

Inovasi Media Pembelajaran Interaktif untuk Pengajaran Matematika di Era Digital

Aldin¹, Syaharuddin², Vera Mandalina³, Abdilah⁴

^{1,2,3,4}Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Mataram

aldinscout89@gmail.com, syaharuddin.ntb@gmail.com, vemandalina@gmail.com, abdilahahmad24041983@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi inovasi dalam media pembelajaran interaktif untuk pendidikan matematika di era digital dan untuk mengevaluasi efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Menggunakan pendekatan Tinjauan Pustaka Sistematis (Systematic Literature Review/SLR), sumber-sumber literatur diperoleh dari berbagai basis data akademik, termasuk Google Scholar, ScienceDirect, DOAJ, Scopus, dan SpringerLink, dengan fokus pada publikasi dari tahun 2014 hingga 2024. Temuan menunjukkan bahwa media pembelajaran interaktif yang paling umum digunakan adalah buku teks digital yang mengintegrasikan elemen multimedia, seperti platform Wizer.me dan Wordwall, yang berkontribusi pada pemahaman spasial siswa dan mengurangi kesalahpahaman konseptual. Penggunaan media pembelajaran interaktif juga terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika di berbagai tingkat pendidikan, dengan penelitian menunjukkan peningkatan yang signifikan pada siswa yang menggunakan teknologi interaktif dibandingkan dengan mereka yang menerima pengajaran konvensional. Namun, tantangan utama dalam menerapkan media pembelajaran interaktif meliputi infrastruktur yang tidak memadai, kesiapan guru untuk mengadopsi teknologi baru, dan akses terbatas siswa terhadap perangkat digital. Penelitian ini lebih lanjut menyoroti peran penting teknologi digital dalam mentransformasi pendekatan pengajaran matematika, khususnya dalam memfasilitasi visualisasi konsep-konsep matematika yang abstrak dan memberikan umpan balik yang segera. Secara keseluruhan, temuan ini menekankan potensi signifikan dari media pembelajaran interaktif untuk meningkatkan pengalaman pembelajaran matematika, sambil menekankan perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengatasi tantangan yang ada dan mengeksplorasi implementasi jangka panjang teknologi ini dalam pendidikan matematika.

Kata Kunci: Inovasi pembelajaran, pengajaran matematika, era digital, teknologi pendidikan

Abstract

This study aims to explore innovations in interactive learning media for mathematics education in the digital era and to evaluate their effectiveness in enhancing students' conceptual understanding. Using a Systematic Literature Review (SLR) approach, literature sources were obtained from various academic databases, including Google Scholar, ScienceDirect, DOAJ, Scopus, and SpringerLink, focusing on publications from 2014 to 2024. The findings indicate that the most commonly used interactive learning media are digital textbooks that integrate multimedia elements, such as platforms like Wizer.me and Wordwall, which contribute to students' spatial understanding and reduce conceptual misunderstandings. The use of interactive learning media has also proven effective in improving students' understanding of mathematical concepts across various educational levels, with research demonstrating significant improvements among students using interactive technology compared to those receiving conventional instruction. However, the primary challenges in implementing interactive learning media include inadequate

infrastructure, teachers' readiness to adopt new technologies, and students' limited access to digital devices. This study further highlights the crucial role of digital technology in transforming mathematics teaching approaches, particularly in facilitating the visualization of abstract mathematical concepts and providing immediate feedback. Overall, these findings underscore the significant potential of interactive learning media to enhance mathematics learning experiences while emphasizing the need for further research to address existing challenges and explore the long-term implementation of these technologies in mathematics education.

Keywords: Learning innovation, mathematics teaching, digital era, educational technology

Pendahuluan

Pendidikan matematika memainkan peran penting dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kemampuan memecahkan masalah yang esensial bagi siswa untuk menghadapi tantangan dunia modern. Keterampilan ini tidak hanya bernilai dalam konteks akademik, tetapi juga sangat relevan dalam kehidupan sehari-hari (Rönnlund et al., 2019). Matematika berfungsi sebagai alat untuk menganalisis informasi, membuat keputusan rasional, dan memahami pola di lingkungan kita. Selain itu, matematika memiliki aplikasi luas di berbagai bidang studi seperti fisika, ekonomi, dan teknik, di mana konsep-konsep matematika digunakan untuk memecahkan masalah kompleks dan mengembangkan teknologi baru (Kaiser, 2020). Dengan demikian, pendidikan matematika tidak hanya berkontribusi pada perkembangan intelektual siswa, tetapi juga membekali mereka dengan keterampilan praktis yang dapat diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan.

Era digital telah secara signifikan mengubah metode belajar dan mengajar, yang menyebabkan perubahan besar dalam akses informasi dan praktik pendidikan (Wheeler, 2015). Dengan munculnya berbagai alat dan platform digital, siswa kini memiliki akses yang belum pernah terjadi sebelumnya ke berbagai sumber daya, memungkinkan mereka untuk terlibat dengan konsep matematika secara lebih interaktif dan dinamis. Namun, pergeseran ini tidak tanpa tantangan. Para pendidik sering mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan teknologi secara efektif ke dalam praktik pengajaran mereka, terutama di bidang matematika (Ruggiero & Mong, 2015). Tantangan ini mencakup kebutuhan akan pelatihan yang memadai untuk menggunakan alat digital secara efektif, perbedaan akses siswa terhadap teknologi, dan potensi gangguan digital yang dapat menghambat proses belajar. Akibatnya, meskipun era digital menghadirkan peluang untuk pengalaman pendidikan yang lebih baik, diperlukan juga pertimbangan yang cermat mengenai bagaimana teknologi diimplementasikan dalam pengajaran matematika (Bray & Tangney, 2017).

