensi dan penggunaan asas teknologi, manakala kajian yang lebih terkini memberi perhatian kepada aplikasi VR dalam pembelajaran serta keperluan khusus murid. Perubahan ini menunjukkan bahawa penyelidikan semakin bergerak daripada aspek teknologi semata-mata kepada persoalan penggunaannya dalam pendidikan dan pembelajaran. Di Malaysia, kajian yang dikenal pasti turut memperlihatkan minat terhadap pembangunan aplikasi dan persekitaran pembelajaran imersif untuk murid bermasalah pendengaran. Namun,

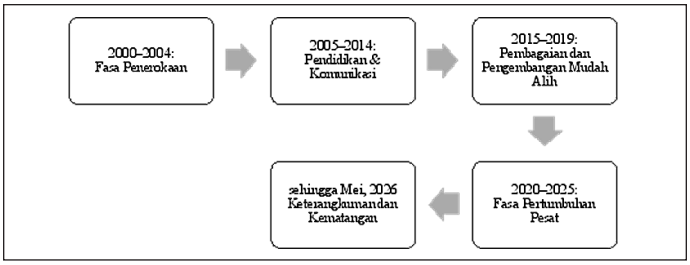
skop penyelidikan tempatan masih lebih terhad berbanding kajian antarabangsa, terutama dari segi kepelbagaian aplikasi dan penilaian keberkesanan. Oleh itu, penyelidikan seterusnya perlu memberi lebih perhatian kepada penggunaan VR dalam konteks pendidikan sebenar, termasuk keberkesanan pembelajaran dan kesesuaian teknologi dengan keperluan murid.

Trend Penerbitan

Dalam analisis kajian ini, evolusi merujuk kepada proses perubahan dan perkembangan sesuatu bidang kajian dari masa ke masa, manakala trend merujuk kepada pola atau arah aliran yang konsisten dalam penerbitan atau dapatan kajian, sepertimana yang ditunjukkan dalam Rajah 3.

Jadual 1
Penerbitan artikel berdasarkan lokasi kajian

Bil.	Tempoh Tahun	Kajian / Penulis Utama	Lokasi Kajian
1	2000-2004	Passig & Eden (2000a, 2000b, 2001, 2003); Vogel et al. (2004)	Timur Tengah, Jerman
2	2005-2009	Eden (2008); Poobrasert & Cercone (2008)	Timur Tengah, Kanada
3	2010-2014	Brega et al. (2014); Cadeñanes Garnica & Arrieta (2014); Eden (2014); Ingber & Eden (2011a, 2011b); Liu et al. (2013); Luo et al. (2012); Mirzaei et al. (2012); Passig & Eden (2010)	Timur Tengah, China, Timur Tengah, Sepanyol, Amerika Syarikat
4	2015-2019	Glasser et al. (2019); Kožuh et al. (2015); Sudana et al. (2016); Teófilo et al. (2018)	Slovenia, Indonesia, Brazil, Amerika Syarikat
5	2020-2024	Abdullah et al. (2024); Al Farsi et al. (2021); Al-Mohimeed et al. (2022); Al Obeidi & Mohamad Ali (2024); Aljedaani et al. (2023); Alsadoon & Turkestani (2020); Chaves et al. (2021); El Ghoul & Othman (2022); Fernández-Gavira et al. (2021); Gunarhadi et al. (2024); Hasanah et al. (2020); Ito & Ichimiya (2024); Kepp et al. (2022); Kwak et al. (2022); Melo et al. (2023); Mirzaei et al. (2020); Nebytova et al. (2021); Rahim & Abdul Rahim (2022); Rho et al. (2020); Serafin et al. (2023); Taylor & Yuknis (2023); Teófilo et al. (2018); Tukpah et al. (2023); Ubur (2024); Yang et al. (2022)	Timur Tengah, Oman, UAE, Sepanyol, Perancis, Korea, Jepun, China, Indonesia, Malaysia, Amerika Syarikat
6	2025-Mei 2026	González Afonso et al. (2025)	Sepanyol



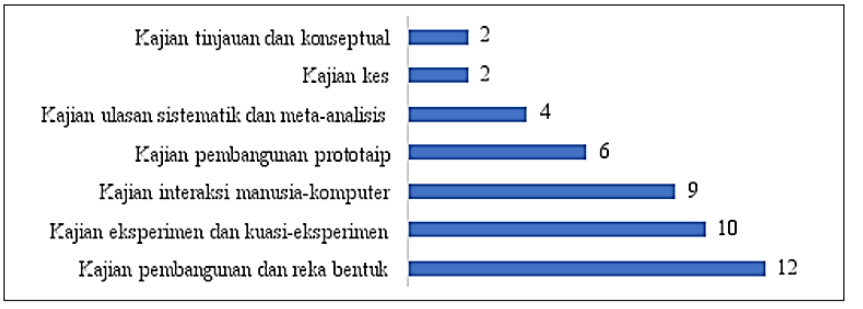
Rajah 3. Trend penerbitan

Rajah 3 menunjukkan perubahan fokus kajian berkaitan penggunaan *Virtual Reality* (VR) dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran dari semasa ke semasa. Pada peringkat awal, kajian lebih tertumpu kepada penerokaan potensi VR sebagai teknologi baharu dan medium sokongan dalam pembelajaran. Fokus tersebut kemudiannya berkembang kepada aspek pendidikan dan komunikasi, khususnya penggunaan VR untuk menyokong interaksi serta mewujudkan pengalaman pembelajaran yang lebih sesuai dengan keperluan murid. Perkembangan peranti dan persekitaran digital turut memperluas penggunaannya dalam pelbagai aktiviti pembelajaran. Dalam kajian yang lebih terkini, perhatian semakin tertumpu kepada pengalaman pembelajaran imersif, interaksi multimodal, kebolehcapaian dan keterangkuman. Perubahan ini memperlihatkan peralihan fokus daripada penerokaan potensi teknologi kepada usaha memahami penggunaannya dalam menyokong proses dan keperluan pembelajaran murid bermasalah pendengaran. Secara keseluruhannya, perkembangan tersebut menunjukkan bahawa kajian dalam bidang ini semakin meluas, dengan aspek pedagogi, pengalaman pengguna dan keterangkuman semakin mendapat perhatian.

Reka Bentuk Kajian

Dalam analisis kajian ini, reka bentuk kajian merujuk kepada kerangka atau pelan sistematik yang digunakan oleh pengkaji untuk melaksanakan kajian, sepertimana yang ditunjukkan dalam Rajah 4.

