



Pemanfaatan *Augmented Reality* untuk Keterampilan Komunikasi Sosial Anak dengan Gangguan Spektrum Autisme

Wagino^{1*}, Sujarwanto², Fairus³ 

^{1,2,3} Pendidikan Luar Biasa, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received August 03, 2023

Revised August 08, 2023

Accepted October 10, 2023

Available online October 25, 2023

Kata Kunci:

Augmented Reality, Keterampilan Komunikasi Sosial, Gangguan Spektrum Autisme

Keywords:

Augmented Reality, Social Communication Skills, Autism Spectrum Disorder



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

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Gangguan spektrum autisme (ASD) adalah gangguan neurologis yang menyebabkan anak yang didiagnosis mungkin menghadapi kesulitan dalam komunikasi sosial atau memiliki serangkaian perilaku yang berulang atau terbatas. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pemanfaatan *augmented reality* untuk keterampilan komunikasi sosial anak dengan gangguan spektrum autisme. Jenis penelitian ini merupakan penelitian kualitatif. Pengumpulan data dengan menggunakan metode kualitatif maupun kuantitatif. Subjek penelitian terdiri dari berbagai kelompok usia dan tingkat keparahan dan harus mencakup kedua jenis kelamin. Hasil penelitian menunjukkan efek penggunaan AR terhadap pembelajaran individu adalah positif. Namun, mengingat beragam keterampilan yang ditargetkan dalam studi terpilih, dan heterogenitas peserta, kesimpulan sumatif mengenai keefektifan AR untuk mengajarkan keterampilan komunikasi sosial kepada individu dengan ASD berdasarkan literatur yang ada tidak mungkin dilakukan. Keefektifan relatif AR di antara lebih banyak peserta, teknologi berbeda yang mendukung AR, intervensinya, dan evaluasi di lingkungan kelas diperlukan. Penelitian ini memberikan wawasan tentang solusi berbasis *augmented reality* (AR) yang dikembangkan untuk gangguan spektrum autisme (ASD).

ABSTRACT

Autism spectrum disorder (ASD) is a neurological disorder in which diagnosed children may face difficulties in social communication or have a series of repetitive or restricted behaviors. The aim of this research is to analyze the use of augmented reality for the social communication skills of children with autism spectrum disorders. This type of research is qualitative research. Data collection uses qualitative and quantitative methods. Research subjects consist of various age groups and severity levels and should include both genders. The research results show that the effect of using AR on individual learning is positive. However, given the variety of skills targeted in the selected studies, and the heterogeneity of participants, summative conclusions regarding the effectiveness of AR for teaching social communication skills to individuals with ASD based on the existing literature are not possible. The relative effectiveness of AR among more participants, different AR-enabled technologies, their interventions, and evaluation in classroom environments are needed. This research provides insight into an augmented reality (AR)-based solution developed for autism spectrum disorder (ASD).

1. PENDAHULUAN

Gangguan spektrum autisme (ASD) adalah gangguan neurologis yang menyebabkan anak yang didiagnosis mungkin menghadapi kesulitan dalam komunikasi sosial atau memiliki serangkaian perilaku yang berulang atau terbatas (Fajrin & Leonardi, 2019; Razmkon et al., 2022). Manual Diagnostik dan Statistik Gangguan Mental (DSM) digunakan untuk diagnosis psikiatri di Amerika Serikat. Versi DSM saat ini yaitu DSM-5 direvisi secara ekstensif; dalam beberapa kasus, definisi diagnosis diperluas, sedangkan dalam kasus lain, definisinya dipersempit. Timbal balik sosial dan niat komunikatif telah tenggelam ke dalam komunikasi sosial. Notasi gejala telah berubah; ringan, sedang, dan berat masing-masing diganti namanya menjadi "memerlukan dukungan", "memerlukan dukungan substansial", dan "memerlukan dukungan yang sangat substansial". Jumlah anak didiagnosis dengan ASD juga meningkat selama beberapa

*Corresponding author.