Metode pengajaran konvensional sering kali terbukti tidak memadai dalam memenuhi kebutuhan beragam siswa modern. Dalam pendekatan pengajaran satu arah, di mana informasi disampaikan dari instruktur kepada siswa dengan sedikit interaksi, siswa cenderung menjadi peserta pasif, yang menyebabkan kurangnya keterlibatan dalam proses pembelajaran (Sunar et al., 2016). Keterbatasan ini dapat

mengakibatkan menurunnya minat dan motivasi terhadap materi pelajaran, serta menghambat perkembangan keterampilan kritis dan analitis. Di era digital ini, di mana siswa memiliki akses luas terhadap informasi dan berbagai sumber belajar, pendekatan tradisional semakin tidak relevan (Wheeler, 2015). Oleh karena itu, terdapat kebutuhan mendesak untuk metode pengajaran inovatif yang dapat mengakomodasi berbagai gaya belajar dan mendorong partisipasi aktif siswa, sehingga membuat proses pembelajaran lebih menarik dan efektif (Dixit et al., 2024).

Augmented Reality (AR) telah terbukti efektif dalam meningkatkan motivasi siswa untuk belajar matematika, seperti yang dibuktikan oleh pengembangan permainan edukatif berbasis AR (Jdaitawi et al., 2023). Aplikasi pembelajaran berbasis permainan, seperti "X-MATH," menunjukkan validitas dan kepraktisan yang tinggi, yang berkontribusi pada peningkatan minat dan keterlibatan siswa dalam matematika (Moen & Jacobsen, 2023). Selain itu, permainan edukatif berbasis AR telah menerima umpan balik positif dari siswa, dengan tingkat kepuasan rata-rata sebesar 93,04%, yang menunjukkan efektivitasnya dalam meningkatkan pengalaman belajar (Tarng et al., 2021). Sebuah tinjauan sistematis menyoroiti penggunaan luas media interaktif seperti buku digital dan simulasi yang terbukti sangat efektif dalam mengajarkan topik-topik sulit seperti geometri (Lockwood & Mooney, 2017).

Media digital interaktif telah terbukti meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep matematika dan meningkatkan motivasi, terutama melalui alat seperti Google Classroom (Ramadhani et al., 2019). Integrasi pembelajaran berbasis masalah dengan multimedia interaktif terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar siswa. Selain itu, strategi gamifikasi telah dikaitkan dengan peningkatan keterlibatan siswa dan pengurangan kecemasan; namun, literatur yang ada masih kurang dalam eksplorasi mendalam mengenai efek jangka panjangnya (Alsawaier, 2018). Meskipun beberapa studi membahas efektivitas media untuk berbagai gaya belajar, penelitian yang komprehensif masih dibutuhkan untuk menyelidiki bagaimana media ini dapat disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan individu (Safapour et al., 2019).

Studi terbaru menyoroiti efektivitas metode pengajaran inovatif dan media dalam meningkatkan pendidikan matematika dan ilmu sosial. Implementasi Pendekatan Pengajaran Kontekstual (CTL) dan Pendekatan Pemecahan Masalah, yang memanfaatkan metode Group-to-Group, telah menunjukkan efek positif terhadap keterlibatan dan prestasi siswa dalam matematika (Palmer & Giering, 2024). Demikian pula, penggunaan media pembelajaran berbasis komik telah menunjukkan peningkatan hasil belajar matematika. Metode Investigasi Kelompok terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman dan kinerja siswa dalam konsep transformasi matriks. Dalam pendidikan ilmu sosial, integrasi video animasi dan Kahoot! telah terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar, keterampilan manajemen kelas guru, meningkatkan aktivitas siswa, serta mendapatkan umpan balik positif dari siswa (Rojabi et al., 2022). Secara kolektif, temuan ini

menekankan pentingnya metode pengajaran inovatif dan media dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan efektif di berbagai mata pelajaran.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi dan menganalisis inovasi yang efektif dalam media pembelajaran interaktif untuk pendidikan matematika di era digital. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik dan fungsi berbagai media interaktif yang meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar siswa. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana media ini dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum yang ada untuk mendukung beragam gaya belajar. Selain eksplorasi ini, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi berbasis bukti bagi para pendidik dan pengembang media pembelajaran, dengan menekankan strategi yang dapat memfasilitasi adopsi alat inovatif ini di lingkungan kelas. Dengan membahas aspek-aspek ini, studi ini bertujuan untuk berkontribusi pada wacana yang sedang berlangsung tentang peningkatan pendidikan matematika dalam lanskap digital yang berkembang pesat.

Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi inovasi media pembelajaran interaktif yang digunakan dalam pengajaran matematika di era digital dan menilai dampaknya terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis literatur akademik yang relevan. Strategi pencarian melibatkan konsultasi berbagai basis data akademik, termasuk Google Scholar, ScienceDirect, dan SpringerLink, dengan menggunakan kata kunci seperti "media pembelajaran inovatif," "pengajaran matematika," "media interaktif," dan "era digital." Tinjauan ini dibatasi pada artikel yang diterbitkan antara tahun 2013 dan 2023 untuk memastikan relevansi dan keterkinian data.

Kriteria inklusi terdiri dari artikel jurnal yang telah ditinjau oleh sejawat yang membahas media pembelajaran interaktif inovatif dalam konteks pendidikan matematika, dengan fokus khusus pada teknologi digital dan bukti empiris mengenai efektivitasnya. Artikel yang diterbitkan dalam bahasa Inggris atau Indonesia disertakan. Sebaliknya, artikel yang hanya berfokus pada media pembelajaran tradisional atau yang tidak memiliki data empiris dikecualikan dari tinjauan ini.