Rajah 4 menunjukkan bahawa kajian VR dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran masih banyak tertumpu pada pembangunan teknologi, pengujian dan pengalaman pengguna. Tumpuan ini memperlihatkan bahawa pengkaji lebih banyak meneliti aspek pembangunan teknologi, keberkesanan penggunaannya serta cara murid berinteraksi dengan teknologi tersebut. Sebaliknya, kajian yang membincangkan aspek konseptual, konteks penggunaan dan pengalaman pembelajaran dalam situasi sebenar masih terhad. Keadaan ini menunjukkan bahawa perkembangan bidang masih dipengaruhi oleh kemajuan teknologi, sedangkan aspek pedagogi seperti cara VR diterapkan dalam pengajaran, kesesuaiannya dengan



Rajah 4. Reka bentuk kajian

keperluan murid dan pelaksanaannya dalam bilik darjah belum mendapat perhatian yang seimbang. Sehubungan itu, kajian akan datang perlu memperluas tumpuan daripada pembangunan dan pengujian teknologi kepada kajian yang menilai penggunaan VR dalam proses pengajaran dan pembelajaran sebenar.

Kaedah Analisis

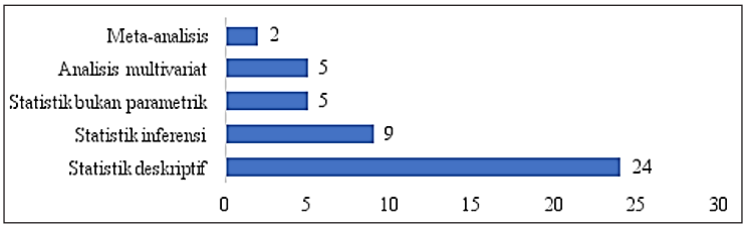
Dalam analisis kajian ini, kaedah analisis merujuk kepada pendekatan atau teknik yang digunakan oleh pengkaji untuk memproses, menilai, dan mentafsir data, sepertimana yang ditunjukkan dalam Rajah 5.

Rajah 5 menunjukkan bahawa penggunaan kaedah statistik dalam kajian yang dianalisis masih banyak tertumpu pada pendekatan asas, khususnya statistik deskriptif. Kaedah ini digunakan untuk menerangkan ciri data, pola respons dan dapatan yang diperoleh. Statistik inferensi pula digunakan dalam sebahagian kajian bagi menguji perbezaan, hubungan atau kesan sesuatu intervensi. Sementara itu, penggunaan analisis multivariat, statistik bukan parametrik dan meta-analisis masih terhad. Keadaan ini menunjukkan bahawa analisis yang melibatkan hubungan antara beberapa pemboleh ubah serta sintesis dapatan merentas kajian masih kurang diberi perhatian. Secara keseluruhannya, pola tersebut memperlihatkan bahawa kajian dalam bidang ini masih cenderung menggunakan analisis deskriptif dan kaedah penilaian asas. Oleh itu, kajian akan datang boleh memperluas penggunaan kaedah statistik yang lebih pelbagai dan sesuai dengan persoalan kajian bagi mendapatkan gambaran yang lebih mendalam tentang keberkesanan penggunaan VR dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran.

2. Tematik Kajian

Bahagian ini membentangkan analisis bagi objektif kedua iaitu; mengenal pasti tema utama berkaitan penggunaan VR dalam pedagogi murid bermasalah pendengaran. Dalam analisis kajian ini, trend tematik merujuk kepada pola atau arah aliran tema kajian yang muncul secara konsisten dalam literatur, sepertimana yang ditunjukkan dalam Jadual 2.

Jadual 2 menunjukkan enam tema utama dalam kajian VR bagi murid bermasalah pendengaran, iaitu kebolehcapaian dan keterangkuman; pengecaman bahasa isyarat dan avatar AI; perkembangan kognitif dan pembelajaran bahasa; gamifikasi dan pembelajaran berasaskan pengalaman;



Rajah 5. Kaedah analisis

realiti campuran dan interaksi multimodal; serta penerimaan teknologi dan reka bentuk inklusif. Secara keseluruhannya, tema-tema ini menunjukkan bahawa penggunaan VR bukan sahaja berkaitan dengan peningkatan akses kepada pembelajaran, tetapi turut merangkumi sokongan terhadap komunikasi bahasa isyarat, perkembangan bahasa dan kognitif serta penyediaan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif. Perkembangan teknologi seperti AI, avatar digital, VR dan AR turut memperluas penggunaannya dalam memenuhi keperluan murid bermasalah pendengaran. Walau bagaimanapun, kajian yang dianalisis masih lebih banyak menumpukan aspek teknologi, kebolehgunaan dan pengalaman pengguna, manakala penerapan VR dalam amalan pengajaran sebenar masih kurang diberi perhatian. Keadaan ini menunjukkan keperluan untuk memperkukuh kajian berkaitan integrasi VR dalam pedagogi, khususnya dari segi peranan guru, kesesuaian aktiviti dengan keperluan murid dan kesannya terhadap hasil pembelajaran.

3. Jurang Kajian

Bahagian ini membentangkan analisis bagi objektif ketiga iaitu; mengenal pasti jurang kajian dari aspek teknologi, pedagogi, metodologi dan pelaksanaan. Dalam analisis kajian ini, jurang kajian merujuk kepada aspek atau isu yang belum diterokai secara menyeluruh oleh pengkaji terdahulu, sepertimana yang ditunjukkan dalam Jadual 3.

Jadual 2
Trend tematik kajian murid masalah pendengaran

	Tema	Fokus Utama
1.	Kebolehcapaian dan keterangkuman	VR/AR, avatar bahasa isyarat dan persekitaran imersif
2.	Bahasa isyarat dan avatar AI	Pengecaman dan terjemahan bahasa isyarat
3.	Kognitif dan pembelajaran bahasa	Pemerolehan bahasa dan kemahiran kognitif
4.	Gamifikasi dan pembelajaran pengalaman	Permainan dan simulasi VR
5.	Realiti campuran dan interaksi multimodal	Interaksi visual, haptik dan realiti campuran
6.	Penerimaan teknologi dan reka bentuk inklusif	TAM, UDL dan reka bentuk berpusatkan pengguna

Jadual 3
Jurang kajian pengaplikasian VR dalam kajian murid masalah pendengaran

	Tema	Jurang Kajian
1.	Kematangan Teknologi	Kajian kecil dan dapatan tidak konsisten.
2.	Penilaian Impak VR	Tiada penilaian standard dan kajian jangka panjang terhad.
3.	Integrasi Pedagogi	Kurang integrasi VR dalam bilik darjah sebenar.
4.	Konteks dan Pendidikan	Kepelbagaian lokasi, budaya, bahasa dan tahap pendidikan kurang diterokai.
5.	Pembangunan Holistik	Aspek sosioemosi dan sosial kurang diberi perhatian.