E-mail addresses: wagino@unesa.ac.id (Wagino)

tahun terakhir dengan peningkatan kesadaran di antara orang tua dan pengasuh (Simon et al., 2022). Tingkat prevalensi ASD di Indonesia adalah 1,16 per 1000, sedangkan tingkat prevalensi di Amerika Serikat adalah 16,8 per 1000 anak. Jumlah ini dapat meningkat jika dilakukan upaya untuk menyaring setiap anak di seluruh negeri. Seorang individu dengan gangguan keterampilan komunikasi sosial mungkin menghadapi kesulitan untuk diterima di sekolah, posisi pekerjaan yang aman atau keterlibatan masyarakat. Jika gangguan komunikasi sosial tetap tidak diobati, kemungkinan akan bertahan sepanjang hidup individu.

Adanya kemajuan teknologi, para guru beralih dari penggunaan komputer atau laptop ke *tablet*, *smartphone*, *smartboard*, hingga *virtual reality (VR)*, *augmented reality (AR)*, dan *mixed reality (MR)* (Ivonne et al., 2020; Lima et al., 2022). Sementara VR membenamkan pengguna ke dalam lingkungan virtual, AR membawa konten virtual ke lingkungan alami. Penggunaan AR bukanlah hal baru, tiga properti yang harus dimiliki oleh setiap sistem AR yaitu campuran konten nyata dan virtual, dalam lingkungan nyata, interaksi waktu nyata, dan registrasi dalam 3D, yaitu penyesuaian akurat objek nyata dan virtual (Dwivedi et al., 2021; Lubis & Dasopang, 2020). AR telah diterapkan dalam pelatihan medis, game untuk kesehatan, taksonomi VR dan AR. Sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM), pendidikan, konstruksi antara lain. Dalam hal penggunaan AR untuk ASD, tinjauan literatur menunjukkan bahwa ini relatif baru karena sebagian besar studi yang ditemukan adalah setelah tahun 2010 tetapi berkembang sangat cepat. Aplikasi AR minimal dapat bekerja dengan tablet atau smartphone dan memberikan pendekatan yang lebih luas untuk intervensi individu dan ASD dalam konteks penelitian ini. Sebuah penelitian berbasis bukti telah menunjukkan bahwa AR menarik perhatian anak-anak dengan ASD. Aplikasi berbasis AR menyediakan interaksi multimodal untuk anak-anak dengan ASD bagi mereka untuk belajar keterampilan yang berbeda sebagai bagian dari sesi intervensi atau terapi. Itu tinjauan literatur menunjukkan bahwa itu relatif baru karena sebagian besar studi yang ditemukan setelah 2010 tetapi berkembang sangat cepat. Aplikasi AR minimal dapat bekerja dengan tablet atau smartphone dan memberikan pendekatan yang lebih luas untuk intervensi individu dan ASD dalam konteks penelitian ini.

Temuan penelitian sebelumnya menyatakan AR menarik perhatian anak-anak dengan ASD (Lima et al., 2022; Sirakaya & Cakmak, 2018). Aplikasi berbasis AR menyediakan interaksi multimodal untuk anak-anak dengan ASD bagi mereka untuk belajar keterampilan yang berbeda sebagai bagian dari sesi intervensi atau terapi. Itu tinjauan literatur menunjukkan bahwa itu relatif baru karena sebagian besar studi yang ditemukan setelah 2010 tetapi berkembang sangat cepat (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018). Aplikasi AR minimal dapat bekerja dengan *tablet* atau *smartphone* dan memberikan pendekatan yang lebih luas untuk intervensi individu dan ASD dalam konteks penelitian ini (Li et al., 2018). Sebuah penelitian berbasis bukti telah menunjukkan bahwa AR menarik perhatian anak-anak dengan ASD (Lee et al., 2018; Li et al., 2018). Aplikasi berbasis AR menyediakan interaksi multimodal untuk anak-anak dengan ASD bagi mereka untuk belajar keterampilan yang berbeda sebagai bagian dari sesi intervensi atau terapi. AR menarik perhatian anak-anak dengan ASD. Aplikasi berbasis AR menyediakan interaksi multimodal untuk anak-anak dengan ASD bagi mereka untuk belajar keterampilan yang berbeda sebagai bagian dari sesi intervensi atau terapi. Pasar AR diperkirakan akan tumbuh dibandingkan dengan VR dalam beberapa tahun mendatang. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pemanfaatan *augmented reality* untuk keterampilan komunikasi sosial anak dengan gangguan spektrum autisme.

2. METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kualitatif. Pengumpulan data dengan menggunakan metode kualitatif maupun kuantitatif. Subjek penelitian terdiri dari berbagai kelompok usia dan tingkat keparahan dan harus mencakup kedua jenis kelamin. Studi saat ini memiliki keterbatasan; keterbatasan ini termasuk penggunaan pertanyaan penelitian yang dipilih, kata kunci, kerangka waktu dalam hal tahun, jenis penelitian yang akan dimasukkan, dan kriteria inklusi dan eksklusi. Proses tiga tahap dimana setiap tahap melibatkan beberapa kegiatan. Proses ini juga diikuti dalam studi tinjauan literatur sistematis ini. Tahapan yang terlibat dibahas pada bagian dan kegiatan yang terlibat dijelaskan sebagai subbagian dari setiap tahap. Merencanakan tinjauan, pertanyaan penelitian. Sebanyak sembilan pertanyaan penelitian (*Research Question (RQ)*) dirumuskan untuk melaksanakan review rinci dari topik.

String pencarian, langkah-langkah yang digunakan untuk menghasilkan istilah pencarian adalah identifikasi kata kunci dari setiap pertanyaan penelitian. Untuk setiap kata kunci, identifikasi ejaan alternatif, sinonim, dan akronim. Mengidentifikasi kata kunci yang digunakan dalam studi terkait. Mengidentifikasi dan membagi kata kunci ke dalam kategori. Gabungkan kata kunci dalam kategori yang sama dan berbeda menggunakan operator OR, AND Boolean. Kueri yang digunakan untuk menelusuri studi utama adalah sebagai berikut: ("Autis*" ATAU "Gangguan Spektrum Autisme" ATAU "ASD" ATAU "sindrom

Asperger" ATAU "Gangguan Perkembangan Pervasif – Tidak Ditentukan Lain" ATAU "PDD-NOS" ATAU "Rett sindrom" ATAU "Gangguan disintegrasi anak") DAN ("Ponsel" ATAU "Tablet" ATAU "Smartphone" ATAU "Telepon" ATAU "Smartglass") DAN ("Augmented reality" ATAU "AR" ATAU "Mixed reality" ATAU "Mobile augmented realitas") DAN ("educat*" ATAU "simulat*" ATAU "train*" ATAU "gam*" ATAU "learn*" ATAU "pedagog*"). Query di atas dijalankan dalam satu database acak, namun jumlah hasilnya sangat sedikit yaitu di bawah 10. Oleh karena itu, jumlah kata kunci dikurangi. Permintaan aktual yang digunakan dalam database dapat bervariasi dari satu database ke database lainnya. Hal ini dikarenakan beberapa database memiliki beberapa larangan atau batasan dalam hal karakter yang digunakan dalam query, jenis dokumen yang akan dicari, range tahun, bulan, dan hari.

Sumber literatur, delapan database elektronik dipilih untuk mencari studi primer untuk studi ini. Database ini termasuk Web of Science, Scopus, ACM Digital Library, ScienceDirect, IEEE Xplore, SpringerLink, SAGE, dan Google Scholar. Pencarian dilakukan pada judul, abstrak, dan istilah terindeks untuk makalah jurnal yang diterima atau diterbitkan, prosiding konferensi, dan bab buku. Proses pencarian, tinjauan literatur sistematis membutuhkan pencarian yang ketat di database bibliografi yang dipilih berdasarkan subjek diskusi. Proses pencarian kurang lebih mengikuti langkah-langkah tipikal. Langkah 1: Pencarian dilakukan di delapan database yang disebutkan di atas; kutipan hasil diunduh secara manual dan diimpor ke pengelola kutipan EndNote. Langkah 2: Referensi yang salah diimpor ke EndNote seperti abstrak, daftar isi, dll. telah dihapus. Langkah 3: Referensi duplikat telah dihapus. Langkah 4: Tambahkan studi terkait AR dari makalah SLR terbaru. Langkah 5: Setiap studi dibaca secara manual untuk memutuskan apakah studi tersebut relevan untuk dimasukkan untuk tinjauan mendalam. Judul, abstrak, pendahuluan sampai kesimpulan dibaca secara berurutan sampai diambil keputusan. Langkah 6: Bagian referensi dari studi dicari secara manual untuk mengidentifikasi dan memasukkan lebih banyak studi prospektif.