Proses seleksi melibatkan tinjauan awal abstrak untuk menentukan relevansi, diikuti dengan analisis komprehensif terhadap artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Data yang diekstraksi mencakup jenis media interaktif, penerapannya dalam pengajaran matematika, dan hasil yang dicapai. Data tersebut kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi tren utama, tantangan, dan peluang dalam penggunaan media interaktif dalam pendidikan matematika.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil

Dalam upaya memahami perkembangan media pembelajaran interaktif dalam pendidikan matematika, penelitian terbaru menyoroti peran penting berbagai teknologi digital. Tabel di bawah ini menyajikan ringkasan temuan penelitian yang dikategorikan berdasarkan bidang atau fokus, penulis yang relevan, serta wawasan atau variabel riset yang dieksplorasi. Subjudul dalam tabel ini mencakup kategori seperti Buku Teks Digital, Platform Interaktif, Alat Pembelajaran Multimedia, Media Interaktif Animasi, Hasil Pembelajaran, Tantangan dalam Integrasi Teknologi, Kompetensi Guru, dan Masa Depan Pendidikan Matematika. Penyajian ini bertujuan untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai kontribusi media interaktif terhadap pemahaman siswa dalam konsep-konsep matematika di berbagai jenjang pendidikan.

No	Bidang atau Fokus	Nama-nama Penulis	Insight atau Variabel Riset
1	Buku Teks Digital Interaktif	(Ribeiro, 2015), (Delgado et al., 2015b), (Puspaningrum et al., 2021)	Buku teks digital berbasis pendekatan matematika realistik terbukti meningkatkan keterampilan spasial siswa dan pemahaman konsep geometri.
2	Platform Interaktif Berbasis Web	(Delgado et al., 2015b), (Setyawati et al., 2020)	Platform seperti Wizer.me, Wordwall, MyWebAR, dan multimedia animatif membantu meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa dalam topik yang sulit, seperti pecahan dan geometri.
3	Multimedia Interaktif untuk Konsep Matematika	(Ganapathy, 2016), (Cai et al., 2020), (Husna & Zahroh, 2023), (Dwiyanti, 2023), (Febriyanti & Prasetyo, 2020)	Penggunaan multimedia interaktif, termasuk Scratch dan software simulasi, terbukti meningkatkan pemahaman konsep matematika seperti aljabar, angka ordinal, dan probabilitas.
4	Pembelajaran Berbasis Teknologi di Sekolah Dasar	(Setra & Sopian, 2022), (Software, 2023)	Teknologi pembelajaran interaktif di sekolah dasar menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep matematika siswa dibandingkan dengan metode tradisional.
5	Kendala Implementasi Teknologi	(Zhang et al., n.d(2019), (Uthman	Kendala utama adalah kurangnya infrastruktur,

No	Bidang atau Fokus	Nama-nama Penulis	Insight atau Variabel Riset
	Pembelajaran	& Maat, 2022), (Jana & Michal, 2024)	konektivitas internet, akses perangkat, serta kesiapan guru dan siswa dalam menggunakan teknologi pembelajaran interaktif.
6	Animasi dan Multimedia dalam Pembelajaran Online Setyawati et al. (2020),	(Setyawati et al., 2020), (Cirneanu & Moldoveanu, 2024), (Puspaningrum et al., 2021)	Multimedia animatif efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep matematika selama pembelajaran online, terutama pada masa pandemi COVID-19.
7	Asesmen Formatif Berbasis Teknologi	(Setra & Sopian, 2022), (Jana & Michal, 2024)	Asesmen formatif berbasis teknologi membantu memberikan dukungan yang dipersonalisasi, meningkatkan pemahaman konsep dan pencapaian siswa.

Tabel ini menyajikan fokus dan ruang lingkup penelitian yang membahas berbagai aspek integrasi teknologi digital dalam pendidikan matematika. Setiap kategori menyoroti temuan utama terkait efektivitas media interaktif, tantangan yang dihadapi selama implementasi, dan pentingnya kesiapan guru dalam memanfaatkan teknologi tersebut. Selain itu, tabel ini mencakup penjelasan tentang bagaimana penggunaan berbagai platform dan alat multimedia dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan pemahaman mereka tentang konsep matematika yang kompleks. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang hasil penelitian ini, diharapkan pendidik dan pengembang kurikulum dapat merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif dan adaptif di masa depan.

Pembahasan

1. Jenis Media Pembelajaran Interaktif yang Paling Banyak Digunakan dalam Pembelajaran Matematika di Era Digital

Buku teks digital telah diidentifikasi sebagai salah satu media yang paling sering digunakan dalam pembelajaran interaktif, karena secara efektif mengintegrasikan elemen multimedia yang mendorong pengembangan keterampilan abad ke-21 (Ribeiro, 2015). Platform seperti Wizer.me telah dirancang untuk menghasilkan lembar kerja digital yang menarik, terutama efektif untuk topik yang menantang seperti pecahan. Selain itu, alat seperti Wordwall dan MyWebAR berkontribusi dalam meningkatkan pemahaman spasial dan mengurangi kesalahpahaman konseptual dalam matematika. Sumber daya ini memfasilitasi interaksi yang melampaui teks biasa, dengan menggabungkan video dan asesmen,

sehingga memainkan peran penting dalam meningkatkan kinerja akademik siswa (Delgado et al., 2015).

Media digital interaktif semakin banyak digunakan dalam pendidikan matematika untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa. Buku digital interaktif berbasis pendekatan matematika realistik terbukti meningkatkan keterampilan spasial siswa dalam geometri (Delgado et al., 2015a). Bahan ajar digital multimodal yang menggabungkan teks, gambar, audio, video, dan media sosial telah terbukti berdampak positif pada pengetahuan dan kreativitas guru dalam mengelola proses pembelajaran abad ke-21. Selain itu, multimedia interaktif animatif menunjukkan efek positif terhadap pemahaman siswa tentang konsep-konsep matematika dibandingkan dengan metode pembelajaran tradisional (Ganapathy & Seetharam, 2016). Penelitian ini menekankan potensi berbagai media digital interaktif dalam pendidikan matematika, termasuk buku digital, bahan ajar multimodal, dan multimedia animatif. Alat-alat ini dapat meningkatkan efektivitas pengajaran dan pemahaman siswa, terutama pada topik yang menantang seperti geometri dan dalam konteks pembelajaran online.