Jadual 3 memperlihatkan bahawa jurang penyelidikan dalam pengaplikasian VR untuk murid bermasalah pendengaran bukan hanya berkaitan dengan teknologi, tetapi turut melibatkan aspek pedagogi, metodologi dan pelaksanaan. Secara umum, kajian sedia ada masih lebih berorientasikan pembangunan teknologi berbanding penggunaannya sebagai sebahagian daripada proses pengajaran dan pembelajaran. Keadaan ini menunjukkan bahawa aspek seperti bahasa isyarat, interaksi multimodal, aksesibiliti dan kesesuaian teknologi dengan keperluan murid perlu diberi perhatian yang lebih besar dalam penyelidikan akan datang. Dari sudut pedagogi, masih terdapat keperluan untuk memahami bagaimana VR dapat diintegrasikan dengan kandungan kurikulum, strategi pengajaran dan aktiviti pembelajaran secara bermakna.

Dari aspek metodologi, keterbatasan saiz sampel, tempoh intervensi dan ketidakseragaman instrumen serta ukuran hasil menyebabkan kekuatan bukti tentang keberkesanan VR masih terhad dan sukar dibandingkan merentas kajian. Pada masa yang sama, kurangnya kajian dalam konteks sekolah sebenar mengehadkan pemahaman tentang faktor yang mempengaruhi pelaksanaan, termasuk kesediaan guru, kemudahan, sokongan teknikal, kos dan kelestarian penggunaan teknologi. Kepelbagaian konteks pendidikan, bahasa dan tahap persekolahan juga masih kurang diberi perhatian, manakala hasil pembelajaran bukan akademik seperti perkembangan sosial, emosi dan keterangkuman belum diterokai secara meluas. Oleh itu, penyelidikan masa hadapan perlu bergerak daripada penilaian teknologi secara berasingan kepada pendekatan yang menghubungkan teknologi, pedagogi, metodologi dan konteks pelaksanaan. Pendekatan sedemikian dapat menghasilkan bukti yang lebih kukuh tentang keberkesanan, kebolehlaksanaan dan kesesuaian VR dalam menyokong pendidikan murid bermasalah pendengaran.

PERBINCANGAN

Dapatan SLR menunjukkan bahawa penggunaan VR dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran berkembang seiring dengan kemajuan teknologi, daripada simulasi dan persekitaran maya asas kepada penggunaan AR, MR, AI, pengecaman bahasa isyarat dan interaksi multimodal. Walaupun perkembangan ini memperluas potensi VR dalam pendidikan, kemajuan teknologi belum diikuti secara seimbang oleh perkembangan dari aspek pedagogi, metodologi dan pelaksanaan dalam konteks pendidikan sebenar. Oleh itu, perbincangan ini meneliti perkembangan teknologi dan perubahan fokus kajian, reka bentuk pedagogi dan asas teori, pola metodologi, pelaksanaan VR, perbezaan konteks Malaysia dan antarabangsa serta implikasinya terhadap penyelidikan akan datang.

Perkembangan Teknologi dan Peralihan Fokus Kajian

Perkembangan kajian dari tahun 2000 hingga Mei 2026 menunjukkan perubahan daripada penggunaan teknologi VR asas

kepada teknologi yang lebih kompleks seperti AR, MR dan AI. Perkembangan ini menyediakan peluang untuk mewujudkan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif, visual dan imersif (Di Natale et al., 2020; Radianti et al., 2020). Dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran, perkembangan tersebut turut melibatkan avatar, bahasa isyarat, pengecaman gerak isyarat dan interaksi multimodal yang lebih selaras dengan keperluan komunikasi visual murid (Berrezueta-Guzman et al., 2025; Zirzow, 2015).

Walau bagaimanapun, kemajuan teknologi tidak semestinya menunjukkan peningkatan yang sama dalam hasil pembelajaran. Sebahagian besar kajian masih menumpukan pembangunan sistem, kebolehgunaan dan pengalaman pengguna berbanding penilaian keberkesanan pembelajaran yang konsisten (Hamilton et al., 2021). Keadaan ini menunjukkan bahawa fokus penyelidikan perlu beralih daripada kecanggihan teknologi kepada fungsi pedagoginya. Penilaian VR perlu memberi perhatian kepada sejauh mana teknologi tersebut menyokong kandungan pembelajaran, strategi pengajaran dan keperluan komunikasi murid, termasuk penggunaan bahasa isyarat, teks, avatar dan bentuk interaksi yang sesuai (Radianti et al., 2020; UNESCO, 2020; Zirzow, 2015).

Reka Bentuk Pedagogi dan Asas Teori

Keberkesanan VR bukan hanya bergantung pada tahap imersi dan interaktiviti, tetapi juga pada cara pengalaman pembelajaran direka bentuk. Kandungan, aktiviti, arahan, maklum balas dan hasil pembelajaran perlu disusun secara jelas kerana pengalaman yang menarik tidak semestinya menghasilkan pembelajaran yang lebih berkesan (Radianti et al., 2020; Hamilton et al., 2021). Dalam konteks ini, Teori Beban Kognitif dan prinsip pembelajaran multimedia dapat membantu memastikan maklumat disampaikan secara teratur tanpa menambah beban pemprosesan kognitif murid (Mayer, 2009; Mayer & Moreno, 2003; Sweller, 2011).

Bagi murid bermasalah pendengaran, prinsip tersebut perlu disesuaikan dengan keperluan visual dan bahasa melalui penggunaan teks, bahasa isyarat, avatar dan interaksi yang mudah difahami (Zirzow, 2015). Namun, penggunaan teori dalam kajian VR masih belum konsisten, khususnya dalam menghubungkan teori pembelajaran dengan reka bentuk aktiviti dan penilaian hasil pembelajaran (Hamilton et al., 2021). Oleh itu, penyelidikan akan datang perlu menghubungkan teori pembelajaran, reka bentuk pengajaran dan ciri teknologi secara lebih jelas supaya VR tidak hanya berfungsi sebagai alat teknologi, tetapi sebagai persekitaran pembelajaran yang mempunyai asas pedagogi yang kukuh.

Pola Metodologi dan Kekuatan Bukti

Pola metodologi menunjukkan bahawa kajian VR untuk murid bermasalah pendengaran masih banyak tertumpu pada pembangunan teknologi, pengujian prototaip, kebolehgunaan dan pengalaman pengguna. Walaupun aspek tersebut penting dalam peringkat awal pembangunan teknologi, kebolehgunaan sahaja

belum mencukupi untuk membuktikan keberkesanan pembelajaran. Oleh itu, kajian eksperimen dan kuasi-eksperimen perlu diperluas bagi menghasilkan bukti yang lebih jelas tentang kesan VR terhadap hasil pembelajaran (Creswell, 2014; Creswell & Creswell, 2018a). Kaedah campuran juga boleh digunakan untuk menggabungkan data pencapaian murid dengan pengalaman pengguna dan pandangan guru (Creswell et al., 2018b).