Melakukan peninjauan – pemilihan studi, dari pencarian di delapan database, ditemukan 330 studi prospektif. Kutipan yang salah dihapus, diikuti dengan pemeriksaan studi yang relevan berdasarkan judul, abstrak, dan bagian teks yang tersisa. Bagian referensi dari studi juga dicari secara manual untuk menambahkan lebih banyak studi potensial. Terakhir, penilaian kualitatif studi dilakukan pada sisanya studi untuk mencapai set terakhir dari studi terpilih. Seluruh proses menghasilkan 14 studi terpilih. Kriteria inklusi yang digunakan dalam review adalah studi yang berfokus pada aplikasi augmented reality untuk anak-anak dengan ASD, penelitian langsung menjawab salah satu atau lebih dari pertanyaan penelitian, diterbitkan antara tahun 2005 dan 2018, ditulis dalam bahasa Inggris. Kriteria eksklusi yang digunakan dalam review adalah kertas abu-abu, yaitu kertas tanpa informasi bibliografi seperti tanggal/jenis publikasi, volume, dan nomor terbitan dikeluarkan, tidak memiliki kaitan dengan salah satu pertanyaan penelitian, makalah yang tidak ditulis dalam bahasa Inggris dikecualikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan hasil wawancara RQ2: Peserta mana yang telah ditargetkan dalam studi terpilih?. 14 studi daftar pendek telah memasukkan total 123 peserta dengan ukuran sampel mulai dari 2 hingga 21, dan usia mulai dari 2 hingga 22. Sebanyak 81 (66%) peserta adalah laki-laki, 14 (11%) adalah perempuan, sedangkan jenis kelamin sisanya 28 (23%) tidak dilaporkan. Semua penelitian melibatkan peserta dengan ASD, 2 studi juga menyertakan peserta dengan ID juga. Sedangkan peserta yang didiagnosis dengan keterlambatan perkembangan dan gangguan bahasa diikutsertakan dalam satu penelitian. RQ3: Teknologi apa yang telah digunakan dalam studi terpilih?. Di seluruh studi, para penelitian telah menggunakan teknologi yang berbeda sebagai bagian dari intervensi. satu teknologi sebagai bagian dari studi mereka. Dua studi telah menggunakan dua teknologi masing-masing. Kacamata pintar (*Google Glass*) dengan penggunaan dalam empat studi adalah teknologi yang paling banyak digunakan, diikuti oleh komputer (desktop atau laptop) dan smartphone dengan penggunaan masing-masing dalam tiga studi. Webcam terintegrasi atau eksternal digunakan untuk berinteraksi dengan objek. *Tablet, Microsoft Kinect, Xbox 360*, mainan berwujud, dan proyektor video digunakan masing-masing dalam satu studi.

RQ4: Desain penelitian apa yang digunakan oleh penulis?. Desain penelitian yang digunakan oleh studi terpilih menjadi 4 berdasarkan jenis desain penelitian di. Kategori tersebut meliputi *post-test only*, *post-test control group*, *pre-test and post-test*, *pre-test and post-test control group*. Desain penelitian ini sebagian besar digunakan untuk evaluasi dalam konteks pendidikan. Di antara studi terpilih, *desain post-test only*, dan *desain pre-test* dan *post-test* adalah desain yang paling umum digunakan dengan digunakan dalam lima studi masing-masing. RQ5: Metode pengumpulan data apa yang digunakan dalam studi terpilih?. Di antara studi terpilih, lima metode pengumpulan data utama telah digunakan, dan metode ini meliputi tugas pengguna, kuesioner, observasi, dan wawancara. Metode pengumpulan data yang menonjol yang digunakan dalam 7 studi terpilih adalah observasi. Lima studi terpilih menerapkan tugas pengguna, tiga

Gambar 1 menunjukkan awan kata dari semua kata kunci yang digunakan dalam studi terpilih. Tiga kata kunci teratas dengan frekuensi yang digunakan dalam studi terpilih meliputi realitas dan autisme (masing-masing N=14), augmented (N=13), dan spektrum dan gangguan (masing-masing N=8). Ringkasan studi terpilih dalam hal keterampilan yang ditargetkan, peserta, teknologi, desain penelitian, metode pengumpulan data, dan pengaturan yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Studi Terpilih

