

Systematic Literature Review : The Trend Of Augmented Reality (AR) in Science Teaching and Learning in Primary School

Sorotan Literatur Bersistematis: Trend Realiti Terimbuh (AR) dalam Pembelajaran dan Pemudahcaraan Mata Pelajaran Sains sekolah Rendah

Sani Ahmad*, Norazrena Abu Samah

School of Education, Faculty of Social Sciences and Humanities, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 UTM Johor Bahru, Johor, Malaysia

*Corresponding author: sani82@graduate.utm.my

Article history: Received: 01 January 2024 Received in revised form: 01 March 2024 Accepted: 27 March 2024 Published online: 30 April 2024

Abstract

The rapid development of technology worldwide has led to significant changes in various fields, particularly in education. The emergence of Augmented Reality (AR) technology has garnered attention from researchers in assessing its effectiveness in the teaching and learning process. However, only a small number have systematically studied the trends in AR implementation in the teaching and learning of science, especially at the elementary school level. Therefore, this systematic literature review aims to identify the trends in AR in science teaching and learning from 2018 to 2023. This literature review utilizes the Meta-Analysis framework (PRISMA method). A total of 404 articles were identified through screening from the SCOPUS and WOS databases. Following the screening based on predefined criteria, only 16 articles were selected. Subsequently, these articles were analyzed, and the study findings were categorized into seven discussions regarding the use of AR, namely, general aspects, study findings, contributions of the studies, study designs, research instruments, science learning topics, and theories and models. It is hoped that the results of this review will benefit researchers and educators interested in the use of technology, especially AR, for teaching and learning purposes.

Keywords: Augmented Reality, teaching and learning of science, systematic literature review

Abstrak

Pembangunan pesat dunia teknologi membawa kepada perubahan di dalam pelbagai bidang khususnya pendidikan. Kemunculan teknologi Realiti Terimbuh (AR) mula mendapat perhatian para pengkaji dalam menguji keberkesanannya terhadap proses pengajaran dan pembelajaran. Namun begitu, hanya sebilangan kecil yang mengkaji secara sistematik bagi trend penyelidikan dalam pelaksanaan AR dalam pengajaran dan pembelajaran sains khususnya di peringkat sekolah rendah. Maka, tinjauan literatur sistematik ini bertujuan bagi mengenal pasti trend AR dalam pengajaran dan pembelajaran sains dari tahun 2018-2023. Kajian literatur ini menggunakan kaedah kerangka Meta-Analisis (PRISMA). Sebanyak 404 artikel telah dikenal pasti melalui saringan daripada pangkalan data SCOPUS dan WOS. Hasil daripada saringan berdasarkan syarat-syarat yang telah ditetapkan, hanya 16 artikel yang telah dipilih. Seterusnya, artikel ini telah dianalisis dan dapatan kajian dibahagikan kepada tujuh perbincangan terhadap penggunaan AR iaitu secara umum, berkaitan hasil kajian, berkaitan sumbangan kajian, berkaitan reka bentuk kajian, berkaitan instrumen kajian, berkaitan topik pembelajaran sains dan berkaitan teori dan model. Diharapkan hasil tinjauan ini dapat memberi manfaat kepada penyelidik dan warga pendidik berkaitan penggunaan teknologi terutamanya AR bagi tujuan pengajaran dan pembelajaran.

Kata kunci: Realiti Terimbuh, pengajaran dan pembelajaran sains, sorotan literatur sistematik

© 2024 Penerbit UTM Press. All rights reserved

1.0 PENGENALAN

Pembelajaran secara tradisional bermula dengan penggunaan sumber manuskrip dan kemudiannya menjadi buku teks bercetak. Ia kemudiannya berkembang menjadi buku teks yang disediakan dalam bentuk digital. Namun begitu penggunaan buku teks digital ini juga dilihat tidak mendatangkan manfaat tambahan kepada para pelajar dan juga para guru disebabkan tiada sebarang ciri-ciri tambahan seperti bersifat interaktif (Alfiras & Bojiah, 2020). Proses Pembelajaran dan Pemudahcaraan (PdPc) secara tradisional dilihat tidak lagi mencukupi dalam melahirkan dan melengkapkan para pelajar bagi menghadapi cabaran pada masa hadapan. Proses PdPc seharusnya disokong dengan penggunaan teknologi dalam melengkapi para pelajar dengan kemahiran abad ke 21 (Safri, & Jamaludin, 2022).

Mata pelajaran sains merupakan satu mata pelajaran yang sangat penting. Ia mula diajar mulai dari pra sekolah sehingga ke peringkat tertinggi. Mempelajari sains memerlukan seseorang pelajar itu memiliki keupayaan visual-spatial (Arici et al., 2019). Bahkan pencapaian pelajar dalam mata pelajaran ini juga berkait rapat dengan keupayaan spatial (Liu, 2021). Keupayaan spatial merujuk kepada kemampuan untuk melihat dunia visual-ruang dengan tepat. Ini melibatkan kepekaan terhadap unsur-unsur seperti warna, garis, bentuk, struktur, ruang, dan potensi untuk mengenali serta memanipulasi pola-pola dalam ruang tersebut. Dengan kata lain, seseorang yang memiliki kecerdasan spatial dapat menginterpretasikan informasi visual-ruang dengan tepat dan memiliki kemampuan untuk memahami serta berinteraksi dengan persekitaran secara efektif. (Cavas & Cavas, 2020). Namun begitu keupayaan visual-spatial ini tidak dikuasai oleh semua pelajar. Justeru ia secara tidak langsung telah mempengaruhi pelajar dalam pencapaian mereka bagi mata pelajaran sains. Perkembangan teknologi hari ini telah membawa kemunculan teknologi realiti terimbuh (AR) yang dilihat dapat menyokong pembelajaran dikalangan pelajar khususnya mereka yang mempunyai keupayaan visualisasi spatial yang rendah (Uribe et al., 2023). Realiti terimbuh dilihat bukan sahaja dilihat sebagai alat menyampaikan isi pelajaran semata-mata bahkan ia mampu membantu para pelajar meningkatkan pencapaian mereka khususnya dalam mata pelajaran sains (Bogomolova et al., 2019 dan Sahin & Yilmaz, 2020). Para pelajar juga dapat mempelajari topik yang kompleks dalam ruang yang menyeronokkan dan mudah melalui peranti maya (Yildiz, 2022).

Penggunaan realiti terimbuh mula diperkenalkan mulai tahun 1950an. Ia kemudiannya dikembangkan oleh Ivan Sutherland pada tahun 1968 melalui paparan AR yang terpasang di kepala (*head-mounted display*). Mulai tahun 1990, terma *Augmented Reality* (AR) mula diperkenalkan oleh Tom Caudell dan digunakan secara rasmi (Shanmugam et al., 2019). Secara dasarnya Realiti terimbuh (AR) merupakan satu teknologi yang dapat menghubungkan informasi digital seperti gambar, video dan objek 3 dimensi ke dalam persekitaran nyata (Hussein, 2022 dan Jafari et al., 2023). AR membenarkan interaksi di antara pengguna, kandungan digital dan dunia yang nyata melalui paparan imej maya dalam dunia sebenar (Xiong et al., 2021). Sebelum ini hanya berkisar secara teori dalam kajian dan makmal berkembang ke peringkat aplikasi massa dan juga industri yang memungkinkan orang ramai kini dapat mengalami penggunaannya. Penggunaan aplikasi berasaskan teknologi realiti ini melalui perubahan hari demi hari seterusnya bakal mengubah kehidupan manusia ke tahap yang lebih besar dampak dari pembangunan pesat dunia saintifik dan teknologi ini (Chen et al., 2019). Walaupun penyelidikan telah menunjukkan bahawa AR mempunyai potensi untuk meningkatkan pembelajaran pelajar, namun masih terdapat komuniti pendidik yang masih tidak jelas memahami impak penggunaan AR terhadap pencapaian pelajar serta faktor-faktor yang mempengaruhi keberkesanan pendidikan berasaskan AR (Radu, 2012 & Alalwan et al., 2021). Tambahan pula, sesetengah penggubal dasar dalam bidang pendidikan tidak dapat melihat dengan jelas bagaimana AR dapat diintegrasikan di dalam proses pengajaran dan pemudahcaraan khususnya bagi mata pelajaran sains menjadikan AR tidak mendapat perhatian secukupnya khususnya dari aspek kemudahan dan latihan kepada para guru (Alalwan et al., 2021). Maka, kajian literatur secara sistematik ini dilaksanakan bagi membentangkan kepada warga pendidik dan pembuat dasar kajian-kajian yang telah dilaksanakan berkaitan penggunaan AR bagi mata pelajaran sains sekolah rendah agar dapat memberi pencerahan terhadap penggunaan AR dalam meningkatkan pencapaian pelajar dalam mata pelajaran sains.