Dari segi analisis data, penggunaan statistik deskriptif dan inferensi perlu disesuaikan dengan persoalan kajian, jenis data dan saiz sampel (Field, 2024; Hair et al., 2019; Tabachnick & Fidell, 2019). Analisis yang lebih kompleks pula wajar digunakan apabila reka bentuk kajian dan ciri data menyokong penggunaannya (Byrne, 2016; Kline, 2016). Perbezaan instrumen, sampel, reka bentuk dan ukuran hasil antara kajian turut menyukarkan perbandingan dapatan dan sintesis yang lebih kukuh, termasuk melalui meta-analisis (Petticrew & Roberts, 2006; Xiao & Watson, 2019). Justeru, keutamaan penyelidikan bukan semata-mata meningkatkan kerumitan analisis statistik, tetapi memperkukuh reka bentuk kajian, instrumen dan ukuran hasil agar dapatan dapat dibandingkan dengan lebih konsisten.

Pelaksanaan VR Dalam Pendidikan Sebenar

Walaupun teknologi VR semakin berkembang, penggunaannya dalam pengajaran dan pembelajaran sebenar masih terhad. Kebanyakan kajian memberi tumpuan kepada pembangunan teknologi, pengujian prototaip dan kebolehgunaan, manakala kajian yang menilai penggunaan VR secara berterusan dalam bilik darjah masih kurang (Radianti et al., 2020; Hamilton et al., 2021). Saiz sampel yang kecil, tempoh intervensi yang singkat serta perbezaan instrumen dan ukuran hasil turut mengehadkan pemahaman tentang keberkesanan VR dalam konteks pendidikan sebenar (Xiao & Watson, 2019).

Bagi murid bermasalah pendengaran, penilaian keberkesanan juga perlu mengambil kira hasil yang lebih luas seperti komunikasi, kemahiran sosial, autonomi, pendidikan vokasional dan kemahiran kehidupan harian (WHO, 2021). Pada masa yang sama, pelaksanaan VR bergantung pada kesediaan guru, latihan, kemudahan peranti, sokongan teknikal, kos dan kesesuaiannya dengan rutin sekolah (UNESCO, 2020). Oleh itu, penyelidikan akan datang perlu bergerak daripada penilaian awal kebolehgunaan kepada penilaian keberkesanan dan kebolehlaksanaan dalam bilik darjah bagi menentukan sama ada manfaat yang dikenal pasti dalam kajian terkawal dapat diterapkan secara praktikal dan berterusan.

Perbandingan Konteks Malaysia dan Antarabangsa

Dapatan SLR menunjukkan bahawa penyelidikan VR dalam pendidikan murid bermasalah pendengaran mempunyai skop yang lebih luas di peringkat antarabangsa berbanding di Malaysia. Kajian antarabangsa merangkumi bahasa isyarat, komunikasi, pembelajaran akademik, kemahiran hidup,

latihan dan aksesibiliti (Di Natale et al., 2020; Radianti et al., 2020). Penggunaan avatar bahasa isyarat dan persekitaran maya turut menunjukkan usaha menyesuaikan teknologi dengan keperluan khusus murid bermasalah pendengaran (Zirzow, 2015).

Sebaliknya, kajian Malaysia yang dikenal pasti dalam SLR ini lebih tertumpu kepada Bahasa Isyarat Malaysia (BIM), kandungan akademik tertentu, pembangunan avatar dan persekitaran *metaverse*. Corak ini menunjukkan bahawa penyelidikan tempatan masih mempunyai ruang untuk berkembang daripada pembangunan teknologi kepada penilaian keberkesanan dan kebolehlaksanaan dalam konteks pendidikan sebenar. Kajian eksperimen, kuasi-eksperimen, longitudinal dan kaedah campuran boleh diperluas untuk menghasilkan bukti yang lebih kukuh. Pada masa yang sama, pembangunan VR perlu mengambil kira BIM, kurikulum, kemahiran guru, kemudahan sekolah dan keperluan murid. Pendekatan *Universal Design for Learning* (UDL) juga boleh dipertimbangkan bagi menyediakan pelbagai bentuk representasi, interaksi dan penglibatan dalam pembelajaran (CAST, 2024).

Arah Kajian Masa Hadapan

Secara keseluruhannya, dapatan menunjukkan bahawa penyelidikan VR untuk murid bermasalah pendengaran telah mencapai perkembangan yang ketara dari segi teknologi, tetapi bukti tentang keberkesanan pedagoginya masih terhad. Peralihan daripada pembangunan teknologi kepada penyelidikan yang lebih berasaskan teori, reka bentuk eksperimen atau kaedah campuran, penilaian jangka panjang dan pelaksanaan dalam bilik darjah sebenar merupakan keperluan utama. Pada masa yang sama, aspek bahasa isyarat, akses visual, komunikasi dan konteks tempatan perlu diintegrasikan dalam reka bentuk VR.

Dalam konteks Malaysia, penyelidikan masa hadapan perlu memberi perhatian kepada pembangunan VR yang selaras dengan BIM, kurikulum dan keperluan sekolah serta menilai keberkesanannya dalam situasi pendidikan sebenar. Secara lebih luas, kejayaan VR tidak seharusnya ditentukan berdasarkan kecanggihan teknologi semata-mata, tetapi berdasarkan keupayaannya menyokong pembelajaran yang berkesan, inklusif dan berterusan. Pendekatan ini penting bagi memastikan perkembangan teknologi VR dapat diterjemahkan kepada manfaat pedagogi yang nyata untuk murid bermasalah pendengaran.

RUMUSAN

Kajian ini merupakan satu tinjauan literatur sistematik yang memberi tumpuan kepada aplikasi Realiti Maya (VR) dalam pedagogi pendidikan murid bermasalah pendengaran. Secara keseluruhan, kajian ini mensintesis perkembangan kajian berkaitan penggunaan VR dalam konteks pendidikan khas dengan menekankan aspek pedagogi yang menyokong pembelajaran inklusif, interaktif dan berasaskan pengalaman. Dapatan kajian menunjukkan bahawa VR berpotensi meningkatkan kebolehcapaian,

penglibatan dan pemahaman konsep dalam kalangan murid bermasalah pendengaran melalui persekitaran pembelajaran yang visual, multimodal dan imersif. Namun begitu, kajian turut mendapati bahawa aplikasi VR masih berada pada tahap awal perkembangan, dengan jurang yang ketara dari segi integrasi pedagogi, keselarasan teori pembelajaran, serta pelaksanaan dalam konteks bilik darjah sebenar. Oleh itu, kajian ini menegaskan keperluan untuk memperkukuh asas pedagogi, memperluaskan kajian empirikal jangka panjang, serta membangunkan model pelaksanaan VR yang lebih sistematik dan berasaskan bukti bagi menyokong pendidikan inklusif murid bermasalah pendengaran secara lebih berkesan.