Teknologi	Desain Penelitian	Metode Pengumpulan Data	Pengaturan	Hasil
Xbox 360 & Kinect	Pra-tes& Post-test	Tugas pengguna	DIA	Positif
kacamata Google	Pra-tes& Post-test	Pengamatan	CE	Positif
Ponsel cerdas	Tes awal & Kelompok kontrol pascates	Daftar pertanyaan	KRE	Positif
kacamata Google	Post-tes	Tugas pengguna, wawancara	KRE	Positif
kacamata Google	Post-tes	Tugas pengguna, wawancara, Pengamatan	KRE	Positif
Ponsel cerdas	Pra-tes& Post-test	Pengamatan	KRE	Positif
Mainan berwujud	Kelompok kontrol pascates	Pengamatan	CE	Positif
Komputer	Post-tes	Pengamatan	CE	Positif
Komputer	Post-tes	Tugas pengguna	KRE	Positif
Komputer& smartphone	Post-tes	Tugas pengguna	KRE	Positif
kacamata Google	Pra-tes& Post-test	Pengamatan	NM	Positif
Proyektor video	Tes awal & Kelompok kontrol pascates	Pengamatan	SG	Positif
Tablet	Kelompok kontrol pascates	Kuesioner, wawancara	KRE	Positif
kacamata Google	Pra-tes& pasca tes	Daftar pertanyaan	NM	Positif

Dua penulis pertama teratas dalam studi terpilih adalah Da Silva dan Sahin; kedua penulis memiliki dua studi terpilih sebagai penulis pertama. Penulis pertama yang tersisa masing-masing memiliki satu studi. Dalam hal rekan penulis teratas, Salisbury dan Vahabzadeh masing-masing memiliki 4 daftar pendek, Keshav dan Sahin masing-masing memiliki 3 daftar pendek, dan Fernandes dan Grohmann masing-masing memiliki 2 daftar pendek, sementara rekan penulis yang tersisa masing-masing mengambil satu bagian dalam satu studi daftar pendek. Dalam hal negara aktif, penulis pertama dari enam studi terpilih berasal dari Amerika Serikat, sedangkan penulis pertama dari dua studi terpilih berasal dari Brasil, dan penulis pertama dari studi terpilih lainnya berasal dari Argentina, Indonesia, Jepang, Spanyol, Taiwan, Inggris Raya. Dalam hal negara yang berkolaborasi, penulis dari Portugal mengambil bagian dalam dua studi terpilih, sedangkan penulis dari Swiss mengambil bagian dalam satu studi. Tempat publikasi, 4 studi terpilih telah dipresentasikan di berbagai konferensi, sedangkan sisanya 10 studi terpilih telah diterbitkan dalam jurnal yang berbeda. Tempat bertajuk Konferensi Internasional tentang Sistem Informasi Perusahaan (ICEIS) adalah satu-satunya tempat dengan dua studi terpilih, sedangkan tempat yang tersisa.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa berbasis *augmented reality* (AR) yang dikembangkan untuk gangguan spektrum autisme (ASD) yang diterbitkan dari Januari 2005 hingga Desember 2018 (inklusif) untuk menjawab tujuh pertanyaan penelitian. Studi prospektif dicari di delapan database. Di seluruh studi terpilih, ditemukan bahwa penulis telah mengembangkan solusi berbasis AR yang berbeda. Anak-anak sangat termotivasi untuk menggunakan sistem karena model 3D dan animasi yang ditampilkan di atas kartu (Dinayusadewi & Agustika, 2020; Klein et al., 2020; Sirakaya & Cakmak, 2018). Mereka menunjukkan tingkat keterlibatan yang tinggi dan meminta terapis untuk memberikan sistem untuk dimainkan saat mereka tiba untuk intervensi dan menggunakannya sendiri untuk durasi yang lebih lama. Ditemukan juga bahwa siswa pasif yang selalu lari dari sesi terapi menuju jendela juga sangat aktif dan melakukan tugas sesuai perintah sistem.

Secara signifikan lebih sedikit waktu yang dihabiskan dalam perilaku soliter saat suara dikonfigurasi dibandingkan dengan saat suara default digunakan. Opsi konfigurasi suara meningkatkan