Media pembelajaran digital interaktif telah menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan pendidikan matematika, terutama dengan memfasilitasi visualisasi konsep-konsep abstrak dan memberikan umpan balik waktu nyata kepada siswa. Alat seperti buku teks digital, Wizer.me, Wordwall, dan MyWebAR tidak hanya melibatkan siswa, tetapi juga berperan penting dalam meningkatkan pemahaman spasial dan mengurangi kesalahpahaman konseptual, terutama dalam topik yang menantang seperti pecahan dan geometri. Selain itu, bahan ajar interaktif multimodal yang menggabungkan teks, gambar, audio, dan video telah terbukti meningkatkan kreativitas guru dalam mengelola lingkungan pembelajaran abad ke-21 serta pemahaman konseptual siswa. Sumber daya ini sangat berharga dalam konteks pembelajaran online, di mana metode pengajaran tradisional sering kali kurang memadai. Meskipun memiliki banyak keunggulan, implementasi media digital menghadapi tantangan, seperti kebutuhan akan infrastruktur yang memadai dan pelatihan guru. Namun, dengan dukungan dan integrasi yang tepat, teknologi digital interaktif memiliki potensi untuk mengubah pendidikan matematika dengan menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih menarik dan efektif di berbagai jenjang pendidikan.

2. Efektivitas Media Pembelajaran Interaktif dalam Meningkatkan Pemahaman Konseptual Siswa terhadap Matematika

Media pembelajaran yang dikembangkan secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep aljabar, mencapai tingkat efektivitas yang moderat berdasarkan evaluasi siswa (Cai et al., 2020). Alat multimedia interaktif ini terbukti meningkatkan pemahaman siswa kelas tujuh tentang ide-ide matematika, dengan umpan balik positif yang menyoroti penerapannya yang praktis di kelas. Studi ini juga menunjukkan peningkatan yang jelas dalam pemahaman siswa kelas empat terhadap konsep bilangan bulat, menekankan

efektivitas pembelajaran berbasis simulasi. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa perangkat lunak IM secara positif memengaruhi pemahaman konseptual dan kinerja siswa, dengan peningkatan pembelajaran yang signifikan diamati (Husna & Zahroh, 2023). Pengembangan multimedia interaktif menggunakan Scratch bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang bilangan ordinal, sambil mendorong kreativitas dan keterlibatan dalam proses pembelajaran.

Penelitian terbaru menunjukkan efektivitas media pembelajaran interaktif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika. Siswa sekolah dasar yang menggunakan teknologi interaktif menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman matematika dibandingkan dengan mereka yang menerima instruksi konvensional (Basari, 2023). Siswa sekolah menengah pertama yang menggunakan multimedia interaktif animatif melaporkan tingkat pemahaman yang lebih tinggi terhadap konsep probabilitas (Setyawati et al., 2020). Penelitian juga mengungkapkan bahwa media pembelajaran interaktif matematika memberikan dampak positif pada pemahaman konseptual siswa mengenai probabilitas (Dwiyanti, 2023). Pendekatan pembelajaran berbasis komputer yang menggunakan model Allan G. Bluman secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika dibandingkan dengan metode ekspositori tradisional. Temuan-temuan ini secara konsisten menyoroti potensi media pembelajaran interaktif untuk menciptakan lingkungan pendidikan yang menarik dan meningkatkan pemahaman konsep matematika di berbagai jenjang pendidikan dan populasi siswa.

Studi terbaru menunjukkan dampak signifikan media pembelajaran interaktif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika di berbagai jenjang pendidikan. Media multimedia interaktif terbukti meningkatkan pemahaman siswa kelas tujuh terhadap konsep-konsep aljabar, sementara pembelajaran berbasis simulasi secara efektif meningkatkan pemahaman siswa kelas empat terhadap bilangan bulat. Temuan tambahan menunjukkan bahwa perangkat lunak IM secara positif memengaruhi pemahaman konseptual dan kinerja siswa, yang mengarah pada peningkatan pembelajaran yang signifikan. Pengembangan multimedia interaktif menggunakan Scratch bertujuan untuk mendorong kreativitas dan memperdalam pemahaman siswa tentang bilangan ordinal. Selain itu, penelitian menemukan bahwa siswa sekolah dasar yang menggunakan teknologi interaktif menunjukkan peningkatan pemahaman matematika dibandingkan dengan pengajaran tradisional, dan siswa sekolah menengah yang menggunakan multimedia interaktif animatif melaporkan tingkat pemahaman yang lebih tinggi dalam probabilitas. Keberhasilan pendekatan pembelajaran berbasis komputer yang menggunakan model Allan G. Bluman semakin menekankan efektivitas alat-alat ini. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan potensi media pembelajaran interaktif untuk menciptakan lingkungan pendidikan yang menarik, meningkatkan pemahaman konseptual, dan mendorong kreativitas di kalangan siswa, meskipun tantangan seperti pelatihan guru dan aksesibilitas sumber daya harus diatasi untuk memaksimalkan efektivitasnya.

3. Tantangan Utama dalam Implementasi Media Pembelajaran Interaktif untuk Pengajaran Matematika

Tantangan utama yang teridentifikasi adalah kurangnya infrastruktur dan peralatan yang memadai, yang telah diakui sebagai hambatan paling signifikan oleh para guru di sekolah-sekolah di Jalur Gaza, dengan tingkat keterbatasan mencapai 78,53% (Zhang et al., n.d.2019). Masalah seperti konektivitas internet yang buruk dan kurangnya akses ke perangkat, terutama di daerah terpencil, semakin memperumit situasi ini. Kesiapan guru juga sangat penting; banyak pendidik yang kesulitan untuk beradaptasi dengan teknologi dan metodologi baru, yang memengaruhi kemampuan mereka untuk memfasilitasi pembelajaran interaktif (Uthman & Maat, 2022). Demikian pula, siswa sering kali kurang memiliki keterampilan dan motivasi yang diperlukan untuk terlibat secara efektif dengan platform digital, yang mengurangi efektivitas media interaktif (Setyawati et al., 2020).