■2.0 TINJAUAN LITERATUR

Realiti Terimbuh merupakan suatu teknologi yang membolehkan penggunaannya mengalami pengalaman interaktif dengan dunia sebenar di mana objek dalam dunia sebenar diperkaya dengan maklumat persepsi yang di hasilkan melalui komputer. Pelbagai bidang telah mengambil manfaat terhadap teknologi ini seperti bidang industri, hiburan, perubatan, pelancongan, pendidikan dan sebagainya. Teknologi ini dilihat mempunyai keupayaan berkembang dengan lebih pesat, lebih murah, lebih baik dan lebih mudah di capai (Qiao et al., 2019). Dari perspektif dunia pendidikan pula, peranti teknologi kini telah menjadi peneraju utama dalam peningkatan pendidikan sejak Revolusi Industri bermula. Kepesatan perkembangan dunia teknologi ini khususnya dalam bidang pendidikan telah membuka jalan bagi penciptaan paradigma baharu melalui pelbagai inovasi berasaskan Realiti Terimbuh ini telah memberi peluang kepada para pelajar mengikuti sesi pembelajaran dan pengajaran yang menarik dan berkesan (Samonte et al., 2021).

Menurut rekod dalam pangkalan data literatur sains dan akademik, Realiti Terimbuh pertama yang dicipta dan digunakan dalam konteks pendidikan ialah alat pengajaran anatomi tiga-dimensi. Perisian AR ini menindan struktur tulang secara maya pada anatomi sebenar tubuh badan manusia menggunakan paparan yang dipasang di kepala (*head-mounted display*). Sistem ini telah dibina oleh Universiti Utara Carolina dan dibentangkan pada Persidangan Antarabangsa Pertama mengenai Penglihatan Komputer, Realiti Maya, dan Robotik dalam Perubatan yang diadakan di Nice, Perancis, pada tahun 1995 (Kancherla et al., 1995). Menurut Garzón (2021), bermula dari tahun 1995 sehingga 2009, perkembangan AR tertumpu kepada aplikasi paparan AR terpasang di kepala dengan sejumlah 800 kajian telah diterbitkan dan dilaporkan di dalam Web of Science (WOS) yang meliputi bidang kesihatan, kejuruteraan dan sains semula jadi. Sekalipun penggunaan AR dalam pendidikan dapat memberi impak yang positif terhadap hasil pembelajaran, namun penggunaan teknologi AR ini adalah jauh lebih rendah berbanding penggunaan teknologi-teknologi yang lain (Wen et al., 2023).

Secara asasnya, AR telah memberi sumbangan yang sangat besar kepada pendidikan. Implementasi AR dalam proses pengajaran dan pemudahcaraan mendatangkan banyak manfaat kepada warga pendidik dan terutamanya para pelajar. Terdapat banyak kajian penggunaan AR dalam proses pembelajaran dan pemudahcaraan telah dilaksanakan khususnya bagi pelajar sekolah rendah seperti kajian Bahasa Inggeris (Afnan et al., 2021; Nezhyva et al., 2020 dan Edyanto et al., 2021), matematik (Demetriadou et al., 2020; Yousef, 2021; Rossano et al., 2020 dan Song et al., 2020) dan mata pelajaran sains (Phon et al., 2019; Chein et al., 2019 dan Ewais et al., 2019). Walaubagaimanapun kajian berkaitan penggunaan AR bagi mata pelajaran sains sekolah rendah masih lagi di tahap yang rendah.

Di dalam kajian terdahulu (Ibáñez et al., 2020; Cai et al., 2020; Abdusselam & Karal, 2020; Sahin, & Yilmaz, 2020; Wu, 2021) mendapati, penggunaan AR dalam proses pembelajaran dan pemudahcaraan telah memberi impak yang positif terhadap prestasi pelajar. Namun begitu, terdapat juga kajian yang lalu antaranya kajian oleh Thees et al. (2020) dan Elford (2022) yang mendapati bahawa penggunaan AR tidak memberi kesan ketara terhadap pencapaian pelajar berbanding pembelajaran tanpa menggunakan AR. Ini menimbulkan pertanyaan sama ada penggunaan AR dapat memberi kesan positif terhadap pencapaian pelajar ataupun tidak.

Dari segi pengaruh AR terhadap dan sikap pula, terdapat beberapa kajian yang lalu melihat bagaimana kesan AR terhadap sikap dan motivasi pelajar semasa mengikuti sesi pembelajaran menggunakan AR. Kajian Chen et al. (2022; Cai et al. (2020) Sahin, & Yilmaz (2020) dan Wu (2021) mendapati bahawa, penggunaan AR turut memberi impak yang positif terhadap sikap pelajar. Selain pembentukan sikap

yang positif, penggunaan AR dalam proses pembelajaran dan pemudahcaraan juga jelas dapat membangkitkan motivasi belajar para pelajar. Hal ini telah turut disokong dengan kajian Lai et al. (2019), Chen et al. (2022), Abdusselam & Karal (2020) Anuar (2021) yang mendapati tahap motivasi pelajar meningkat dengan pelaksanaan proses pembelajaran dan pemudahcaraan menggunakan aplikasi AR.

Seperti mana penggunaan teknologi yang lain, perbincangan mengenai beban kognitif pelajar terhadap penggunaan AR tidak dapat dielakkan. Beberapa kajian yang lalu (Lai et al. 2019; Thees et al. 2020) yang mengkaji beban kognitif terhadap pelajar semasa proses pembelajaran dan pembelajaran mendapati bahawa, beban kognitif pelajar apabila melalui proses pembelajaran berbantuan AR adalah lebih rendah berbanding secara tradisional. Namun begitu kajian yang lepas juga mendapati tiada perbezaan ketara antara pembelajaran berasaskan AR dan pembelajaran tanpa AR seperti kajian oleh Elford (2022).

Hasil tinjauan literatur juga mendapati terdapat beberapa hasil kajian yang lalu tidak mencatatkan sebarang perubahan dari segi impak terhadap proses pembelajaran dan pemudahcaraan. Hal ini mungkin terjadi kerana kebanyakan yang sedia ada banyak mengabaikan dalam melihat penggunaan AR yang digandingkan dengan pedagogi dan model pembelajaran dan pemudahcaraan yang bersesuaian (Garzón et al., 2020 dan Wen et al., 2023). Oleh yang demikian adalah amat penting kajian berkaitan dengan AR dalam pembelajaran disandarkan kepada pedagogi dan model pembelajaran dan pemudahcaraan yang sesuai bagi memastikan keputusan yang utuh.

Oleh yang demikian, dilihat perlunya satu kajian literatur yang bersistematik dalam memahami kenapa berlakunya perbezaan hasil dapatan bagi kajian yang lalu seterusnya membentangkan kepada para pembaca mengenai kajian-kajian yang telah dilaksanakan dalam memahami kesan AR dan potensi AR terhadap para pelajar khususnya yang melibatkan mata pelajaran sains sekolah rendah.

■3.0 METODOLOGI

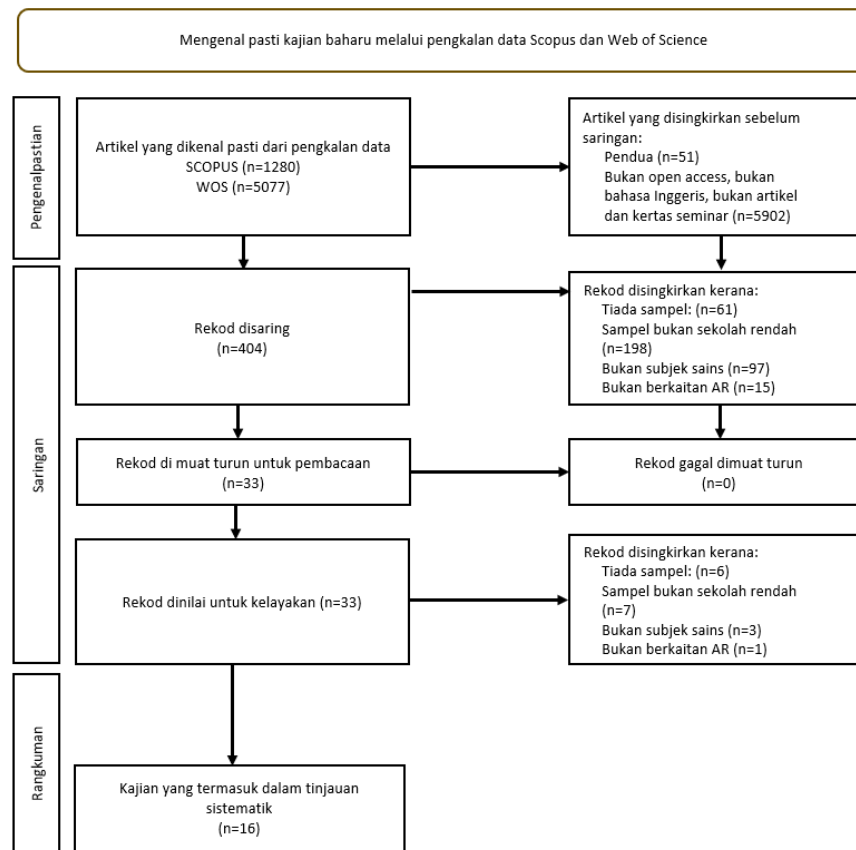
Tinjauan literatur sistematik ini telah dijalankan berdasarkan garis panduan Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses (PRISMA) bagi membentangkan gambaran yang komprehensif mengenai literatur yang berkaitan dengan AR dalam pengajaran dan pemudahcaraan secara sistematik. 16 artikel yang telah dipilih bagi menjawab soalan kajian literatur sistematik ini berdasarkan kriteria berikut:

- a) Diterbitkan dalam jurnal akademik berwasit (artikel yang berkualiti tinggi)
- b) Membahaskan pelaksanaan AR dalam pengajaran dan pemudahcaraan sains sekolah rendah
- c) Diterbitkan dalam tempoh di antara 2018-2023 (bagi melihat trend penerbitan)
- d) Diindeks dalam pangkalan data SCOPUS dan WOS (bagi kualiti pengindeksan dan petikan)
- e) Diterbitkan di dalam bahasa Inggeris.