minat anak-anak dan mereka lebih aktif ketika *Playmobil figure* dari *playset Augmented Knight Castle (AKC)* (Auliya & Munasiah, 2020; Utami et al., 2021). Anak-anak dengan ASD menunjukkan toleransi dalam ketiga ukuran (laporan pengasuh, ambang batas tolerabilitas awal, dan ambang batas tolerabilitas seluruh sesi). Laporan pengasuh menunjukkan bahwa 19 dari 21 anak berhasil menggunakan *Brain Power Autism System (BPAS)*. Pengguna yang berkomunikasi dengan baik juga melaporkan bahwa penggunaan BPAS nyaman. Pengguna bersenang-senang dan menikmati menggunakan sistem. Mereka merasa sistem tersebut memiliki toleransi dan keterlibatan yang tinggi. Mereka melaporkan peningkatan komunikasi nonverbal, kontak mata, dan keterlibatan sosial, sedangkan komunikasi verbal tidak terpengaruh. Analisis perbedaan dalam lima sub-skala (Iritabilitas/agitasi, kelesuan/penarikan sosial, perilaku stereotipik, hiperaktif/tidak patuh, dan ucapan tidak pantas) dari checklist perilaku menyimpang (ABC) antara pra-intervensi dan pasca-intervensi menunjukkan peningkatan pada semua subskala dari pengguna (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018; Lima et al., 2022).

Temuan ini diperkuat dengan temuan sebelumnya menyatakan semua anak berhasil menyelesaikan sesi dan melaporkan tidak ada stres saat menggunakan *Glass*, atau mengalami masalah sensorik atau emosional, keinginan untuk menggunakan *Glass* dalam pengaturan yang berbeda (rumah, ruang kelas, dll.) sementara, semua pengasuh merasa itu menyenangkan untuk anak-anak mereka dan sebagian besar (N = 6 dari 8) pengasuh merasa bahwa itu adalah pengalaman yang lebih baik dari yang diharapkan (Klein et al., 2020). Tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan eksperimen dengan atau tanpa menggunakan intervensi berbasis AR, namun umpan balik kualitatif yang diberikan oleh para ahli mengungkapkan peningkatan fokus perhatian dan motivasi di antara anak-anak melalui AR yang dapat memberikan hasil yang bermanfaat dalam pengembangan keterampilan untuk anak-anak dengan ASD (Dwivedi et al., 2021; Hoof et al., 2016; Yavuz et al., 2021). Frekuensi akses ke komputer lebih tinggi dibandingkan dengan frekuensi akses tulis menggunakan *picture exchange communication system (PECS)* (Hao & Lee, 2021; Maijarn et al., 2018; Syawaludin et al., 2019). Penggunaan karakter alat pacu jantung dalam uji coba permainan *Circle-Run* meningkatkan koordinasi di antara anak-anak dari setiap kelompok saat mereka mengikuti langkah dan posisi mereka dengan alat pacu jantung. Koordinasi ini tidak ada di pra-persidangan ketika karakter alat pacu jantung tidak digunakan di *Circle-Run*. Formasi lari meningkat selama pasca-sidang dibandingkan dengan pra-sidang. Analisis permainan konstelasi menunjukkan bahwa jumlah perilaku menolong dan perilaku positif meningkat setelah bermain permainan.

4. SIMPULAN

Tinjauan sistematis ini memberikan wawasan tentang solusi berbasis *augmented reality (AR)* yang dikembangkan untuk gangguan spektrum autisme (ASD) yang diterbitkan dari Januari 2005 hingga Desember 2018 (inklusif) untuk menjawab tujuh pertanyaan penelitian. Studi prospektif dicari di delapan database. Di seluruh studi terpilih, ditemukan bahwa penulis telah mengembangkan solusi berbasis AR yang berbeda. Penulis mengumpulkan data dengan menggunakan metode kualitatif maupun kuantitatif. Analisis data mengungkapkan peningkatan keterampilan komunikasi sosial para peserta. Meskipun solusi menguntungkan peserta, namun karena heterogenitas peserta dalam hal usia, diagnosis, dan tingkat keparahan, kesimpulan sumatif tidak dapat dibuat. Namun, beberapa tema penelitian muncul untuk para peneliti.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Auliya, R. N., & Munasiah, M. (2020). Augmented Reality Affects Students' Attitude and Conceptual Understanding in Learning 3D Geometry. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 9(2), 203–212. <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v9i2.17480>.
- Dinayusadewi, N. P., & Agustika, G. N. S. (2020). Development of augmented reality application as a mathematics learning media in elementary school geometry materials. *Journal of Education Technology*, 4(2). <https://doi.org/10.23887/jet.v4i2.25372>.
- Dwivedi, Y. K., Ismagilova, E., Hughes, D. L., Carlson, J., Filieri, R., Jacobson, J., Jain, V., Karjaluoto, H., Kefi, H., Krishen, A. S., Kumar, V., Rahman, M. M., Raman, R., Rauschnabel, P. A., Rowley, J., Salo, J., Tran, G. A., & Wang, Y. (2021). Setting the future of digital and social media marketing research: Perspectives and research propositions. *International Journal of Information Management*. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102168>.
- Fajrin, F., & Leonardi, T. (2019). Hubungan Persepsi Iklim Sekolah Dengan Keterlibatan Orang Tua Dalam Pendidikan Anak Dengan Gangguan Spektrum Autisme (Gsa). *Jurnal Psikologi Pendidikan Dan Perkembangan*, 8(1), 69–79.
- Hao, K. C., & Lee, L. C. (2021). The development and evaluation of an educational game integrating