Media pembelajaran interaktif berbasis multimedia telah menunjukkan efek positif pada pendidikan matematika di berbagai jenjang pendidikan. Penelitian menunjukkan bahwa hasil belajar dan pemahaman konsep meningkat saat menggunakan multimedia interaktif dibandingkan dengan metode konvensional (Febriyanti & Prasetyo, 2020). Pengembangan buku digital interaktif berbasis pendekatan matematika realistik telah terbukti meningkatkan kemampuan spasial siswa. Tantangan dalam implementasinya termasuk memastikan strategi pembelajaran dilaksanakan secara efektif dan mengelola aktivitas siswa dengan efisien (Puspaningrum et al., 2021). Penggunaan multimedia interaktif animatif terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep matematika. Di tingkat sekolah dasar, teknologi pembelajaran interaktif menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman matematika siswa dibandingkan dengan pengajaran tradisional. Temuan-temuan ini menekankan pentingnya integrasi teknologi interaktif dalam pendidikan matematika untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang menarik dan efektif.

Tantangan utama yang teridentifikasi dalam mengimplementasikan pembelajaran interaktif berbasis multimedia dalam pendidikan matematika adalah kurangnya infrastruktur dan peralatan yang memadai, khususnya di sekolah-sekolah di Jalur Gaza, di mana para guru menilai hambatan ini dengan tingkat keterbatasan 78,53% (Zhang et al., n.d. 2019). Masalah ini diperparah oleh konektivitas internet yang buruk dan keterbatasan akses ke perangkat, terutama di daerah terpencil. Selain itu, kesiapan guru sangat penting; banyak pendidik kesulitan beradaptasi dengan teknologi dan metodologi baru, yang menghambat kemampuan mereka untuk memfasilitasi pembelajaran interaktif (Uthman & Maat, 2022). Di sisi siswa, sering kali terdapat kurangnya keterampilan dan motivasi yang diperlukan untuk terlibat secara efektif dengan platform digital, yang mengurangi efektivitas media interaktif (Setyawati et al., 2020). Meskipun tantangan-tantangan ini ada, penelitian menunjukkan bahwa multimedia interaktif

secara positif memengaruhi pendidikan matematika, meningkatkan hasil belajar dan pemahaman konsep dibandingkan dengan metode konvensional (Febriyanti & Prasetyo, 2020). Pengembangan buku digital interaktif berbasis pendekatan matematika realistik telah meningkatkan kemampuan spasial siswa, meskipun tantangan dalam implementasi, seperti memastikan strategi pembelajaran dilaksanakan dengan efektif dan mengelola aktivitas siswa, tetap ada (Puspaningrum et al., 2021). Penggunaan multimedia interaktif animatif terbukti sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep matematika. Secara keseluruhan, meskipun media pembelajaran berbasis multimedia interaktif memiliki potensi untuk meningkatkan pendidikan matematika, mengatasi hambatan seperti infrastruktur yang tidak memadai, kesiapan guru, dan keterlibatan siswa sangat penting untuk mewujudkan potensi penuhnya.

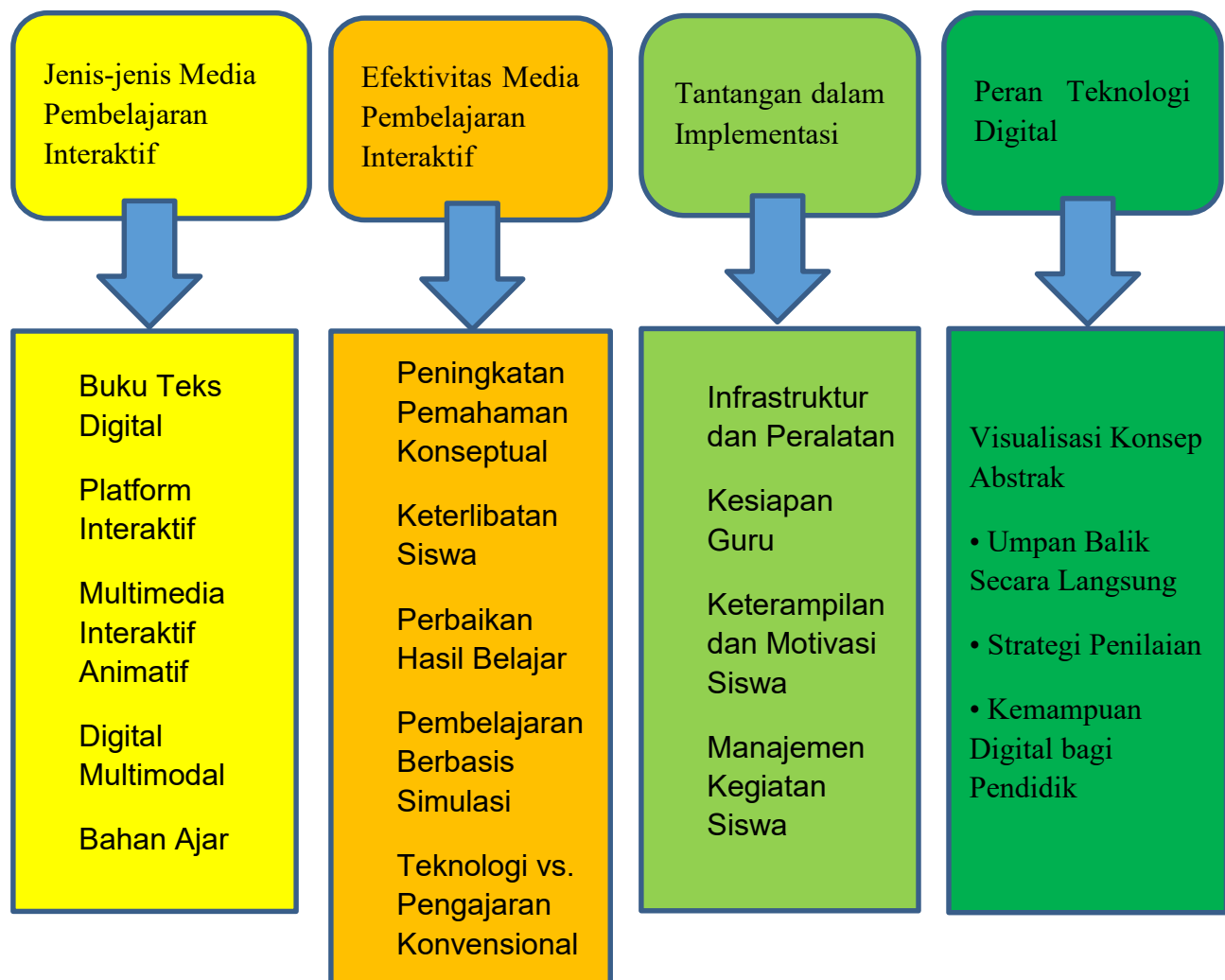
4. Peran Teknologi Digital dalam Transformasi Pendekatan Pengajaran Matematika melalui Media Interaktif