Objektif tinjauan ini dijalankan adalah bagi mengkaji, menganalisis dan mengklasifikasikan kajian yang berkaitan dengan pengajaran dan pemudahcaraan mata pelajaran sains sekolah rendah berasaskan Realiti Terimbuh (AR). Oleh yang demikian, sorotan literatur bersistematik ini dijalankan bagi menjawab persoalan berikut:

- i) Apakah yang dikatakan oleh penyelidikan mengenai pembangunan, penerimaan dan keberkesanan AR?
- ii) Apakah pendekatan penyelidikan yang digunakan untuk mempelajari mata pelajaran sains berasaskan AR?
- iii) Apakah kaedah yang digunakan dalam menilai proses pembelajaran dan pemudahcaraan mata pelajaran sains berasaskan AR?
- iv) Apakah topik utama yang digunakan di dalam kajian berkaitan AR dalam mata pelajaran sains?
- v) Apakah teori yang diguna pakai dalam membangunkan AR?
- vi) Apakah pendekatan pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran dan pemudahcaraan berasaskan AR?

Bagi mengenal pasti artikel dengan tepat, beberapa kriteria pengecualian telah ditetapkan seperti jenis dokumen: buku, ulasan buku, majalah, tinjauan pendek, Komunikasi pendek (*short communication*), surat menyurat, surat berita, perbincangan, ulasan produk, editorial, nota penerbit dan *erratum*. Rajah 1 memaparkan cara alir PRISMA. Dalam mengenal pasti tema yang berkaitan dengan corak serta trend penyelidikan dalam kajian yang telah disaring, analisis tematik ringkas telah dijalankan. Kesemua 16 artikel telah dianalisis dan data telah disusun dalam menjawab soalan kajian dan dikelaskan di dalam tiga tema utama.



Rajah 1 Carta Alir PRISMA

Pada fasa pengenalanpastian, proses pencarian data adalah melalui SCOPUS dan WOS menggunakan kata kunci “*Augmented Reality*”, “*education*” dan “*science*” dalam Bahasa Inggeris bagi tujuan mendapatkan data. Pada peringkat ini terdapat sebanyak 6537 padanan di mana Scopus mencatatkan 1280 bilangan artikl dan WOS mencatatkan sebanyak 5077 artikl.

Proses seterusnya adalah proses saringan dilakukan berdasarkan penapisan artikl yang terhad kepada artikl dan kertas seminar berbahasa Inggeris yang terbuka dan bidang pendidikan. Artikl juga terhad kepada penerbitan tahun 2018 hingga 2023 dipilih bagi memastikan data yang sahih dan terkini. Setelah dilakukan saringan, sebanyak 5902 artikl telah disingkirkan kerana tidak memenuhi kriteria yang telah ditetapkan dan 51 artikl pendua dari WOS.

Proses seterusnya dilakukan saringan kepada baki artikl sebanyak 404 artikl melalui pembacaan abstrak. Hasil penelitian abstrak di dapati terdapat 61 artikl yang tidak mempunyai sampel, iaitu kajian berkaitan pembinaan AR sahaja, 198 artikl menggunakan sampel bukan dari pelajar sekolah rendah, 97 bukan membincangkan subjek sains dan 15 bukan berkaitan AR menjadikan jumlah sebanyak 371 disingkirkan menjadi baki sebanyak 33 artikl. Dari keseluruhan artikl sebanyak 33 artikl ini, 17 daripadanya tidak menyatakan secara jelas mengenai jenis sampel, subjek yang dikaji dan jenis aplikasi AR di dalam abstrak. Namun ia tetap dipilih untuk dimuat turun bagi membolehkan pembacaan secara teliti bagi menentukan sama ada artikl tersebut memenuhi syarat untuk dipilih bagi kajian literatur ini atau tidak.

Setelah kesemua artikl tersebut dimuat turun dan dilakukan pembacaan secara teliti mendapati sebanyak 17 artikl tersebut tidak memenuhi syarat yang telah ditetapkan di mana 6 daripadanya tidak mempunyai sampel, 7 menggunakan sampel bukan dari pelajar sekolah rendah, 3 bukan berkaitan mata pelajaran sains dan 1 tidak berkaitan dengan penggunaan AR. Hasil saringan menjadikan baki jumlah keseluruhan artikl yang dapat digunakan dalam proses tinjauan sistematik ini adalah sebanyak 16 artikl. Jadual 1 menunjukkan rangkuman bagi tinjauan ini.

Jadual 1 Gambaran keseluruhan kajian

No	Penulis / Tahun	Tajuk Kajian
1	Cai et al. (2022)	Exploring the potential of Using Augmented Reality and Virtual Reality for STEM education.
2	Jafari et al. (2023)	The Effect of Augmented Reality on the Level of First Elementary Students in the Course of Experimental Sciences.
3	Wen et al (2023)	Integrating Augmented Reality into Inquiry-based Learning Approach in Primary Science Classroom.
4	Volioti et al. (2022)	Using Augmented Reality in K-12 Education: An Indicative Platform for Teaching Physics.
5	Abdullah et al. (2022)	Applying Activity-System-Based Process Model in Augmented Reality-Based Learning for Natural Science Course in Elementary School.

6	Huang et al. (2022)	Applying Activity-System-Based Process Model in Augmented Reality-Based Learning for Natural Science Course in Elementary School.
7	Lo et al. (2021)	The study of AR-Based Learning for Natural Science Inquiry Activities in Taiwan's Elementary School from the Perspective of Sustainable Development.
8	Tsai et al. (2021)	Design and Validation of a Virtual Chemical Laboratory-an example of Natural Science in Elementary Education.
9	Gamboa-Ramos et al. (2021)	Mobile Application with Augmented Reality to Improve Learning in Science and Technology.
10	Marini et al. (2022)	Mobile Augmented Reality Learning Media with Metaverse to Improve Student Learning Outcomes in Science Class.
11	Winarwi & Purwandari (2019)	The Effectiveness of Turtle Mobile Learning Application for Scientific Literacy in Elementary School.
12	Lu et al. (2019)	Evaluating Reading Material Formats on Children Learning in Science Education.
13	Lai et al. (2019)	An augmented Reality-based Learning Approach to Enhancing Students' Science Reading Performance from the Perspective of the Cognitive Load Theory.
14	Lin et al. (2018)	Exploring Imaginative Capability and Learning Motivation Difference Through Picture E-book.
15	Buchner (2022)	Generative Learning Strategies do not Diminish Primary Students' Attitudes Toward Augmented Reality.
16	Stojšić et al. (2022)	Students' Acceptance of Mobile Augmented Reality Application in Primary and Secondary Biology education.

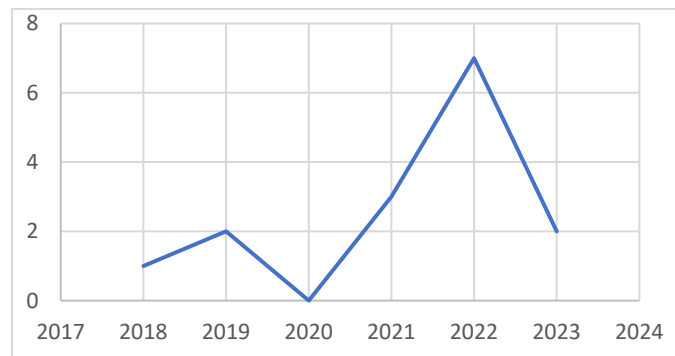
4.0 DAPATAN KAJIAN

4.1 Dapatan Secara Umum

Data-data telah diekstrak daripada artikel yang terpilih berdasarkan kriteria berikut:

- Tahun penerbitan serta negara dijalankan penyelidikan.
- Sumbangan hasil kajian.
- Pendekatan penyelidikan yang digunakan dalam mengkaji AR dalam pengajaran dan pemudahcaraan sains.
- Kaedah bagi menilai keberkesanan AR sebagai alat dalam pengajaran dan pemudahcaraan sains.
- Topik sains yang digunakan dalam melaksanakan pengajaran dan pemudahcaraan berasaskan AR.
- Teori yang digunakan dalam pembangunan AR
- Pendekatan pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran dan pemudahcaraan berasaskan AR

Rajah 2 menunjukkan corak penerbitan artikel yang terpilih di dalam kajian sistematik ini dari tahun 2018 sehingga 2023.