IMPLIKASI KAJIAN

Dapatan SLR ini menunjukkan bahawa penggunaan VR untuk murid bermasalah pendengaran perlu disokong oleh teori pembelajaran dan reka bentuk pedagogi yang jelas. Kandungan, aktiviti dan penilaian perlu disesuaikan dengan keperluan murid melalui penggunaan visual, teks, bahasa isyarat, avatar dan pendekatan UDL. Pada peringkat pelaksanaan, faktor seperti kesediaan guru, latihan, kemudahan peranti, sokongan teknikal dan konteks bilik darjah perlu diberi perhatian. Dalam konteks Malaysia, pembangunan VR juga perlu mengambil kira Bahasa Isyarat Malaysia (BIM), kurikulum dan keperluan murid tempatan. Dari aspek penyelidikan, kajian eksperimen, kaedah campuran dan longitudinal dengan ukuran hasil yang lebih konsisten diperlukan bagi menilai keberkesanan VR secara lebih meyakinkan. Secara keseluruhannya, implikasi ini menunjukkan bahawa perkembangan VR perlu beralih daripada penekanan terhadap kecanggihan teknologi kepada penggunaan yang lebih berasaskan pedagogi, inklusif dan praktikal dalam pendidikan sebenar.

LIMITASI KAJIAN DAN CADANGAN KAJIAN MASA HADAPAN

Kajian ini mempunyai beberapa batasan, antaranya kesukaran mendapatkan artikel penuh, penggunaan pangkalan data dan kata kunci tertentu serta perbezaan reka bentuk kajian, saiz sampel, instrumen dan ukuran hasil yang menyukarkan perbandingan dapatan. Perubahan teknologi VR yang pesat juga menyebabkan sebahagian teknologi yang dilaporkan dalam kajian terdahulu mungkin telah berkembang atau berubah. Keadaan ini menunjukkan keperluan untuk memperluas sumber literatur dan menjalankan kajian eksperimen, kuasi-eksperimen, longitudinal serta kaedah campuran bagi mendapatkan bukti yang lebih kukuh tentang keberkesanan VR. Penggunaan instrumen dan ukuran hasil yang lebih konsisten juga dapat memudahkan perbandingan antara kajian. Dalam konteks Malaysia, kajian seterusnya boleh diperluas kepada bilik darjah sebenar dengan mengambil kira BIM, kurikulum, kemahiran guru, kemudahan sekolah dan keperluan murid. Penggunaan VR dalam pendidikan vokasional, latihan kemahiran dan persediaan ke alam pekerjaan juga

boleh diteroka, termasuk aspek kos dan kelestariannya. Pendekatan ini dapat memberikan gambaran yang lebih jelas tentang keberkesanan dan kebolehlaksanaan VR dalam menyokong pembelajaran murid bermasalah pendengaran.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih diucapkan kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, sokongan, kerjasama dan sumbangan secara langsung atau tidak langsung sepanjang pelaksanaan kajian ini. Penghargaan turut ditujukan kepada keluarga, rakan-rakan serta semua pihak yang sentiasa memberikan dorongan dan bantuan. Semoga segala jasa dan sumbangan yang diberikan mendapat balasan yang sewajarnya.

RUJUKAN

Abdul Majid, A. H., Makhtar, M., Wan Shamsuddin, S. N., Said, C. S., & Umar, I. N. (2018). Keperluan pembelajaran berasaskan realiti maya dalam konstruk pemasangan komponen komputer mata pelajaran TMK SPM pendidikan di Malaysia: Satu kajian rintis. *Asian People Journal, 1*(1), 28-44.

Abdullah, A. S., Idris, S. H., & Abd Hamid, Z. Z. (2021). Adoption of virtual reality in Malaysian higher education: A study on students' perceptions and learning outcomes. *Journal of Higher Education Research, 7*(2), 233-247.

Abdullah, Z., Ayub, S. F., Hamzah, N. Z. S., Saifullah, S. S., & Rahim, N. S. (2024). Persepsi pelajar terhadap persekitaran virtual realiti (VR) melalui GeoVR-Xplorer di Kolej Matrikulasi Kelantan. *Journal of Research, Innovation, and Strategies for Education, 1*(3), 55-71. https://doi.org/10.70148/rise.15

Al Farsi, G., Yusof, A. bin M., Romli, A., Tawafak, R. M., Malik, S. I., Jabbar, J., & Rsuli, M. E. B. (2021). A review of virtual reality applications in an educational domain. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM), 15*(22), 99-110. https://doi.org/10.3991/ijim.v15i22.25003

Al Obeidi, S., & Mohamad Ali, A. Z. (2024). Extended technology acceptance model and deaf students' use of virtual reality in education in the United Arab Emirates. *International Journal of Business and Technology Management, 6*(9), 158-165. https://doi.org/10.55057/ijbtm.2024.6.9.15

Aljedaani, W., Krasniqi, R., Aljedaani, S., Mkaouer, M. W., Ludi, S., & Al-Raddah, K. (2023). If online learning works for you, what about deaf students? Emerging challenges of online learning for deaf and hearing-impaired students during COVID-19: A literature review. *Universal Access in the Information Society, 22*(3). https://doi.org/10.1007/s10209-022-00897-5

Al-Mohimeed, B. A., Al-Harbi, H. O., Al-Dubayan, G. S., & Al-Shargabi, A. A. (2022). Dynamic sign language recognition based on real-time videos. *International Journal of Online and Biomedical Engineering, 18*(1). https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i01.27581

Alsadoon, E., & Turkestani, M. H. (2020). Virtual classrooms for hearing-impaired students during the coronavirus COVID-19 pandemic. *Revista Românească pentru Educaţie Multidimensională, 12*(1 Sup2), 1-8. https://doi.org/10.18662/rrem/12.1sup2/240

Antia, S. D., Jones, P. B., Reed, S., & Kreimeyer, K. H. (2009). Academic status and progress of deaf and hard of hearing students in general education classrooms. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 14*(3), 324-343. https://doi.org/10.1093/deafed/enp005

Antia, S. D., Sabers, D. L., & Stinson, M. S. (2020). Inclusive education for deaf and hard-of-hearing

students: An evidence-based review. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 25*(3), 245-260.