Lingkungan pembelajaran digital memfasilitasi visualisasi konsep-konsep matematika yang abstrak, memungkinkan siswa untuk bereksperimen dan menerima umpan balik secara langsung (Cirneanu & Moldoveanu, 2024). Bahan ajar interaktif tidak hanya melibatkan siswa tetapi juga membantu guru dalam menilai pembelajaran secara efektif, memungkinkan mereka untuk menyesuaikan strategi sesuai dengan kebutuhan individu. Integrasi teknologi menuntut pengembangan kompetensi digital di kalangan pendidik, sehingga mereka dapat merancang sumber daya yang inovatif dan menyesuaikan praktik pengajaran mereka (Setra & Sopian, 2022). Asesmen formatif yang dilakukan melalui teknologi memberikan dukungan yang dipersonalisasi, meningkatkan pemahaman konseptual siswa dan pencapaian secara keseluruhan. Meskipun memiliki banyak manfaat, penerapan teknologi digital dalam pendidikan matematika menghadapi tantangan, seperti kebutuhan akan pelatihan guru dan potensi ketidaksetaraan akses terhadap sumber daya (Jana & Michal, 2024).

Studi terbaru menekankan dampak signifikan teknologi digital dalam pendidikan matematika. Buku digital interaktif berbasis pendekatan matematika realistik telah menunjukkan potensi dalam meningkatkan kemampuan spasial siswa (Puspaningrum et al., 2021). Demikian pula, implementasi teknologi pembelajaran interaktif di sekolah dasar terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman matematika siswa dibandingkan dengan pengajaran konvensional (Setra & Sopian, 2022). Selama pandemi COVID-19, multimedia interaktif animatif terbukti bermanfaat dalam pengajaran konsep-konsep matematika di lingkungan pembelajaran daring, di mana siswa yang menggunakan teknologi ini menunjukkan tingkat pemahaman konseptual yang lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang menerima pengajaran tradisional (Setyawati et al., 2020). Temuan-temuan ini menekankan potensi teknologi digital untuk mengubah pengajaran matematika melalui media interaktif, memberikan pengalaman belajar yang menarik dan efektif.

Seiring berkembangnya pendidikan, integrasi lebih lanjut teknologi-teknologi tersebut ke dalam pengajaran matematika dapat menghasilkan peningkatan hasil belajar dan keterlibatan siswa.

Lingkungan pembelajaran digital memainkan peran penting dalam meningkatkan visualisasi konsep-konsep matematika yang abstrak, memungkinkan siswa untuk bereksperimen dan menerima umpan balik secara langsung. Bahan ajar interaktif tidak hanya melibatkan siswa tetapi juga membantu guru dalam menilai pembelajaran secara efektif, memungkinkan strategi pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan individu. Namun, tantangan dalam penerapan teknologi digital dalam pendidikan matematika tetap ada, seperti infrastruktur dan peralatan yang tidak memadai, khususnya di sekolah-sekolah di Jalur Gaza, di mana para guru menilai hambatan ini dengan tingkat keterbatasan 78,53%. Selain itu, kesiapan guru sangat penting, karena banyak pendidik yang kesulitan untuk beradaptasi dengan teknologi dan metodologi baru. Siswa juga sering kali kurang memiliki keterampilan dan motivasi yang diperlukan untuk terlibat secara efektif dengan platform digital, yang mengurangi efektivitas media interaktif. Meskipun tantangan-tantangan ini ada, penelitian menunjukkan bahwa multimedia interaktif secara positif memengaruhi pendidikan matematika, meningkatkan hasil belajar dan pemahaman konsep dibandingkan dengan metode konvensional. Buku digital interaktif berbasis pendekatan matematika realistik telah menunjukkan potensi dalam meningkatkan kemampuan spasial siswa. Penggunaan multimedia interaktif animatif juga terbukti sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep matematika, terutama selama pandemi COVID-19 ketika pembelajaran daring menjadi esensial. Secara keseluruhan, meskipun teknologi digital memiliki potensi untuk mentransformasi pengajaran matematika melalui pengalaman belajar yang menarik dan efektif, mengatasi hambatan seperti pelatihan guru dan aksesibilitas sumber daya sangat penting untuk memaksimalkan potensinya dan memastikan kesempatan pendidikan yang setara bagi semua siswa.