Rajah 2 Bilangan artikel berdasarkan tahun

Daripada Rajah 2 di dapati, trend penerbitan dari tahun 2018 sehingga tahun 2023. Pada tahun 2019 mencatatkan peningkatan terhadap penerbitan artikel iaitu peningkatan sebanyak 1 artikel, namun pada tahun 2020 tiada penerbitan artikel berkaitan penggunaan AR dalam pengajaran dan pemudahcaraan mata pelajaran sains sekolah rendah. Namun dapat dilihat peningkatan ketara pada tahun 2021 dan 2022 iaitu penambahan sebanyak 7 artikel telah diterbitkan berbanding tahun 2020 dan pada tahun 2023 mencatatkan penurunan sebanyak 5 penerbitan artikel sahaja. Namun begitu generalisasi bagi tahun 2023 tidak dapat dilakukan memandangkan ketika kajian ini di jalankan, sesi tahun 2023 belum lagi berakhir. Jadual 2 menunjukkan senarai artikel yang dikategorikan mengikut negara penyelidikan di lakukan.

Jadual 2 Senarai artikel mengikut negara

Negara	Bilangan	Kajian
Taiwan	6	Lin et al. (2018), Lai et al. (2019), Lu et al. (2019), Lo et al. (2021), Tsai et al. (2021), Huang et al. (2022).
Indonesia	2	Winarni & Purwandari (2019), Marini et al. (2022)
Iran	1	Jafari et al. (2023)
China	1	Cai et al. (2022)
Singapura	1	Wen et al. (2023)
Malaysia	1	Abdullah et al. (2023)
Greece	1	Volioti et al. (2022)
Peru	1	Gambos-Ramos (2021)
Serbia	1	Stojšić et al. (2022)
Tidak dinyatakan	1	Buchner (2022)

Jadual 2 menunjukkan artikel yang disusun berdasarkan lokasi kajian dijalankan. Terdapat 10 negara yang menjadi lokasi kajian di jalankan dengan Taiwan mendominasi lokasi kajian yang terbanyak dengan enam jumlah kajian telah dilaksanakan diikuti dengan Indonesia sebanyak dua kajian dan baki lain-lain negara sebanyak satu kajian bagi setiap negara. Terdapat satu kajian yang dijalankan oleh Buchner (2022) tidak menyatakan dengan jelas di mana dan dari negara mana sampel diambil bagi kajian tersebut.

Secara asasnya terdapat enam tema yang menjadi tumpuan perbincangan iaitu dapatan kajian, pembangunan, penerimaan dan keberkesanan AR, pendekatan penyelidikan, kaedah pengumpulan data, topik pembelajaran dan pemudahcaraan sains berasaskan AR dan tema terakhir iaitu teori dan pendekatan pembelajaran yang digunakan.

4.2 Dapatan berkaitan Hasil Kajian

Kajian sistematik yang dijalankan juga turut meneliti hasil dapatan bagi setiap artikel. Hasil dapatan bagi setiap kajian ini adalah bagi menjawab persoalan kajian dan objektif kajian yang telah ditetapkan oleh para penyelidik. Kesemua kajian dilihat berjaya mendapatkan jawapan terhadap persoalan kajian. Jadual 3 menunjukkan hasil dapatan kajian bagi 16 artikel yang telah diteliti.

Jadual 3 Dapatan Kajian

Kajian	Dapatan Kajian
Cai et al. (2022)	Pelajar menunjukkan tingkah laku positif terhadap penggunaan AR. Tiada perbezaan paras motivasi bagi pelajar lelaki dan perempuan
Jafari et al. (2023)	Tumpuan semasa menggunakan AR lebih tinggi berbanding bahan bercetak. Tiada perbezaan bagi jangka masa tumpuan bagi kedua-dua kumpulan.
Wen et al. (2023)	Tiada perbezaan ketara antara kumpulan yang menggunakan AR dan tidak menggunakan AR. Penggunaan AR perlu disokong dengan pendekatan pembelajaran.
Volioti et al. (2022)	Pelajar berpuas hati dengan AR yang dibina. Namun penggunaan QR Code bagi mengakses bahan mengganggu para pelajar dalam mengikuti aktiviti
Abdullah et al. (2022)	Pelajar berpuas hati dengan AR yang dibina. Terdapat penambahbaikan terhadap ujian pos
Huang et al. (2022)	Pencapaian pelajar meningkat dengan penggunaan AR berbanding kaedah tradisional. Tiada perbezaan ketara diantara pencapaian pelajar lelaki dan perempuan. Pelajar menggunakan AR juga mempunyai sikap yang positif berbanding kumpulan kawalan.
Lo et al. (2021)	Umur dan literasi digital mempengaruhi persepsi pelajar terhadap kebergunaan AR. Pelajar yang mempunyai literasi digital yang baik mempunyai persepsi yang lebih baik terhadap AR. Pelajar yang lebih tua beranggapan AR kurang berguna berbanding pelajar yang lebih muda. Pelajar yang beranggapan aplikasi AR mudah digunakan mempunyai kecenderungan mengatakan bahawa AR memberi manfaat dan seterusnya mempunyai sikap positif terhadap penggunaannya.
Tsai et al. (2021)	Pelajar yang menggunakan AR mencatatkan prestasi yang lebih baik dari kumpulan tanpa AR. Pelajar berpendapat AR memudahkan dalam memahami arahan dan operasi eksperimen. Pelajar bersetuju bahawa AR diperluaskan kepada mata pelajaran lain.
Gamboia-Ramos et al. (2021)	Penggunaan AR meningkatkan prestasi dan minat pelajar. Penggunaan AR Berjaya mempromosikan pembelajaran sendiri. AR dapat meningkatkan keupayaan visualisasi spatial dan kemahiran imaginasi pelajar.
Marini et al. (2022)	Penggunaan AR meningkatkan prestasi pelajar. AR perlu digandingkan dengan kaedah pembelajaran yang bersesuaian. Visualisasi yang tepat memudahkan sesuatu maklumat baharu dapat difahami dengan mudah.
Winarwi & Purwandari (2019)	Pelajar menunjukkan minat belajar berbantuan AR. AR membantu pelajar melihat objek yang mustahil dibawa ke bilik darjah. Pelajar menunjukkan motivasi belajar yang tinggi ketika mengikuti sesi pembelajaran berasaskan AR. Pelajar dapat membina konsep yang sukar kerana AR memudahkan proses visualisasi
Lu et al. (2019)	Tiada perbezaan ketara antara belajar menggunakan AR dan buku pop-up, namun terdapat perbezaan ketara bagi penggunaan AR berbanding buku bercetak. Motivasi pelajar menggunakan AR lebih rendah berbanding buku pop-up dan buku bercetak.
Lai et al. (2019)	AR meningkatkan pencapaian pelajar. Motivasi pelajar lebih tinggi berbanding Kumpulan kawalan. Kumpulan AR menunjukkan kepuasan pelajar lebih tinggi. Tiada perbezaan dari aspek

	beban kognitif pelajar bagi kedua-dua kumpulan. Penggunaan AR menjadikan pembelajaran lebih menarik
Lin et al. (2018)	Tahap imaginasi pelajar yang menggunakan AR lebih tinggi berbanding menggunakan buku bergambar dan buku teks. Pelajar menunjukkan sikap positif terhadap penggunaan AR. Pelajar merasa lebih santai dan mudah faham ketika menggunakan AR.
Buchner (2022)	Tiada perbezaan dari segi minat bagi pembelajaran berasaskan AR dan tanpa AR. Pelajar kurang selesa dengan aplikasi AR yang tidak mesra pengguna.
Stojšić et al. (2022)	Aplikasi yang dibina mudah digunakan. Pelajar menunjukkan sikap positif terhadap penggunaan AR. Tiada perbezaan dari segi sikap bagi berbeza jantina, namun terdapat perbezaan bagi pelajar yang berbeza latar belakang dan pengetahuan sedia ada mengenai AR.

4.3 Dapatan berkaitan Sumbangan Kajian

Tiga perkara utama telah dikenal pasti sebagai fokus artikel sumbangan AR dalam pengajaran dan pemudahcaraan mata pelajaran sains: i) Pembangunan AR bagi mata pelajaran sains; ii) Penerimaan AR di kalangan pelajar dan iii) Kesan AR terhadap pelajar dari segi pencapaian dan motivasi. Sejumlah 14 artikel dari keseluruhan artikel membincangkan Pembangunan AR yang telah dibina bagi kajian tersebut manakala selebihnya menggunakan aplikasi yang telah tersedia. Sejumlah 12 artikel pula melihat penerimaan pelajar terhadap penggunaan AR dalam pengajaran dan pemudahcaraan mata pelajaran sains dan 12 artikel pula melihat kesan penggunaan AR terhadap pelajar. Jadual 3 menghimpunkan artikel di dalam kumpulan mengikut jenis sumbangan. Terdapat artikel yang menyumbang lebih dari 1 sumbangan terhadap maklumat berkaitan AR dalam pengajaran dan pemudahcaraan mata pelajaran sains. Jadual 4 adalah rangkuman kepada pengelasan empat tema yang dikenal pasti.