Bat-Chava, Y., & Deignan, E. (2001). Peer relationships of children with cochlear implants. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 6*(3), 186-199. https://doi.org/10.1093/deafed/6.3.186

Berrezueta-Guzman, S., Daya, R., & Wagner, S. (2025). Virtual reality in sign language education: Opportunities, challenges, and the road ahead. *Frontiers in Virtual Reality, 6*, Article 1625910. https://doi.org/10.3389/frvir.2025.1625910

Booth, A., Papaioannou, D., & Sutton, A. (2012). *Systematic approaches to a successful literature review*. SAGE Publications.

Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2016). *Systematic approaches to a successful literature review* (2nd ed.). SAGE.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77-101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Brega, A. G., et al. (2014). Use of technology in hearing impairment education interventions. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 9*(4), 1-10.

Byrne, B. M. (2016). *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming* (3rd ed.). Routledge.

Byrne, D. (2022). A worked example of Braun and Clarke's approach to reflexive thematic analysis. *Quality & Quantity, 56*, 1391–1412. https://doi.org/10.1007/s11135-021-01182-y

Cadeñanes Garnica, J. J., & Arrieta, M. A. G. (2014). Augmented reality sign language teaching model for deaf children. In S. Omatu et al. (Eds.), *Distributed computing and artificial intelligence* (pp. 290-297). Springer.

Calderon, R., & Naidu, S. (2020). The influence of family variables on language development of deaf children: A longitudinal study. *Child Development, 91*(1), 93-105. https://doi.org/10.1111/cdev.13160

Carrera-Rivera, A., Ochoa, W., Larrinaga, F., & Lasa, G. (2022). How to conduct a systematic literature review: A quick guide for computer science research. *MethodsX, 9*, Article 101895. https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101895

CAST. (2024). *CAST Universal Design for Learning guidelines version 3.0*. CAST.

Chaves, E. M., Braga, P. B. D., Montenegro, Y. F. L., Rodrigues, V. B., Munguba, M. C., & de Albuquerque, V. H. C. (2021). Toc-Tum mini-games: An educational game accessible for deaf culture based on virtual reality. *Expert Systems, 38*(1), Article e12470. https://doi.org/10.1111/exsy.12470

Chin, W. C., & Osman, K. (2025). Persepsi dan halangan guru terhadap penggunaan realiti maya (VR) dalam pembelajaran sains di sekolah rendah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities, 10*(1), Article e003187. https://doi.org/10.47405/mjssh.v10i1.3187

Chong, A. P., Wong, K.-T., & Soon, V. K. L. (2025). Teknologi imersif dalam pendidikan matematik murid ketidakupayaan pendengaran: Naratif daripada realiti terimbuh (AR) hingga ke metaverse. *Journal of Research, Innovation and Strategies for Education, 2*(4), 66-82. https://doi.org/10.70148/rise.v2i4.5

Christou, C. (2010). Virtual reality in education. In A. Tzanavari & N. Tsapatsoulis (Eds.), *Affective, interactive and cognitive methods for e-learning design: Creating an optimal education experience* (pp. 228-243). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-60566-940-3.ch012

Cipresso, P., Giglioli, I. A. C., Raya, M. A., & Riva, G. (2018). The past, present, and future of virtual and augmented reality research: A network and cluster analysis of the literature. *Frontiers*

in Psychology, 9, Article 2086. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02086

Cooper, N., Horne, T., Hayes, G., & Heldreth, C. (2022). A systematic review and thematic analysis of community-collaborative approaches to computing research. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.04171

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018a). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018b). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage Publications.

Dalgarno, B., & Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology, 41*(1), 10-32. https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x

Demir, Ü. (2022). Literature review on the use of virtual reality in special education: Current situation and opportunities. *International Journal of Contemporary Approaches in Education, 1*(1), 19-35. https://doi.org/10.29329/ijcae.2022.499.2

Di Natale, A. F., Repetto, C., Riva, G., & Villani, D. (2020). Immersive virtual reality in K–12 and higher education: A 10-year systematic review of empirical research. *British Journal of Educational Technology, 51*(6), 2006-2033. https://doi.org/10.1111/bjet.13030

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research, 133*, 285-296. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

Eden, S. (2008). The effect of 3D virtual reality on sequential time perception among deaf and hard-of-hearing children. *European Journal of Special Needs Education, 23*(4), 349-363. https://doi.org/10.1080/08856250802387315

Eden, S. (2014). Virtual intervention to improve storytelling ability among deaf and hard-of-hearing children. *European Journal of Special Needs Education, 29*(3), 370-386.

El Ghoul, O., & Othman, A. (2022). Virtual reality for educating sign language using signing avatar: The future of creative learning for deaf students. In *2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1269-1274). IEEE. https://doi.org/10.1109/EDUCON52537.2022.9766692

Elias, H., Syed Mustafa, S. M., Roslan, S., & Mohd Noah, S. (2010). Examining potential relationships between flow and motivational forces in Malaysian secondary school students. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 9*, 2042-2046. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.443

Feak, C. B., & Swales, J. M. (2009). *Telling a research story: Writing a literature review*. University of Michigan Press. https://doi.org/10.3998/mpub.309338

Fernández-Gavira, J., Espada-Goya, P., Alcaraz-Rodríguez, V., & Moscoso-Sánchez, D. (2021). Design of educational tools based on traditional games for the improvement of social and personal skills of primary school students with hearing impairment. *Sustainability, 13*(22), Article 12644. https://doi.org/10.3390/su132212644

Field, A. (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (6th ed.). SAGE Publications.

Fink, A. (2014). *Conducting research literature reviews: From the internet to paper* (4th ed.). SAGE Publications.

Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy? *British Journal of Educational Technology, 46*(2), 412-422. https://doi.org/10.1111/bjet.12135

Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education. *eLearning & Software for Education, 1*, 133-141. https://doi.org/10.12753/2066-026X-15-020

Geers, A. E., & Nicholas, J. G. (2020). Language outcomes of early-identified children with cochlear implants at 12 to 16 years of age. *Ear and Hearing, 41*(1), 14-27. https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000740

Ghani, A. A., Khalid, Z. H., & Noor, M. A. (2022). Acceptance and adoption of VR technology in technical and vocational education and training (TVET) in Malaysia. *Journal of Technical Education and Training, 14*(1), 15-30.

Glasser, A., Riley, E., Weeks, K., & Kushalnagar, R. (2019). Mixed reality speaker identification as an accessibility tool for deaf and hard-of-hearing users. In *Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*.