Bagan 1. Media Pembelajaran

Kata kunci dan variabel penelitian yang diuraikan menggambarkan lanskap pendidikan matematika yang terus berkembang melalui integrasi teknologi digital. Buku teks digital berfungsi sebagai alat dasar yang secara efektif menggabungkan elemen multimedia untuk meningkatkan pembelajaran dan mengembangkan keterampilan esensial abad ke-21. Dengan mengadopsi pendekatan matematika realistik, sumber daya ini secara signifikan meningkatkan kemampuan spasial, terutama dalam geometri. Berbagai platform interaktif seperti Wizer.me, Wordwall, dan MyWebAR menawarkan lembar kerja yang menarik yang disesuaikan untuk topik yang menantang seperti pecahan, mempromosikan pemahaman konseptual yang lebih mendalam di kalangan siswa. Selain itu, alat pembelajaran berbasis multimedia, yang mencakup bahan ajar multimodal yang mengintegrasikan teks, gambar, audio, video, dan media sosial, meningkatkan kreativitas dan pengetahuan guru, mendukung pembelajaran abad ke-21 yang efektif. Media interaktif animasi

secara khusus menargetkan area kunci seperti pemahaman aljabar, pembelajaran berbasis simulasi, dan konsep seperti bilangan ordinal, yang mendorong keterlibatan siswa dan pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep-konsep matematika. Penelitian tentang hasil pembelajaran mengungkapkan bahwa teknologi interaktif menghasilkan peningkatan pemahaman matematika dan tingkat pemahaman konseptual yang lebih tinggi di kalangan siswa sekolah dasar dan menengah dibandingkan dengan metode tradisional. Namun, tantangan dalam integrasi teknologi masih ada, termasuk kurangnya infrastruktur dan peralatan yang memadai, terutama di wilayah seperti Jalur Gaza, serta masalah terkait kesiapan guru, konektivitas internet, dan motivasi serta keterampilan siswa. Efek positif dari multimedia interaktif terlihat dari kontribusinya terhadap pemahaman siswa tentang konsep-konsep seperti geometri dan probabilitas, yang secara signifikan meningkatkan pencapaian siswa. Asesmen formatif memainkan peran penting dengan memberikan dukungan yang dipersonalisasi, memungkinkan strategi pembelajaran yang disesuaikan, dan menawarkan umpan balik langsung untuk meningkatkan pencapaian siswa secara keseluruhan. Pandemi COVID-19 semakin menyoroti nilai multimedia interaktif animasi dalam memfasilitasi pembelajaran daring, yang menunjukkan peningkatan pemahaman konseptual dan keterlibatan dibandingkan dengan pengajaran tradisional. Seiring fokus pendidik pada pengembangan kompetensi digital, mereka dapat menciptakan sumber daya yang inovatif dan mengadaptasi praktik mereka untuk memenuhi tuntutan pendidikan modern. Ke depan, masa depan pendidikan matematika tampak menjanjikan dengan integrasi media interaktif yang berkelanjutan, yang meningkatkan keterlibatan siswa dan mendorong lingkungan pembelajaran yang efektif, yang pada akhirnya membentuk kembali praktik pendidikan untuk membekali siswa dengan keterampilan esensial di dunia digital.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap berbagai penelitian terkait pengembangan media pembelajaran interaktif dalam pendidikan matematika, dapat disimpulkan bahwa teknologi digital memiliki peran signifikan dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Media interaktif, seperti buku teks digital berbasis pendekatan matematika realistik, platform interaktif berbasis web, serta multimedia animatif, terbukti efektif dalam memfasilitasi pembelajaran matematika. Teknologi ini tidak hanya memudahkan visualisasi konsep-konsep abstrak, tetapi juga memberikan umpan balik secara langsung yang mendukung pembelajaran individual. Meskipun manfaatnya cukup jelas, tantangan dalam implementasi teknologi ini masih signifikan, termasuk keterbatasan infrastruktur, kesiapan guru, dan motivasi serta keterampilan siswa dalam memanfaatkan platform digital.

Kesenjangan utama yang teridentifikasi adalah keterbatasan akses terhadap perangkat dan teknologi, terutama di daerah-daerah dengan infrastruktur yang kurang memadai, seperti di Jalur Gaza. Selain itu, kesiapan pendidik untuk mengadopsi dan memanfaatkan teknologi interaktif masih menjadi tantangan yang perlu segera diatasi. Sementara itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi strategi peningkatan kompetensi digital bagi guru, khususnya terkait pengembangan konten interaktif yang dapat disesuaikan dengan berbagai tingkat kemampuan siswa.

Saran

Riset yang mendesak untuk diteliti di masa mendatang adalah terkait pengembangan model pembelajaran interaktif yang dapat diakses secara universal dan tidak bergantung pada infrastruktur yang maju. Penelitian mengenai efektivitas alat pembelajaran berbasis teknologi di daerah-daerah dengan akses terbatas serta strategi pelatihan guru untuk memanfaatkan teknologi secara maksimal juga menjadi topik penting yang memerlukan perhatian lebih. Di sisi lain, pengembangan alat asesmen formatif berbasis teknologi yang dapat memberikan dukungan personalisasi secara efektif dalam berbagai konteks pendidikan juga layak menjadi fokus penelitian di masa depan.

Daftar Pustaka

- Alsawaier, R. S. (2018). The effect of gamification on motivation and engagement. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 35(1), 56-79.
- Basari, J. (2023). USING COLLABORATIVE LEARNING TECHNIQUES STRATEGIES TO IMPROVE STUDENT'S COLLABORATIVE SKILLS IN SECONDARY SCHOOL. *International Journal of Education, Psychology and Counseling*. <https://doi.org/10.35631/ijepc.850030>
- Bray, A., & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research-A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 114, 255-273.
- 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>
- Cirneanu, A.-L., & Moldoveanu, C.-E. (2024). Use of Digital Technology in Integrated Mathematics Education. *Applied System Innovation*, 7(4), 66.
- Delgado, A. J., Wardlow, L., McKnight, K., & O'Malley, K. (2015a). Educational technology: A review of the integration, resources, and effectiveness of technology in K-12 classrooms. *Journal of Information Technology Education: Research*, 14.
- Delgado, A. J., Wardlow, L., McKnight, K., & O'Malley, K. (2015b). Educational technology: A review of the integration, resources, and effectiveness of technology in K-12 classrooms. *Journal of Information Technology Education: Research*, 14.