Jadual 4 Pembangunan, Penerimaan, Keberkesanan AR

Sumbangan	Kajian	Bilangan
Pembangunan	Cai et al. (2022), Wen et al (2023), Volioti et al. (2022), Abdullah et al. (2022), Huang et al. (2022), Lo et al. (2021), Tsai et al. (2021), Gamboa-Ramos et al. (2021), Marini et al. (2022), Winarwi & Purwandari (2019), Lu et al. (2019), Lai et al. (2019), Lin et al. (2018), Buchner (2022).	14
Penerimaan	Cai et al. (2022), Wen et al (2023), Volioti et al. (2022), Abdullah et al. (2022), Huang et al. (2022), Lo et al. (2021), Tsai et al. (2021), Gamboa-Ramos et al. (2021), Winarwi & Purwandari (2019), Lin et al. (2018), Buchner (2022), Stojšić et al. (2022).	12
Keberkesanan	Jafari et al. (2023), Wen et al (2023), Abdullah et al. (2022), Huang et al. (2022), Tsai et al. (2021), Gamboa-Ramos et al. (2021), Marini et al. (2022), Winarwi & Purwandari (2019), Lu et al. (2019), Lai et al. (2019), Lin et al. (2018).	10

4.4 Dapatan berkaitan Reka Bentuk Kajian

Dari penelitian terhadap artikel yang dirangkumkan mendapati, kaedah kuantitatif mendominasi dengan sejumlah 10 artikel dan di ikuti pendekatan campuran sebanyak enam artikel. Dari sejumlah 16 artikel yang diteliti di dapati tiada kajian menggunakan pendekatan kualitatif sahaja. Jadual 5 menunjukkan pengelasan artikel berdasarkan pendekatan kajian dijalankan.

Jadual 5 Pendekatan Kajian

Pendekatan	Kajian	Bilangan
Kuantitatif	Jafari et al. (2023), Wen et al (2023), Abdullah et al. (2022), Tsai et al. (2021), Gamboa-Ramos et al. (2021), Marini et al. (2022), Lu et al. (2019), Lin et al. (2018), Buchner (2022), Stojšić et al. (2022).	10
Campuran	Cai et al. (2022), Wen et al (2023), Huang et al. (2022), Lo et al. (2021), Winarwi & Purwandari (2019), Lai et al. (2019)	6

4.5 Dapatan Berkaitan Instrumen Kajian

Hasil penelitian mendapati terdapat lapan kaedah digunakan dalam artikel yang disertakan di dalam tinjauan bersistematik ini meliputi ujian pos sahaja, ujian pra dan pos, temu bual, soal selidik dan pemerhatian,. Kaedah soal selidik merupakan kaedah yang paling banyak digunakan dengan jumlah 11 artikel, diikuti dengan kaedah kuasi eksperimental dengan menggunakan ujian pra dan pos sebanyak lapan artikel kemudian diikuti kaedah temu bual sebanyak lima artikel, kaedah kuasi eksperimental menggunakan ujian pos sahaja sebanyak dua artikel dan pemerhatian sebanyak 1 artikel. Kebanyakan kajian yang diteliti menggunakan lebih dari satu kaedah ujian dalam mengumpul data. Hanya enam kajian sahaja yang menggunakan satu kaedah pengumpulan data iaitu kajian oleh Jafari et al. (2023) yang menggunakan peranti pengesan kanta mata untuk melihat pergerakan anak mata semasa kajian eksperimental dijalankan, Volioti et al. (2022) dan Lo et al. (2021) menggunakan kaedah soal selidik, Marini et al. (2022) menggunakan kaedah ujian pra dan pos, Buchner (2022) menggunakan ujian pos

Sahaja dan Stojšić et al. (2022) menggunakan kaedah soal selidik sahaja. Jadual 6 menunjukkan kaedah kutipan data yang digunakan dalam kajian yang diteliti.

Jadual 6 Kaedah Pengumpulan Data

Kaedah Pengumpulan Data	Kajian	Bilangan
Ujian Pos sahaja	Lai et al. (2019), Buchner (2022)	2
Ujian Pra dan Pos	Wen et al (2023), Abdullah et al. (2022), Huang et al. (2022), Tsai et al. (2021), Gamboa-Ramos et al. (2021), Marini et al. (2022), Winarwi & Purwandari (2019), Lu et al. (2019)	8
Temu bual	Cai et al. (2022), Wen et al (2023), Winarwi & Purwandari (2019), Lai et al. (2019), Lin et al. (2018)	5
Soal Selidik	Cai et al. (2022), Volioti et al. (2022), Abdullah et al. (2022), Huang et al. (2022), Lo et al. (2021), Tsai et al. (2021), Gamboa-Ramos et al. (2021), Lu et al. (2019), Lai et al. (2019), Lin et al. (2018), Stojšić et al. (2022)	11
Peranti pengesan kanta mata	Jafari et al. (2023)	1

4.6 Dapatan berkaitan Topik Pembelajaran Sains

Hasil penelitian terhadap kesemua 16 artikel mendapati terdapat rangkuman 10 topik yang diketengahkan dalam kajian yang terpilih meliputi topik haiwan, tumbuhan, manusia, bunyi, haba, cahaya, tenaga, bumi, gas dan makanan. Topik tumbuhan menjadi topik majoriti pilihan kajian iaitu sebanyak lima artikel, manakala topik haiwan dan manusia masing-masing sebanyak empat artikel seterusnya diikuti topik tenaga, bumi dan makanan sebanyak dua artikel. Topik bunyi, haba, cahaya dan gas pula masing-masing sebanyak satu artikel. Terdapat juga kajian yang mengkaji lebih dari satu topik iaitu Volioti et al. (2022) bagi topik tumbuhan, manusia, haba, cahaya, tenaga dan bumi dan Tsai et al. (2021) bagi topik tenaga dan gas. Jadual 7 menunjukkan senarai topik matematik yang dipilih oleh artikel yang disemak.

Jadual 7 Senarai Topik Sains

Topik	Kajian	Bilangan
Tumbuhan	Wen et al (2023), Volioti et al. (2022), Huang et al. (2022), Lo et al. (2021), Lu et al. (2019)	5
Haiwan	Jafari et al. (2023), Winarwi & Purwandari (2019), Lin et al. (2018), Buchner (2022)	4
Manusia	Volioti et al. (2022), Abdullah et al. (2022), Marini et al. (2022), Stojšić et al. (2022)	4
Tenaga	Volioti et al. (2022) dan Tsai et al. (2021)	2
Bumi	Volioti et al. (2022) dan Lai et al. (2019)	2
Makanan	Gamboa-Ramos et al. (2021) dan Stojšić et al. (2022)	2
Bunyi	Cai et al. (2022)	1
Haba	Volioti et al. (2022)	1
Cahaya	Volioti et al. (2022)	1
Gas	Tsai et al. (2021)	1

4.7 Dapatan berkaitan Teori dan Model

Hasil penelitian terhadap artikel yang dirangkumkan mendapati, kebanyakan artikel tidak menyatakan secara jelas penggunaan teori dalam memandu pembangunan aplikasi AR yang digunakan serta teori atau pendekatan pembelajaran yang dilaksanakan. Dari kesemua artikel yang diteliti mendapati hanya kajian Abdullah et al. (2022) menyatakan teori yang diguna pakai bagi membangunkan aplikasi AR dan Teori yang diguna pakai dalam menguji AR. Jadual 8 memaparkan rangkuman penggunaan teori bagi setiap kajian.

Jadual 8 Teori dan pendekatan pembelajaran yang digunakan

Kajian	Teori	
	Pembangunan Aplikasi	Teori dan Pendekatan
Cai et al. (2022)	*	Teori Pembelajaran Persekitaran
Jafari et al. (2023)	Teori Pembelajaran Multimedia	*
Wen et al. (2023)	*	Pembelajaran Berasaskan Inkuiri
Volioti et al. (2022)	*	*
Abdullah et al. (2022)	Model ADDIE	Teori Konstruktivisme
Huang et al. (2022)	*	Teori Aktiviti & Pembelajaran Teradun
Lo et al. (2021)	*	*
Tsai et al. (2021)	*	*
Gamboa-Ramos et al. (2021)	Mobile D	*
Marini et al. (2022)	*	*
Winarwi & Purwandari (2019)	*	*
Lu et al. (2019)	*	*
Lai et al. (2019)	Teori Pembelajaran Multimedia	*
Lin et al. (2018)	*	Teori Pembelajaran Persekitaran
Buchner (2022)	*	Pendekatan Pembelajaran Generatif
Stojšić et al. (2022)	*	*

Hasil penelitian yang dilakukan juga mendapati terdapat 3 jenis pendekatan yang telah digunakan oleh pengkaji iaitu pendekatan pembelajaran berasaskan inkuiri, pendekatan pembelajaran teradun dan pendekatan pembelajaran generatif. Walaubagaimanapun, para pengkaji tidak menerangkan secara jelas mengenai pendekatan yang diguna pakai. Sebagai contoh, terdapat beberapa jenis pendekatan berasaskan inkuiri seperti pendekatan inkuiri berstruktur, pendekatan inkuiri terbuka, pendekatan inkuiri berasaskan masalah dan pendekatan inkuiri terbimbing.