- augmented reality, ARCS model, and types of games for English experiment learning: an analysis of learning. *Interactive Learning Environments*, 29(7), 1101–1114. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1619590>.
- Hoof, L. van B., Hermans, D., Knoors, H., & Verhoeven, L. (2016). Benefits of augmentative signs in word learning: Evidence from children who are deaf/hard of hearing and children with specific language impairment. *Research in Developmental Disabilities*, 59. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.09.015>.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>.
- Ivonne, H. P. A., Alberto, M. P. M., & Guadalupe, C. F. R. (2020). Augmented reality application for teaching basic operations with fractions of the same denominator. *Journal of Computer Science*, 16(7), 1042–1062. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2020.1042.1062>.
- Klein, A., Sørensen, C., de Freitas, A. S., Pedron, C. D., & Elaluf-Calderwood, S. (2020). Understanding controversies in digital platform innovation processes: The Google Glass case. *Technological Forecasting and Social Change*, 152, 119883. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119883>.
- Lee, I. J., Chen, C. H., Wang, C. P., & Chung, C. H. (2018). Augmented reality plus concept map technique to teach children with ASD to use social cues when meeting and greeting. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 27, 227–243. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0382-5>.
- Li, X., Yi, W., Chi, H. L., Wang, X., & Chan, A. P. (2018). A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety. *Automation in Construction*, 86, 150–162. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.11.003>.
- Lima, C. B. De, Walton, S., & Owen, T. (2022). A critical outlook at augmented reality and its adoption in education. *Computers and Education Open*, 3, 100103. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2022.100103>.
- Lubis, A. H., & Dasopang, M. D. (2020). Pengembangan Buku Cerita Bergambar Berbasis Augmented Reality untuk Mengakomodasi Generasi Z. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(6), 780. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i6.13613>.
- Maijarern, T., Chaiwut, N., & Nobnop, R. (2018). Augmented reality for science instructional media in primary school. *3rd International Conference on Digital Arts, Media and Technology, ICDAMT*. <https://doi.org/10.1109/ICDAMT.2018.8376523>.
- Razmkon, A., Maghsoodzadeh, S., & Abdollahifard, S. (2022). The effect of deep brain stimulation in children and adults with autism spectrum disorder: A systematic review. *Interdisciplinary Neurosurgery*, 29, 101567. <https://doi.org/10.1016/j.inat.2022.101567>.
- Simon, M., Wilkes-Gillan, S., Chen, Y. W. R., Cordier, R., Cantrill, A., Parsons, L., & Phua, J. J. (2022). Toilet training interventions for children with autism spectrum disorder: A systematic review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 99, 102049. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2022.102049>.
- Sirakaya, M., & Cakmak, E. K. (2018). The effect of augmented reality use on achievement, misconception and course engagement. *Contemporary Educational Technology*, 9(3), 297–314. <https://doi.org/10.30935/cet.444119>.
- Syawaludin, A., Gunarhadi, & Rintayati, P. (2019). Development of augmented reality-based interactive multimedia to improve critical thinking skills in science learning. *International Journal of Instruction*, 12(4), 331–344. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12421a>.
- Utami, F., Rukiyah, R., & Andika, W. D. (2021). Pengembangan Media Flashcard Berbasis Augmented Reality pada Materi Mengenal Binatang Laut. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(2), 1718–1728. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v5i2.933>.
- Yavuz, M., Çorbacıoğlu, E., Başoğlu, A. N., Daim, T. U., & Shaygan, A. (2021). Augmented reality technology adoption: Case of a mobile application in Turkey. *Technology in Society*, 66. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101598>.