- Research*, 14(2015), 397-416. <https://doi.org/10.28945/2298>
- Dixit, A. C., Harshavardhan, B., Ashok, B. C., Sriraj, M. A., & Prakasha, K. N. (2024). Innovative Pedagogical Approaches for Diverse Learning Styles and Student-Centric Learning. *Journal of Engineering Education Transformations*, 37.
- Dwiyanti, I. R. (2023). PHET Interactive Simulation Media Improves Students' Understanding of Mathematical Concepts in Integer Material. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 11(2).
- Febriyanti, R., & Prasetyo, B. (2020). THE EFFECT OF THE IMPLEMENTATION OF LEARNING MEDIA BASED ON INTERACTIVE MULTIMEDIA ON THE LEARNING OUTCOMES MATHEMATICS OF STUDENTS IN JUNIOR HIGH SCHOOL. *Jurnal Prinsip Pendidikan Matematika*, 3(1), 1-8.
- Ganapathy, M. (2016). The Effects of Using Multimodal Approaches in Meaning-Making of 21st Century Literacy Texts Among ESL Students in a Private School in Malaysia. *Advances in Language and Literary Studies*, 7(2). <https://doi.org/10.7575/aiac.all.v.7n.2p.143>
- Ganapathy, M., & Seetharam, S. A. (2016). The effects of using multimodal approaches in meaning-making of 21st century literacy texts among ESL students in a private school in Malaysia. *Advances in Language and Literary Studies*, 7(2), 143-155.
- Husna, N. S., & Zahroh, U. (2023). *Creating SAC-based interactive learning media will "improve" the mathematical understanding of MTs students* . 3(2), 47-52. <https://doi.org/10.51773/ajst.v3i2/301>
- Jana, H. W., & Michal, T. (2024). *Mathematics teaching , learning , and assessment in the digital age*. 525-541.
- Jdaitawi, M., Muhaidat, F., Alsharoa, A., Alshlowi, A., Torki, M., & Abdelmoneim, M. (2023). The Effectiveness of Augmented Reality in Improving Students Motivation: An Experimental Study. *Athens Journal of Education*, 10(2), 365-379.
- Kaiser, G. (2020). Mathematical modelling and applications in education. *Encyclopedia of Mathematics Education*, 553-561.
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2017). Computational thinking in education: Where does it fit? A systematic literary review. *ArXiv Preprint ArXiv:1703.07659*.
- Moen, A. W., & Jacobsen, H. (2023). *The Unseen Angles: Exploring the Impact of Game-Based Learning in Trigonometry-An Empirical Study*. NTNU.
- Palmer, M. S., & Giering, J. A. (2024). Characterizing Pedagogical Innovation in Higher Education. *Innovative Higher Education*, 49(3), 453-473.
- Puspaningrum, C., Syahputra, E., & Surya, E. (2021). Pengembangan media pembelajaran buku digital interaktif berbasis pendekatan matematika realistik untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa. *Paradikma*, 14(2), 1-10.
- Ramadhani, R., Umam, R., Abdurrahman, A., & Syazali, M. (2019). The effect of flipped-problem based learning model integrated with LMS-google classroom for senior high school students. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(2), 137-158.
- Ribeiro, S. (2015). Digital storytelling: An integrated approach to language learning for the 21st century student. *Teaching English with Technology*, 15(2), 39-53.
- Rojabi, A. R., Setiawan, S., Munir, A., Purwati, O., Safriyani, R., Hayuningtyas, N., Khodijah, S., & Amumpuni, R. S. (2022). Kahoot, is it fun or unfun? Gamifying vocabulary learning to boost exam scores, engagement, and motivation. *Frontiers in Education*, 7, 939884.

- Rönnlund, M., Ledman, K., Nylund, M., & Rosvall, P.-Å. (2019). Life skills for 'real life': How critical thinking is contextualised across vocational programmes. *Educational Research*, 61(3), 302-318.
- Ruggiero, D., & Mong, C. J. (2015). The teacher technology integration experience: Practice and reflection in the classroom. *Journal of Information Technology Education: Research*, 14.
- Safapour, E., Kermanshachi, S., & Taneja, P. (2019). A review of nontraditional teaching methods: Flipped classroom, gamification, case study, self-learning, and social media. *Education Sciences*, 9(4), 273.
- Setra, L., & Sopian, A. (2022). *Evaluasi Efektivitas Penggunaan Teknologi Pembelajaran Interaktif dalam Mata Pelajaran Matematika di Sekolah Dasar*. 1(2), 119-124.
- Setyawati, E., Hidayati, I. S., & Hermawan, T. (2020). Pengaruh penggunaan multimedia interaktif terhadap pemahaman konsep dalam pembelajaran matematika di MTs darul ulum muhammadiyah galur. *Intersections*, 5(2), 26-37.
- Software, M. (2023). *European Journal of Educational Research*. 12(2), 759-774.
- Sunar, A. S., White, S., Abdullah, N. A., & Davis, H. C. (2016). How learners' interactions sustain engagement: A MOOC case study. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(4), 475-487.
- Tarng, W., Lin, Y.-J., & Ou, K.-L. (2021). A virtual experiment for learning the principle of Daniell cell based on augmented reality. *Applied Sciences*, 11(2), 762.
- Uthman, N. K., & Maat, S. M. (2022). *Sorotan Literatur Bersistematik: Cabaran Penggunaan Teknologi untuk Pengajaran dan Pembelajaran Matematik dalam Kalangan Pelajar dan Guru (Systematic Literature Highlights: Challenges on the Use of Technology for Teaching and Learning of Mathematics am*. 4(4), 190-203.
- Wheeler, S. (2015). *Learning with e's: Educational theory and practice in the digital age*. Crown House Publishing.
- Zhang, Z., Savolainen, O. W., Constandinou, T. G., Dijk, R. H. W. Van, Staut, N., & Yang, S. (n.d.). *The Effect of Interactive Mathematics Learning Media toward Mathematical Conceptual Understanding on Probability of Hearing-impaired Students The Effect of Interactive Mathematics Learning Media toward Mathematical Conceptual Understanding on Probability* . <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1165/1/012021>