■5.0 PERBINCANGAN KAJIAN DAN CADANGAN

Analisis ini dilakukan secara sistematik dan komprehensif dari tahun terkini penyelidikan AR bagi pembelajaran sains diharapkan dapat mendedahkan berkaitan keperluan pendidikan dan teknologi bagi kajian yang lebih mendalam dijalankan pada masa hadapan. Kajian sistematik ini terhad kepada pembelajaran sains berasaskan AR di sekolah rendah. Dua jenis pangkalan data digunakan bagi tujuan mendapatkan maklumat iaitu SCOPUS dan WOS dari tahun 2018-2023 yang diterbitkan dalam bahasa Inggeris. Beberapa pengecualian telah ditetapkan meliputi buku, ulasan buku, majalah, perbincangan, ulasan produk, editorial, nota penerbit dan *erratum*. Tiga kata kunci utama digunakan iaitu "*augmented reality*" "*education*" dan "*science*". Tiga tema utama telah dikenal pasti iaitu pembangunan AR, penerimaan AR dan keberkesanan AR. Kajian sistematik ini juga melihat kepada maklumat berkaitan dengan pendekatan yang digunakan dalam penyelidikan, kaedah pengumpulan data, topik bagi mata pelajaran sains serta teori dan pendekatan yang digunakan.

Hasil analisis telah merangkumkan sejumlah 16 kajian berkaitan penggunaan AR dalam proses pembelajaran dan pemudahcaraan mata pelajaran sains pada peringkat sekolah rendah. Pada tahun 2018 terdapat hanya satu kajian kemudian meningkat kepada dua kajian. Namun pada tahun 2022 tidak mencatatkan sebarang kajian yang didaftarkan. Mulai tahun 2021, terdapat peningkatan kepada tiga kajian dan seterusnya kepada tujuh kajian pada tahun 2022. Sekalipun tahun 2023 belum melabuhkan tirainya, terdapat dua artikel telah diterbitkan. Ini menunjukkan kajian berkaitan AR dalam mata pelajaran sains telah melepasi aras bagi tahun 2018 dan 2020. Kebanyakan kajian pula didapati tertumpu di negara Taiwan dengan jumlah enam kajian diikuti dengan Indonesia sebanyak dua penerbitan. Malaysia mencatatkan di antara jumlah kajian terendah iaitu sebanyak satu kajian sahaja meletakkan Malaysia sebaris dengan beberapa lain seperti Iran, China, Singapura, Greece, Peru dan Serbia. Ini memperlihatkan bahawa masih terdapat banyak ruang bagi penyelidik seterusnya meneroka berkaitan penggunaan AR di dalam pengajaran dan pemudahcaraan mata pelajaran sains di sekolah rendah.

Hasil analisis juga mendapati bahawa terdapat empat tema dari sejumlah kajian yang diteliti: pembangunan AR, penerimaan AR dikalangan pelajar dan keberkesanan AR terhadap pencapaian, motivasi dan sikap pelajar. Secara ringkasnya, kebanyakan AR hanya membincangkan pembangunan AR secara ringkas. Perbincangan lebih tertumpu kepada isi kandungan aplikasi AR berbanding teknikal pembinaan AR. Bagi tema penerimaan AR dikalangan pelajar juga, majoriti pelajar dilihat menerima AR sebagai alat pembelajaran dengan baik. Walaubagaimanapun terdapat satu kajian (Lu et al. 2019) dari sejumlah artikel yang diteliti mendapati, penggunaan AR tidak memberi kesan terhadap sikap dan minat pelajar berbanding penggunaan buku *pop-up*. Kebanyakan kajian mendapati tiada perbezaan diantara pelajar lelaki yang menggunakan AR dan pelajar perempuan yang menggunakan AR dari aspek motivasi dan pencapaian setelah melalui proses intervensi. Namun begitu terdapat beberapa aspek yang mempengaruhi sikap dan motivasi serta pencapaian di dalam kumpulan pelajar yang menggunakan AR. Lo et al. (2021) mendapati bahawa latar belakang pelajar, umur dan literasi digital pelajar mempengaruhi persepsi pelajar terhadap penggunaan AR. Pelajar yang mempunyai literasi digital serta umur lebih muda, mudah menerima penggunaan AR berbanding pelajar yang tidak mempunyai literasi digital dan pelajar lebih tua. Dari penelitian juga mendapati, pelajar lebih mudah menerima penggunaan AR dalam proses pembelajaran sekiranya aplikasi AR tersebut bersifat mesra pengguna dan berfungsi dengan baik (wet et al., 2023; Lo et al., 2021 dan Buchner, 2022). Tema terakhir pula meneliti keberkesanan AR mendapati bahawa, kebanyakan kajian memberi impak yang positif dalam meningkatkan prestasi pelajar. Walaubagaimanapun terdapat juga kajian (Wen et al., 2023 dan Lu et al.2019) yang menunjukkan bahawa penggunaan AR tidak memberi kesan ketara terhadap prestasi pelajar berbanding kaedah tradisional.

Di dalam analisis sistematik ini juga, pendekatan yang digunakan dalam menjalankan kajian turut diteliti. Hasil penelitian mendapati bahawa dari kesemua 16 kajian yang diteliti kaedah kuantitatif mendominasi sebagai kaedah kajian terbanyak digunakan iaitu sebanyak 10 kajian. Kaedah kuantitatif dilihat mendominasi dari kesemua artikel disebabkan kebanyakan kajian mengadaptasi kaedah kuasai eksperimen yang melibatkan ujian pra dan pos. Kaedah kuasai eksperimen dipilih orang para pengkaji bagi melihat secara lebih jelas kesan sebab dan akibat penggunaan AR terhadap pencapaian pelajar. Dari sejumlah penerbitan, baki sebanyak 6 kajian menggunakan kaedah campuran. Kaedah campuran merupakan sebuah kaedah yang mula diberi keutamaan. Terdapat beberapa persatuan penyelidikan pendidikan sebagai contoh Persatuan Penyelidik Pendidikan Amerika dan Persatuan Penyelidikan Pembelajaran dan Pengajaran Eropah menjadikan kaedah campuran menjadi kaedah pilihan yang seterusnya mendorong lebih ramai para pengkaji di bidang pendidikan menggunakan kaedah campuran ini (Shannon-Baker, 2002).

Dari segi topik yang digunakan sebagai isi kandungan AR pula, terdapat 10 topik utama dipilih sebagai isi kandungan AR meliputi topik tumbuhan, haiwan, manusia, tenaga, bumi, makanan, bunyi, haba, cahaya dan gas. Topik haiwan dan manusia masing-masing menjadi topik yang paling banyak dipilih dengan sejumlah empat artikel bagi setiap topik kemudian diikuti dengan topik tenaga, bumi dan makanan dengan masing-masing sebanyak dua artikel dan baki sebanyak satu artikel bagi topik bunyi, haba, cahaya dan gas. Hasil analisis ini mendapati masih terdapat banyak topik di dalam mata pelajaran sains yang masih belum diteroka. Topik haiwan dan manusia menjadi pilihan para pengkaji disebabkan rata-rata pelajar tidak dapat menguasai topik haiwan dan manusia. Kenyataan ini disokong melalui kajian yang dijalankan oleh Yaakob et al. (2023) yang mendapati 38.78% murid tidak memahami dengan lebih mendalam bagi topik haiwan. Tambahan pula topik haiwan dan juga manusia melibatkan konsep abstrak yang sukar difahami. Kedua-dua topik ini juga melibatkan konsep sains yang abstrak yang memerlukan para pelajar menggunakan kemahiran visual spatial dalam memahaminya. Sebagai contoh kajian yang dijalankan oleh Gunalan & Din (2023) mendapati terdapat para pelajar yang tidak dapat menguasai topik sains disebabkan proses yang berlaku tidak dapat di rasa dan sukar untuk dibayangkan oleh para pelajar khususnya sekolah rendah menyebabkan para pelajar hilang minat dan tidak menguasai topik ini.

Dari segi teori pula, kajian sistematik ini juga meneliti penggunaan teori bagi memandu dalam pembinaan aplikasi AR dan juga sebagai pendekatan dalam pembelajaran dalam menyampaikan isi kandungan menggunakan AR. Hasil analisis mendapati kebanyakan artikel tidak menyatakan dengan jelas teori yang memandu dalam pembinaan dan pendekatan pembelajaran yang digunakan. Bagi teori yang memandu pembinaan AR hanya empat kajian (Jafari et al., 2023; Abdullah et al., 2022; Gamboa-Ramos et al., 2021 dan Lai et al., 2019) dari 16 artikel menyatakan teori yang disandarkan. Begitu juga bagi teori atau pendekatan pembelajaran yang digunakan, hanya lima artikel (Cai et al., 2022; Wen et al., 2023; Abdullah et al., 2022; Gamboa-Ramos et al., 2021; Lin et al., 2018 dan Buchner, 2022) yang menyatakan dengan jelas teori yang disandarkan.