González Afonso, M. C., Perdomo López, C. Á., Plasencia Carballo, Z., & Pérez Jorge, D. (2025). Inclusive education beyond formal settings: AR and VR as accessibility strategies for deaf and hard-of-hearing individuals. *Frontiers in Education, 10*, Article 1715885. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1715885

Gunarhadi, D., Atnantomi, W., Fadjri, K. A., & Anggrellangi, A. (2024). Virtual reality as a solution: Meeting the needs of deaf students with digital sign language interpreters. *Edelweiss Applied Science and Technology, 8*(5), 1189-1199.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.

Hall, M. L., Smith, S. T., & Szymanski, C. (2017). Language deprivation syndrome: A possible neurodevelopmental disorder with sociocultural origins. *Societies, 7*(1), Article 9. https://doi.org/10.3390/soc7010009

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: A systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education, 8*, 1-32. https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2

Hasanah, A., Kusumah, Y. S., & Rahmi, K. (2020). Rounding-augmented reality book and smartphone for deaf students in achieving basic competence. *Journal of Physics: Conference Series, 1521*, Article 032064.

Hauser, P. C., O'Hearn, A., McKee, M., Steider, A., & Thew, D. (2010). Deaf epistemology: Deafhood and deafness. *American Annals of the Deaf, 154*(5), 486-492. https://doi.org/10.1353/aad.0.0138

Hew, K. F., & Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development, 55*(3), 223-252. https://doi.org/10.1007/s11423-006-9022-5

Hew, K. F., & Brush, T. (2019). Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps. *Educational Technology Research and Development, 67*(6), 1-24.

Ingber, S., & Eden, S. (2011a). Educational interventions for deaf learners. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 16*(3), 1-12.

Ingber, S., & Eden, S. (2011b). Enhancing sequential time perception and storytelling ability among deaf and hard-of-hearing children. *American Annals of the Deaf, 156*(4), 391-401.

Ito, R., & Ichimiya, M. (2024). Use of virtual reality in education for the deaf and hard of hearing: Aiming to visualize teaching and motivate learning. *Konpyutari Riyou Kyouiku, 57*, 22-28. https://doi.org/10.14949/konpyutariyoukyouiku.57.22

Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies, 23*, 1515-1529. https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0

Jonassen, D. H. (1991). Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm? *Educational Technology Research and Development, 39*(3), 5-14. https://doi.org/10.1007/BF02296434

Kaplan-Rakowski, R., & Thrasher, T. (2025). The impact of high-immersion virtual reality and interactivity on vocabulary learning. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.4850163

Kepp, N. E., Arrieta, I., Schiøth, C., & Percy-Smith, L. (2022). VR pitch ranking in children with cochlear implants, hearing aids, or normal hearing. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 161*, Article 111241. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2022.111241

Kline, R. B. (2016). *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). Guilford Press.

Knoors, H., & Marschark, M. (2014). *Teaching deaf learners: Psychological and developmental foundations*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199792023.001.0001

Kožuh, I., et al. (2015). Virtual environments for learning: Usability and interaction design. *Computers in Human Behavior, 51*, 1-10.

Kwak, C., Han, W., & Bahng, J. (2022). Systematic review and meta-analysis of VR in hearing disorders. *Journal of Audiology & Otology, 26*, 169-181. https://doi.org/10.7874/jao.2022.00205

Lin, X. P., Li, B. B., Yao, Z. N., Yang, Z., & Zhang, M. (2024). The impact of virtual reality on student engagement in the classroom: A critical review of the literature. *Frontiers in Psychology, 15*, Article 1360574. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1360574

Liu, X. Q., Yan, N., Wang, L., Wu, X. L., & Ng, M. L. (2013). An interactive speech training system with virtual reality articulation for Mandarin-speaking hearing-impaired children. In *IEEE International Conference on Information and Automation (ICIA)* (pp. 1-4). IEEE.

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.

Luckner, J. L., & Bowen, S. K. (2020). Teachers of the deaf and hard of hearing: Essential skills and strategies. *American Annals of the Deaf, 165*(1), 73-85.

Luo, X., Han, M., Liu, T., Chen, W., & Bai, F. (2012). Assistive learning for hearing-impaired college students using mixed reality: Pilot study. In *IEEE International Conference on Virtual Reality and Visualization*.

Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL). *Educational Psychology Review, 33*, 937-958. https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2

Marschark, M., & Knoors, H. (2012). Educating deaf children: Language, cognition, and learning. *Deafness & Education International, 14*(3), 136-160. https://doi.org/10.1179/1557069X12Y.0000000010

Marschark, M., Shaver, D. M., Nagle, K. M., & Newman, L. A. (2015). Predicting the academic achievement of deaf and hard-of-hearing students from individual, household, communication, and educational factors. *Exceptional Children, 81*(3), 350-369. https://doi.org/10.1177/0014402914563700

Marschark, M., Spencer, P. E., Adams, J., & Sapere, P. (2011). Teaching to the strengths and needs of deaf and hard-of-hearing children. *European*

Journal of Special Needs Education, 26(1), 17-23. https://doi.org/10.1080/08856257.2011.543542

Mayer, C., & Trezek, B. J. (2018). Literacy outcomes in deaf students with cochlear implants: Current state of the knowledge. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 23*(1), 1-16. https://doi.org/10.1093/deafed/enx043

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.

Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist, 38*(1), 43-52. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_6

Melo, R. S., Lemos, A., Delgado, A., Raposo, M. C. F., Ferraz, K. M., & Belian, R. B. (2023). VR-based games to improve balance and gait of children/adolescents with sensorineural hearing loss: Systematic review and meta-analysis. *Sensors, 23*, Article 6601. https://doi.org/10.3390/s23146601

Merchant, Z., et al. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction. *Computers & Education, 70*, 29-40. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033

Meyer, A., Rose, D. H., & Gordon, D. (2014). *Universal design for learning: Theory and practice*. CAST.

Mirzaei, M. R., Ghorshi, S., & Mortazavi, M. (2012). Combining AR and speech technologies to help deaf and hard-of-hearing people. In *IEEE Symposium on Virtual and Augmented Reality*.

Mirzaei, M., Kan, P., & Kaufmann, H. (2020). EarVR: Using ear haptics in virtual reality for deaf and hard-of-hearing people. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 26*(5), 2084-2093. https://doi.org/10.1109/TVCG.2020.2973441

Moher, D., et al. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine, 6*(7), Article e1000097. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097

Nebytova, L. A., Katrenko, M. V., Savin, D. I., & Zhuravleva, Y. I. (2021). Augmented reality in the training process of children with hearing disorders. In *Distance learning technologies (DLT 2019)* (pp. 330-339). CEUR-WS.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ, 372*, Article n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Parmaxi, A. (2020). Virtual reality in language learning: A systematic review and implications for research and practice. *Interactive Learning Environments, 31*(1), 172-184. https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1765392

Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology, 110*(6), 785-797. https://doi.org/10.1037/edu0000241

Passig, D., & Eden, S. (2000a). Enhancing the induction skill of deaf and hard-of-hearing children with virtual reality technology. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 5*(3), 277-285. https://doi.org/10.1093/deafed/5.3.277

Passig, D., & Eden, S. (2000b). Enhancing induction skills of deaf and hard-of-hearing children with virtual reality technology. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 5*(3), 277-285.