Pengkaji mencadangkan agar diadakan analisis literatur seterusnya diteruskan dengan melihat pada mata pelajaran yang lain dan peringkat yang lebih tinggi seperti sekolah menengah dan universiti agar dapat dilihat trend dan perbezaan bagi setiap mata pelajaran dan peringkat.

6.0 KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, Realiti Terimbuh (AR) semakin mendapat tempat dalam penyelidikan dalam pelbagai bidang khususnya pendidikan. Sekalipun begitu, ia dilihat masih lagi di tahap rendah jika dibandingkan dengan keupayaannya dalam menyokong proses pembelajaran dan pengajaran sains di sekolah rendah. Ini juga membawa maksud bahawa masih banyak ruang dapat diteroka oleh para pengkaji pada masa hadapan. Masih terdapat banyak topik sains yang masih kurang diberi perhatian dan memerlukan kajian tambahan bagi menyokong kajian yang dianalisis. Kebanyakan kajian juga tidak menjelaskan teori yang disandarkan semasa pembinaan dan mengaplikasikan penggunaan AR dalam sesi pembelajaran dan pemudahcaraan. Oleh itu terdapat banyak ruang untuk pengkaji seterusnya meneroka teori-teori dan pendekatan yang bersesuaian melalui proses pembelajaran dan pemudahcaraan berasaskan AR ini. Penggabungan AR dan teori yang bersesuaian ini dilihat mampu memberi impak positif terhadap hasil pembelajaran pelajar (Wen et al., 2023)

Sebagai penutup, kajian sistematik ini dilihat telah berjaya membentangkan corak dan trend penggunaan AR dan diharapkan dapat memberi manfaat kepada penyelidikan seterusnya dalam merancang kajian seterusnya dalam memberi manfaat kepada institusi pendidikan khususnya bagi mata pelajaran sains di sekolah rendah.

Penghargaan

Setinggi-tinggi penghargaan kepada Universiti Teknologi Malaysia (UTM) dan Universiti Teknologi MARA atas sokongan dalam menayakan kajian ini melalui dana geran yang diberikan (R.J130000.7353.4B760). Penghargaan juga kepada Sekolah Pendidikan, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Teknologi Malaysia, penyelia penyelidikan, ahli keluarga serta rakan-rakan yang telah memberikan sokongan dan bimbingan dalam menayakan kajian ini.

Rujukan

- Abdullah, N., Baskaran, V. L., Mustafa, Z., Ali, S. R., & Zaini, S. H. (2022). Augmented Reality: The Effect in Students' Achievement, Satisfaction and Interest in Science Education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(5), 326–350. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.5.17>
- Abdusselam, M. S., & Karal, H. (2020). The effect of using augmented reality and sensing technology to teach magnetism in high school physics. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(4), 407–424. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1766550>
- Afnan, Muhammad K, Khan N, Lee M-Y, Imran AS & Sajjad, M. (2021) School of the Future: A Comprehensive Study on the Effectiveness of Augmented Reality as a Tool for Primary School Children's Education. *Applied Sciences*. 11(11), 5277. <https://doi.org/10.3390/app11115277>
- Alalwan, N., Cheng, L., Al-Samarraie, H., Yousef, R., Ibrahim Alzahrani, A., & Sarsam, S. M. (2020). Challenges and Prospects of Virtual Reality and Augmented Reality Utilization among Primary School Teachers: A Developing Country Perspective. *Studies in Educational Evaluation*, 66, 100876. doi:10.1016/j.stueduc.2020.100876
- Alfiras, M., & Bojjiah, J. (2020). Printed Textbooks Versus Electronic Textbooks: A Study on the Preference of Students of Gulf University in Kingdom of Bahrain. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(18), 40–52. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i18.15217>
- Anuar, S., Nizar, N., & Ismail, M. A. (2021). The Impact of Using Augmented Reality as Teaching Material on Students' Motivation. *Asian Journal of Vocational Education and Humanities*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.53797/ajvah.v2i1.1.2021>
- Arici, F., Yildirim, P., Caliklar, Ş., & Yilmaz, R. M. (2019). Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. *Computers and Education*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>
- Bogomolova, K., van der Ham, I. J. M., Dankbaar, M. E. W., van den Broek, W. W., Hovius, S. E. R., van der Hage, J. A., & Hierck, B. P. (2020). The Effect of Stereoscopic Augmented Reality Visualization on Learning Anatomy and the Modifying Effect of Visual-Spatial Abilities: A Double-Center Randomized Controlled Trial. *Anatomical Sciences Education*, 13(5), 558–567. <https://doi.org/10.1002/ase.1941>
- Buchner, J. (2022). Generative learning strategies do not diminish primary students' attitudes towards augmented reality. *Education and Information Technologies*, 27(1), 701–717. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10445-y>
- Cai, S., Jiao, X., Li, J., Jin, P., Zhou, H., & Wang, T. (2022). Conceptions of Learning Science among Elementary School Students in AR Learning Environment: A Case Study of "The Magic Sound." *Sustainability (Switzerland)*, 14(11), 6783. <https://doi.org/10.3390/su14116783>
- Cai, S., Liu, E., Shen, Y., Liu, C., Li, S., & Shen, Y. (2020). Probability learning in mathematics using augmented reality: impact on student's learning gains and attitudes. *Interactive Learning Environments*, 28(5), 560–573. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1696839>
- Cavas, B., & Cavas, P. (2020). Multiple Intelligences Theory—Howard Gardner. In T. J. Akpan Ben and Kennedy (Ed.), *Science Education in Theory and Practice: An Introductory Guide to Learning Theory*. 405–418. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9_27
- Chen, M.-P., Wang, L.-C., Zou, D., Lin, S.-Y., Xie, H., & Tsai, C.-C. (2022). Effects of captions and English proficiency on learning effectiveness, motivation and attitude in augmented-reality-enhanced theme-based contextualized EFL learning. *Computer Assisted Language Learning*, 35(3), 381–411. <https://doi.org/10.1080/09588221.2019.1704787>
- Chen, Y., Wang, Q., Chen, H., Song, X., Tang, H., & Tian, M. (2019). An overview of augmented reality technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1237(2), 022082. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1237/2/022082>
- Chien, Y.C., Su, Y.N., Wu, T.T. & Huang, Y.M. (2019). Enhancing students' botanical learning by using augmented reality. *Universal Access in the Information Society*. 18, 231–241. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0590-4>