Passig, D., & Eden, S. (2001). Virtual reality as a tool for improving spatial rotation among deaf and hard-of-hearing children. *Cyberpsychology & Behavior, 4*(6), 681-686.

Passig, D., & Eden, S. (2003). Cognitive intervention through virtual environments among deaf and hard-of-hearing children. *European Journal of Special Needs Education, 18*(2), 1-10.

Passig, D., & Eden, S. (2010). Enhancing time connectives with 3D immersive virtual reality (IVR). *Journal of Educational Computing Research, 42*(3), 307-328. https://doi.org/10.2190/EC.42.3.d

Pati, D., & Lorusso, L. N. (2018). How to write a systematic review of the literature. *Healthcare Engineering & Management Review, 11*(1), 15-30. https://doi.org/10.1177/1937586717747384

Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Blackwell Publishing.

Piaget, J. (1972). Intellectual evolution from adolescence to adulthood. *Human Development, 15*(1), 1-12. https://doi.org/10.1159/000271225

Poobrasert, O., & Cercone, N. (2008). Technology-enhanced learning for students with deafness in the digital age. In K. Kinshuk, D. G. Sampson, J. M. Spector, P. Isaías, & D. Ifenthaler (Eds.), *Proceedings of the IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2008)* (pp. 357-360). IADIS Press.

Porcar-Gozalbo, N., López-Zamora, M., Valles-González, B., & Cano-Villagrasa, A. (2024). Impact of hearing loss type on linguistic development in children: A cross-sectional study. *Audiology Research, 14*(6), 1014-1027. https://doi.org/10.3390/audiolres14060084

Qi, S., & Mitchell, R. E. (2012). Large-scale academic achievement testing of deaf and hard-of-hearing students: Past, present, and future. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 17*(1), 1-18. https://doi.org/10.1093/deafed/enr028

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education, 147*, Article 103778. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778

Rahim, N. R., & Abdul Rahim, A. A. (2022). A virtual reality approach to support Malaysian sign language interactive learning for deaf-mute children. *Journal of Pharmaceutical Negative Results, 13*(Special Issue 7), 4962-4974. https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S07.614

Reed, S., Antia, S. D., & Kreimeyer, K. H. (2008). Academic status of deaf and hard of hearing students in public schools. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 13*(4), 485-502. https://doi.org/10.1093/deafed/enn006

Rho, M. J., et al. (2020). AI-based learning systems for special education. *IEEE Access, 8*, 1-12.

Safar, F., & Abdul Raman, N. A. (2021). Pendidikan interaktif: Penerokaan virtual reality (VR) dalam visualisasi model seni bina. *ANP Journal of Social Science and Humanities, 2*(2), 26-38. https://doi.org/10.53797/anpjssh.v2i2.4.2021

Serafin, S., et al. (2023). Mixed reality in education: A systematic review. *Education and Information Technologies, 28*, 1-20.

Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing presence in immersive virtual environments. *Frontiers in Robotics and AI, 3*, Article 74. https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074

Sudana, A. K. O., Aristamy, I. G. A. A. M., & Wirdiani, N. K. A. (2016). Augmented reality application of sign language for deaf people in Android based smartphone. *International Journal of Software Engineering and Its Applications, 10*(8), 139-150.

Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In J. P. Mestre & B. H. Ross (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Cognition in education* (Vol. 55, pp. 37-76). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics* (7th ed.). Pearson.

Taylor, K., & Yuknis, C. (2023). Universal Design for Learning supports distance learning for deaf students. *American Annals of the Deaf, 168*(3), 41-54. https://doi.org/10.1353/aad.2023.a917249

Teófilo, J., et al. (2018). VR usability in educational contexts. *Interactive Learning Environments, 26*(5), 1-15.

Theunissen, S. C. P. M., Rieffe, C., Netten, A. P., Briaire, J. J., Soede, W., Kouwenberg, M., et al. (2014). Self-esteem in hearing-impaired children: The influence of communication, education, and audiological characteristics. *PLoS ONE, 9*(4), Article e94521. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094521

Tomblin, J. B., et al. (2015). Language outcomes in young children with hearing loss. *Ear and Hearing, 36*, 76S-91S. https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000219

Tukpah, J., Soevik, N., Bansal, S., Singh, T., & Yildirim, C. (2023). VirtuSign: AI-powered, gamified VR application for ASL alphabet. In *Proceedings of the 2023 International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (MUM)* (pp. 538-540). ACM. https://doi.org/10.1145/3626705.3631800

Ubur, S. D. (2024). Enhancing accessibility and emotional expression in educational extended reality for deaf and hard of hearing: User-centric investigation. *IEEE VRW 2024*.

UNESCO. (2020). *Education in a post-COVID world: Nine ideas for public action*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. UNESCO Publishing.

Vogel, J., Bowers, C., Meehan, C., Hoeft, R., & Bradley, K. (2004). VR for life skills education: Program evaluation. *Deafness & Education International, 6*(1), 39-–50. https://doi.org/10.1179/146431504790560636

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

WHO. (2021). *World report on hearing*. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-hearing

WHO. (2023). *Deafness and hearing loss: Key facts*. World Health Organization. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss

Wong, M. T., & Rashid, S. M. M. (2022). Challenges of special education teachers in implementation individual education plan (IEP) for students with learning disabilities (LD). *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 12*(11), 2146-2160. https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v12-i11/15159

Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on conducting a systematic literature review. *Journal of Planning Education and Research, 39*(1), 93-112. https://doi.org/10.1177/0739456X17723971

Yang, F. C., Mousas, C., & Adamo, N. (2022). Holographic sign language avatar interpreter: A user interaction study in a mixed reality classroom. *Computers & Graphics: Virtual Worlds, 33*(3-4). https://doi.org/10.1002/cav.2082

Yusoff, M. H., Ahmad, R., & Zulkifli, F. Z. (2021). Exploring the use of virtual reality for teaching history in Malaysian secondary schools. *International Journal of Education and Development using ICT, 17*(4), 99-112.

Zirzow, N. K. (2015). Signing avatars: Using virtual reality to support students with hearing loss. *Journal of Special Education Technology, 30*(4), 239-244. https://doi.org/10.1177/875687051503400307