- DanakornNincarean, A., Phon, L.E., Rahman, M.H., Utama, N.I., Ali, M.B., Halim, N.D. & Kasim, S. (2019). The Effect of Augmented Reality on Spatial Visualization Ability of Elementary School Student. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. 18(2), 231–241
- Demitriadou, E., Stavroulia, K.E. & Lanitis, A. (2020). Comparative evaluation of virtual and augmented reality for teaching mathematics in primary education. *Education and Information Technologies* 25, 381–401. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09973-5>
- Edyanto, N. A. A., Ramli, S. Z., Ibhahir, N. A. N., Zahari, S. A. & Zawawi, M. A. A. (2021). Learn Idioms Using Augmented Reality. *International Journal of Multimedia and Recent Innovation*, 3(1), 11-16. <https://doi.org/10.36079/lamintang.ijmari-0301.209>
- Elford, D., Lancaster, S. J., & Jones, G. A. (2022). Exploring the Effect of Augmented Reality on Cognitive Load, Attitude, Spatial Ability, and Stereochemical Perception. *Journal of Science Education and Technology*, 31(3), 322–339. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-09957-0>
- Ewais, A., & Troyer, O. D. (2019). A Usability and Acceptance Evaluation of the Use of Augmented Reality for Learning Atoms and Molecules Reaction by Primary School Female Students in Palestine. *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), 1643-1670.
- Gamboa-Ramos, M., Gómez-Noa, R., Iparraguirre-Villanueva, O., Cabanillas-Carbonell, M., & Salazar, J. L. H. (2021). Mobile Application with Augmented Reality to Improve Learning in Science and Technology. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(10), 487-492. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0121055>
- Garzón, J. (2021). An Overview of Twenty-Five Years of Augmented Reality in Education. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(7), 37. <https://doi.org/10.3390/mti5070037>
- Garzón, J., Kinshuk, Baldiris, S., Gutiérrez, J., & Pavón, J. (2020). How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. *Educational Research Review*, 31, 100334. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100334>
- Gunalan, D. & Din, R. (2023). Penggunaan Augmented Reality (AR) untuk Meningkatkan Pencapaian Pelajar bagi Topik Pencernaan Makanan dalam Subjek Sains Tahun 3. *Journal of Personalized Learning*, 5(1) 2023, 19-29.
- Huang, C.-Y., Chou, Y.-Y., Chen, C.-H., & Tsai, Y.-H. (2022). Applying Activity System-Based Process Model in Augmented Reality-Based Learning for Natural Science Course in Elementary School. *Mobile Information Systems*, 2022, 1–18. <https://doi.org/10.1155/2022/9579766>
- Hussein, H. A., Ali, M. H., Al-Hashimi, M., Majeed, N. T., Hameed, Q. A., & Ismael, R. D. (2023). The Effect of Web Augmented Reality on Primary Pupils' Achievement in English. *Applied System Innovation*, 6(1), 18. <https://doi.org/10.3390/asi6010018>
- Ibáñez, M. B., Uriarte Portillo, A., Zatarain Cabada, R., & Barrón, M. L. (2020). Impact of augmented reality technology on academic achievement and motivation of students from public and private Mexican schools. A case study in a middle-school geometry course. *Computers & Education*, 145, 103734. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103734>
- Jafari, E., Talebi-Abatari, Z., Zadeh, M. R., & Firoozabad, V. S. (2023). The Effect of Augmented Reality on the Level of Attention of First Elementary Students in the Course of Experimental Sciences. *Journal of Educators Online*, 20(3), 1-15. <https://doi.org/10.9743/JEO.2023.20.3.20>
- Kancherla, A. R., Rolland, J. P., Wright, D. L., & Burdea, G. (1995). *A Novel Virtual Reality Tool for Teaching Dynamic 3D Anatomy*, 163-169. https://doi.org/10.1007/978-3-540-49197-2_18
- Lai, A., Chen, C., & Lee, G. (2019). An augmented reality-based learning approach to enhancing students' science reading performances from the perspective of the cognitive load theory. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 232–247. <https://doi.org/10.1111/bjet.12716>
- Lin, P.-H., Huang, Y.-M., & Chen, C.-C. (2018). Exploring Imaginative Capability and Learning Motivation Difference Through Picture E-Book. *IEEE Access*, 6, 63416–63425. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2875675>
- Liu, S., Wei, W., Chen, Y., Hugo, P., & Zhao, J. (2021). Visual–Spatial Ability Predicts Academic Achievement Through Arithmetic and Reading Abilities. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.591308>
- Lo, J.-H., Lai, Y.-F., & Hsu, T.-L. (2021). The Study of AR-Based Learning for Natural Science Inquiry Activities in Taiwan's Elementary School from the Perspective of Sustainable Development. *Sustainability*, 13(11), 6283. <https://doi.org/10.3390/su13116283>
- Lu, S.-J., Liu, Y.-C., Lin, M.-C., & Lu, F.-H. (2019). Evaluating Reading Material Formats on Children Learning in Science Education. *International Journal of Information and Education Technology*, 9(2), 99–104. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2019.9.2.1181>
- M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E. A., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . McKenzie, J. E. (2021b). PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, 160, 1-36. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
- Marini, A., Nafisah, S., Sekaringtyas, T., Safitri, D., Lestari, I., Suntari, Y., Umasih, Sudrajat, A., & Iskandar, R. (2022). Mobile Augmented Reality Learning Media with Metaverse to Improve Student Learning Outcomes in Science Class. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 16(07), 99–115. <https://doi.org/10.3991/ijim.v16i07.25727>
- Nezhnyva, Liudmyla L. and Palamar, Svitlana P. and Vaskivska, Halyna O. and Kotenko, Olha V. and Nazarenko, Liudmyla A. and Naumenko, Maryna S. and Voznyak, Andrei V. (2021) Augmented Reality in the Literary Education of Primary School Children: Specifics, Creation, Application Proceedings of the Symposium on Advances in Educational Technology (AET 2020).
- Qiao, X., Ren, P., Dustdar, S., Liu, L., Ma, H., & Chen, J. (2019). Web AR: A Promising Future for Mobile Augmented Reality—State of the Art, Challenges, and Insights. *Proceedings of the IEEE*, 107(4), 651–666. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2019.2895105>
- Radu, I. (2012). Why should my students use AR? A comparative review of the educational impacts of augmented-reality. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*. doi: 10.1109/ISMAR.2012.6402590.
- Rossano, V., Lanzilotti, R., Cazzolla, A. & Roselli, T. (2020). Augmented Reality to Support Geometry Learning. *IEEE Access*, 8, 107772–107780. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3000990>
- Safri, U. S. A., & Jamaludin, K. A. (2022). PAK 21 Skills and The Challenges of Its Integration During Teaching and Facilitation Session (PDPC). *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 11(4), 109-126. <https://doi.org/10.6007/ijarped.v11-i4/15031>
- Sahin, D., & Yilmaz, R. M. (2020). The effect of Augmented Reality Technology on middle school students' achievements and attitudes towards science education. *Computers & Education*, 144, 103710. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2019.103710>
- Samonte, J. C., Bagnas, N. C., Javina, J. M. T., Sionson, M. Y., & Zablan, G. M. D. (2021). A Systematic Review of the Effective Features of Augmented Reality and 3D Systems in High School as Learning Management Tools. *2021 4th International Conference on Information Management and Management Science*, 303–308. <https://doi.org/10.1145/3485190.3485237>
- Shanmugam, M., Sudha, M., Lavitha, K., Venkatesan, V. P., & Keerthana, R. (2019). Research opportunities on virtual reality and augmented reality: a survey. 2019 *IEEE International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICSCAN.2019.8878796>
- Shannon-Baker, P. (2022). Virtual Special Issue on “Mixed Methods Designs, Integration, and Visual Practices in Educational Research”. *Journal of Mixed Methods Research*, 16(2), 159-164. <https://doi.org/10.1177/15586898221083959>
- Song, E. Suaib, N. M., Sihes, A. J., Alwee, R. & Yunos Z. M. (2020). *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/979/1/012014>
- Stojičić, I., Ostojić, N., & Stanislavljević, J. (2022). Students' Acceptance of Mobile Augmented Reality Applications in Primary and Secondary Biology Education. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE)*, 10(3), 129–138. <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2022-10-3-129-138>
- Thees, M., Kapp, S., Strzys, M. P., Beil, F., Lukowicz, P., & Kuhn, J. (2020). Effects of augmented reality on learning and cognitive load in university physics laboratory courses. *Computers in Human Behavior*, 108, 106316. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106316>
- Tsai, C.-Y., Ho, Y.-C., & Nisar, H. (2021). Design and Validation of a Virtual Chemical Laboratory—An Example of Natural Science in Elementary Education. *Applied Sciences*, 11(21), 10070. <https://doi.org/10.3390/app112110070>
- Uribe, J., Harmon, D., Laguna, B., & Courtier, J. (2023). Augmented-Reality Enhanced Anatomy Learning (A-REAL): Assessing the utility of 3D holographic models for anatomy education. *Annals of 3D Printed Medicine*, 9, 100090. <https://doi.org/10.1016/J.STLM.2022.100090>
- Volioti, Christina., Keramopoulos, E., Sapounidis, T., Melisidis, K., Zafeiropoulou, M., Sotiriou, C., & Spiridis, V. (2022). Using Augmented Reality in K-12 Education: An Indicative Platform for Teaching Physics. *Information*, 13(7), 336. <https://doi.org/10.3390/info13070336>

- Wen, Y., Wu, L., He, S., Ng, N. H.-E., Teo, B. C., Looi, C. K., & Cai, Y. (2023). Integrating augmented reality into inquiry-based learning approach in primary science classrooms. *Educational Technology Research and Development*, 71(4), 1631–1651. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10235-y>
- Winarwi, E. W., & Purwandari, E. P. (2019). The Effectiveness of Turtle Mobile Learning Application for Scientific Literacy in Elementary School. *Journal of Education and E-Learning Research*, 6(4), 156–161. <https://doi.org/10.20448/journal.509.2019.64.156.161>
- Wu, M.-H. (2021). The applications and effects of learning English through augmented reality: a case study of Pokémon Go. *Computer Assisted Language Learning*, 34(5–6), 778–812. <https://doi.org/10.1080/09588221.2019.1642211>
- Xiong, J., Hsiang, E.-L., He, Z., Zhan, T., & Wu, S.-T. (2021). Augmented reality and virtual reality displays: emerging technologies and future perspectives. *Light: Science & Applications*, 10(1), 216. <https://doi.org/10.1038/s41377-021-00658-8>
- Yaakob, H. Wahab, M. N. A., Aziz, A. R. A. & Zainun, M. R. M. (2023). Masalah Pembelajaran Murid Sekolah Rendah Luar Bandar dalam Mata Pelajaran Sains. *International Journal of Humanities Technology and Civilization*, 8(1), 22-35. <https://doi.org/10.15282/ijhtc.v8i1.9400>
- Yildiz, E. P. (2022). Augmented Reality Research and Applications in Education. In *Augmented Reality and Its Application*. *IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.99356>
- Yousef AMF (2021). Augmented reality assisted learning achievement, motivation, and creativity for children of low-grade in primary school. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37, 966–977. <https://doi.org/10.1111/jcal.12536>